

---

УДК 339.138+330+082

ББК 94

З 40

Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Druk i oprawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Adres wydawcy i redakcji: Warszawa, ul. Wyszogrodzka, 16

e-mail: info@conferenc.pl

Cena (zł.): bezpłatnie

### **Zbiór raportów naukowych.**

Z 40 Zbiór raportów naukowych. „Nauka w świecie współczesnym. (29.05.2013 - 31.05.2013) - Łódź: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2013. - 76 str.  
ISBN:978-83-63620-01-1 (t.8)

Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej Konferencji 29.05.2013 - 31.05.2013 roku. Łódź.

Część 8.

**УДК 339.138+330+082**

**ББК 94**

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Powielanie i kopiowanie materiałów bez zgody autora zakazany.

Wszelkie prawa do materiałów konferencji należą do ich autorów.

Pisownia oryginalna jest zachowana.

Wszelkie prawa do materiałów w formie elektronicznej opublikowanych w zbiorach należą Sp. z o.o. «Diamond trading tour».

Obowiązkowa odniesienia do zbioru.

ISBN: 978-83-63620-01-1 (t.8)

"Diamond trading tour" ©

**СЕКСЈА 16. AGROTECHNOLOGIA.  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)**

|                                                                                       |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. Плотникова Г.П., Плотников Н.П. ....                                               | 5 |
| МОДИФИКАЦИЯ ПАРАФИНОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ             |   |
| 2. Калганков Є.В., Мельянцов П.Т.,<br>Кириленко О.І., Цаніді І.М., Черних Т.В. ....   | 9 |
| ПРО МЕЖІ ПРОФЕСІЇ-ІНЖЕНЕР, КРУГОЗІР СПЕЦІАЛІСТА,<br>СПЕЦІАЛІЗАЦІЮ ТА ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС |   |

**СЕКСЈА 18. ТЕСНІКА.  
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

|                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. Ипатов В.А., Шведенко В.В., Щекочихин О.В. ....                                                                                                                                  | 16 |
| АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭТАПОВ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ                                                                                                 |    |
| 4. Ярмолюк А. Э. ....                                                                                                                                                               | 21 |
| СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ПРАВИЛ ДЛЯ ТРАНСФЕРНОЙ СИСТЕМЫ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА                                                                                                  |    |
| 5. Ханин Д. А. ....                                                                                                                                                                 | 24 |
| СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ГЕНЕРАЦИИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ HTML5 CANVAS                                                                                                    |    |
| 6. Симанков В.С., Путятю М.М. ....                                                                                                                                                  | 28 |
| ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ПРОЦЕДУР ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ                                                                                                    |    |
| 7. Калашник В.В. ....                                                                                                                                                               | 33 |
| КВАНТОВІ КОМП'ЮТЕРИ                                                                                                                                                                 |    |
| 8. Сизых Д.Н. ....                                                                                                                                                                  | 35 |
| РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СЕТИ WI-FI НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА 802.11N                                                                                                     |    |
| 9. Шрамко Ю.Ю. ....                                                                                                                                                                 | 39 |
| ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСИНХРОННЫХ ПРИВОДОВ НА БАЗЕ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ, ВКЛЮЧЕННОЙ ПО СХЕМЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ, С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В ЦЕПИ СТАТОРА |    |
| 10. Кононюк Е.С., Галкин В. П. ....                                                                                                                                                 | 44 |
| МОДЕЛЬ МІКРОПОЛОСКОВОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПАСИВНИХ СВЧ ПРІЛАДІВ НА ПЛАНАРНИХ ЛІНІЯХ ПЕРЕДАЧІ                                                                                                 |    |

|                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11. Смирнов Д.Ю., Кудрин К. А. ....                                                                                                               | 47 |
| <b>ЗАЩИЩЕННАЯ ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ ПО SSL-VPN ТУННЕЛЯМ С ПОМОЩЬЮ ПРОТОКОЛОВ TCP И UDP</b>                                                          |    |
| 12. Шахимова Ы.А. ....                                                                                                                            | 52 |
| <b>НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ САЙТОВ</b>                                                                                                            |    |
| 13. Крахмалева Ю.Р., Джанабаева Г. ....                                                                                                           | 57 |
| <b>АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В MAPLE</b>                                                            |    |
| 14. Крахмалева Ю.Р., Захарова Н. ....                                                                                                             | 65 |
| <b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРОИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ ОТКРЫТОГО ПОТОКА С УЧЕТОМ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ И НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ</b> |    |
| 15. Крахмалева Ю.Р., Муханова Г. ....                                                                                                             | 71 |
| <b>Использование системы аналитических вычислений Maple при исследовании и решении систем линейных алгебраических уравнений</b>                   |    |

## **SEKSCJA 21. FIZYKI I MATEMATYKI. (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 16. Иванина Е.А., Чуев Д.С. ....                                             | 75 |
| <b>ПОНЯТИЕ «МОРАЛЬНОЙ СТАТИСТИКИ» НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА</b> |    |



**Ипатов В.А.**

соискатель уч. степени к.т.н  
инженер-программист ООО «РЕГУЛ+» (г. Санкт-Петербург),

**Шведенко В.В**

кандидат экономических наук  
системный аналитик ООО «РЕГУЛ+»,

**Щекочихин О.В.**

кандидат технических наук  
инженер-программист ООО «РЕГУЛ+»

### **АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭТАПОВ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ**

По мере развития и совершенствования организационного управления организацией возникает потребность переводить ряд функций в автоматический режим. Это могут быть типовые расчеты или систематизированные и формализованные виды управленческих решений. Также в этот класс можно отнести методы статистической обработки данных, интеллектуальные методы получения и обработки информации, элементы искусственного интеллекта и т.п.

При совершенствовании деятельности организации, которая связанной с изменением целевых ориентиров бизнеса, производится корректировка элементов системы управления. Это может выражаться в корректировке организационной структуры, перераспределения нагрузок на центры ответственности, изменения информационных потоков между ЛПР и другие мероприятия, что обязательно приводит к существенному изменению информационной системы управления организации. Такие преобразования требуют достаточно больших временных периодов адаптации и дополнительных материальных ресурсов.

Принципиально новым решением, позволяющим вносить корректировки в действующую информационную систему без ее остановки, а также выводить или менять рабочие места пользователей в информационной подсистеме, является наличие в ней организационно-управляющих автоматов, а также механизма автоматической перенастройки бизнес-процессов.

Организационно управляющие автоматы (ОУА) по своей сути являются аналогами триггеров или хранимых процедур, которые выполняют логические и математические действия над данными. При традиционной организации информационной системы, хранимые процедуры или триггеры программируются средствами встроенных языков высокого уровня.

В технологии проектирования ОУА математические операции проектируются на уровне обработки коллекции данных, которые присущи этапу бизнес-процесса. Логические операции проектируются на уровне перенаправления потоков данных на

соответствующие этапы бизнес-процесса.

Под организационно-управляющим автоматом (ОУА) нами понимается схема исполнения бизнес-процесса, выполняемая по заданному регламенту без участия человека.

Каждый организационно-управляющий автомат может включать в себя следующий набор действий: «ПОЛУЧИТЬ – ПРОВЕРИТЬ – ПРЕОБРАЗОВАТЬ – ПЕРЕДАТЬ – СИГНАЛИЗИРОВАТЬ».

Причем любое из этих действий не является обязательным.

Например:

ПОЛУЧИТЬ – СИГНАЛИЗИРОВАТЬ

ПОЛУЧИТЬ – ПРЕОБРАЗОВАТЬ – ПЕРЕДАТЬ

Кроме того, что каждое из этих действий может быть не обязательным, внутри ОУА возможно запрограммировать сложные нелинейные алгоритмы, зависящие от результатов исполнения каждого этапа (см. рис. 1).



**«Пример разветвленной схемы организационно-управляющего автомата» - рисунок 1.**

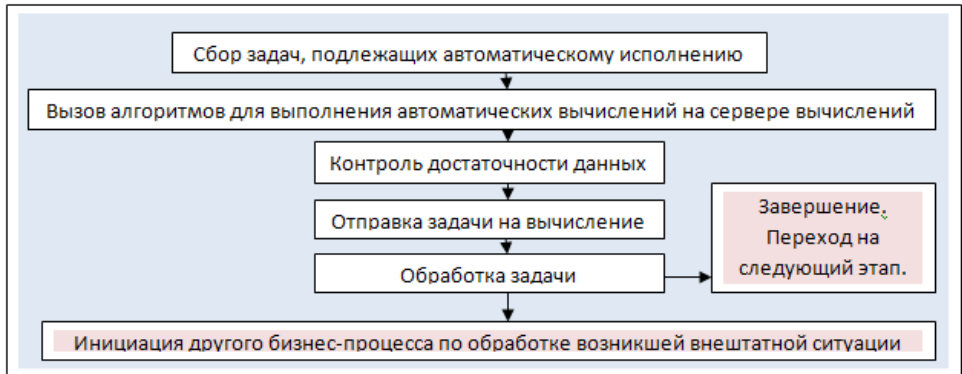
Если происходит выход за установленные нормативные значения параметра, то подается сигнал, который переводит бизнес-процесс на автоматизированный режим исполнения. Если сигнала нет, то передача и обработка данных осуществляется по приведенной выше схеме.

Классификация элементов организационно-управляющего автомата представлена в таблице 1.

Таблица 1.

| Элементы ОУА          | Комментарии                                                                                              |                                                                                       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Получение данных      | Из внешних источников (сторонние БД)                                                                     |                                                                                       |
|                       | Из внутренних источников (собственные БД ИУС)                                                            |                                                                                       |
|                       | Комбинированные источники (внутренние и внешние БД ИУС)                                                  |                                                                                       |
| Проверка данных       | Количественные значения                                                                                  | Результирующие показатели<br>Показатели использования ресурсов                        |
|                       | Временные значения                                                                                       | Показатели исполнения регламента                                                      |
|                       | Комбинированные значения                                                                                 |                                                                                       |
| Преобразование данных | Без преобразований                                                                                       |                                                                                       |
|                       | Преобразование с агрегированием данных                                                                   | Статистика за период<br>Прогнозирование                                               |
|                       | Математические вычисления                                                                                |                                                                                       |
|                       | Комбинированная обработка данных                                                                         |                                                                                       |
| Передача данных       | Внутренние хранилища данных                                                                              |                                                                                       |
|                       | Внешние хранилища данных                                                                                 |                                                                                       |
|                       | Комбинированные хранилища данных (внешние и внутренние)                                                  |                                                                                       |
| Сигнализирование      | Передача сообщения                                                                                       | На одно рабочее место<br>На несколько рабочих мест согласно установленного регламента |
|                       |                                                                                                          | На одно рабочее место<br>На несколько рабочих мест согласно установленного регламента |
|                       | Передача сообщения с остановом системы (переход на ручной режим управления)                              | Запуск бизнес-процесса на автоматическую отработку внештатной ситуации                |
|                       | Передача сообщения и автоматическое включение блока «Отработка внештатной ситуации (ситуационный центр)» | Передача данных для автоматизированного принятия управленческого решения (СППР)       |
|                       |                                                                                                          |                                                                                       |

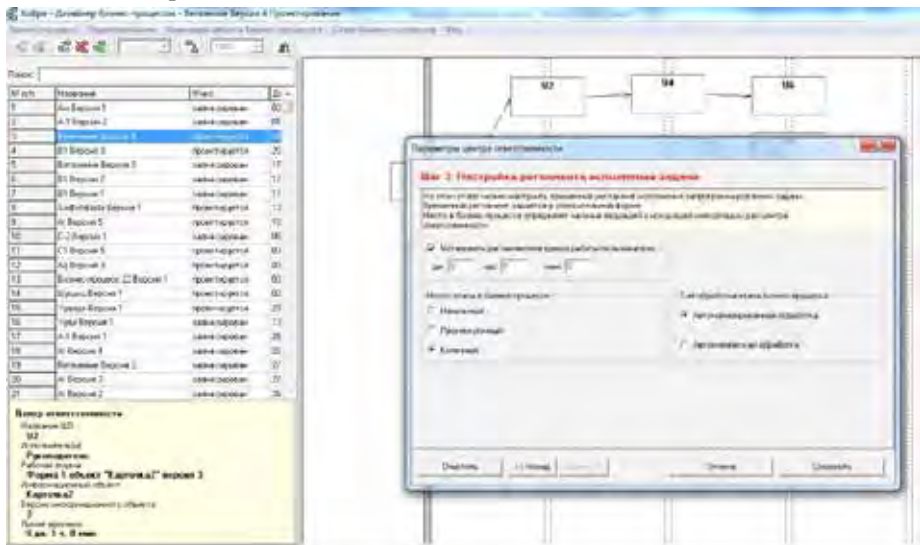
Автоматическое исполнение этапа бизнес-процесса (отработка организационно-управляющего автомата) обрабатывается отдельной службой. Реализуемый данной службой функционал состоит из следующих блоков (см. рис.2).



«Схема работы организационно-управляющего автомата» - рисунок 2

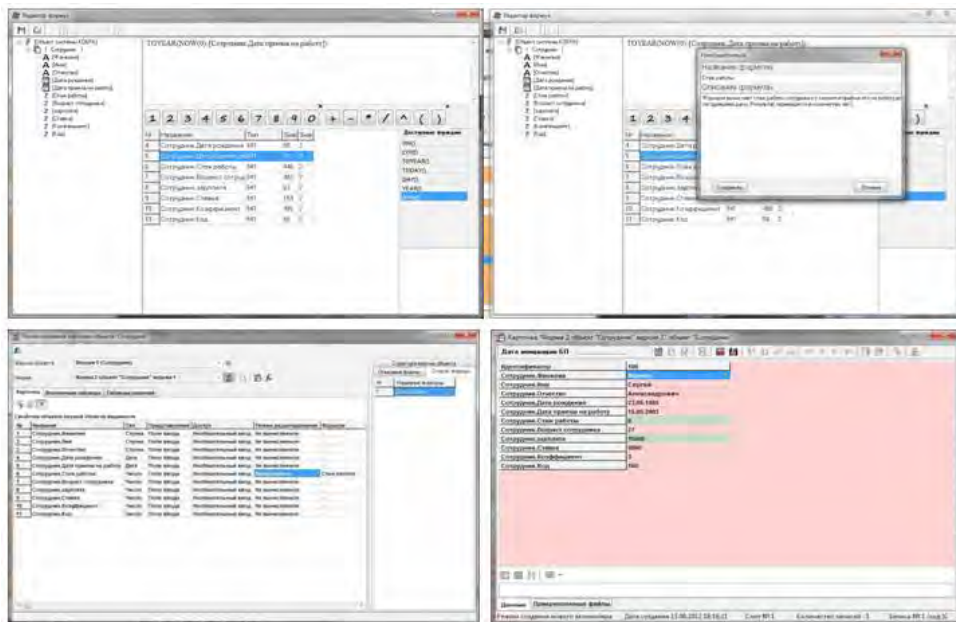
Возможна обработка следующих внештатных ситуаций: отсутствие необходимых данных; выход параметров системы за допустимые значения (количественные значения); нарушение регламента исполнения этапа бизнес-процесса (временные значения). Данный функционал реализован в ИУС «Кобра++».

Для того, чтобы перестроить бизнес-процесс на автоматическое исполнение неких его этапов достаточно изменить тип обработки этапа с автоматизированного на автоматический, сохранить новую версию бизнес-процесса и запустить ее на исполнение (см. рис.3)



«Фрагмент настройки этапа бизнес-процесса (переклечение на автоматическое исполнение)» - рисунок 3

Фрагмент настройки ОУА (алгоритм математических преобразований) показан на рис. 4.



**«Фрагмент настройки алгоритма работы организационно-управляющего автомата» - рисунок 4**

ОУА наследует все свойства автоматизированного этапа бизнес-процесса.

Исполнителем вместо человека выступает служба системы.

Структура ОУА включает в себя: информационный объект; зону видимости, которая определяет доступность данных; регламент обработки.

## Литература

1. Коголовский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2003. – 288 с.
2. Коннолли Т, Бегг К, Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. –М.: Изд-во «Вильямс», 2000. –1120 с.
3. Моделирование адаптивной системы управления промышленным предприятием. / М.Л.Постников, В.В.Шведенко, В.Н.Шведенко, О.В.Щекочихин – Кострома: изд-во общества «Знание», 2010 – 168 с.



## СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ПРАВИЛ ДЛЯ ТРАНСФЕРНОЙ СИСТЕМЫ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА

### Вступление

Я предлагаю рассмотреть способ автоматического получения правил для трансферной системы перевода. Система обучается на параллельном корпусе переводов, где исходный язык состоит из деревьев зависимостей. Алгоритм обучения извлекает множество путей из деревьев зависимостей и определяет переводы этих путей, используя согласование слов. Результатом процесса обучения является множество правил для перевода путей в исходном языке в фрагменты деревьев в целевой языке с определенной вероятностью.

### 1. Получение правил трансфера

Правило трансфера определяет, как переводится путь в дереве зависимостей исходного языка. Мы получаем трансферные правила автоматически из параллельного корпуса переводов. Трансферные правила также содержат соответствия слово-слово между узлами во исходном и целевом языках (полученные из согласований слов).

Алгоритм получения правил использует понятие интервалов [1, 2]. Если дано согласование слов и узел  $n$  в дереве зависимостей исходного языка, интервалы  $n$  созданные согласованием слов являются последовательностями слов в целевом предложении. Мы определяем два типа интервалов:

*Главный интервал:* последовательность слов в согласована с узлом  $n$ .

*Интервал фразы:* последовательность слов от нижней границы главных интервалов всех узлов в поддереве с корнем в  $n$  до верхней границы того же множества интервалов.

Так же используется алгоритм согласования слов [3], который гарантирует, что если два интервала накладываются то один должен быть полностью накрыт другим.

Для каждого дерева зависимостей в учебном корпусе, получим все пути, где все узлы согласованы со словами в предложении целевого языка. Допускается чтобы прилагательное в середине пути не было согласовано.

Пускай  $S_i$  - простой путь от узла  $h$  до узла  $t$ . Пускай  $h'$  и  $t'$  - слова целевого языка согласованные с  $h$  и  $t$  соответственно. Пускай  $s$  - интервал фразы родственного для  $t$  узла, который находится между  $h'$  и  $t'$  и является самым близким к  $t'$  среди всех таких интервалов фраз. Если  $t$  не имеет такого родственного узла, пускай  $s$  будет главным интервалом  $h$ .

Перевод  $T_i$  из  $S_i$  складывается из следующих узлов и ребер:

- Два узла помеченные  $h'$  и  $t'$ , и ребро от  $h'$  до  $t'$ .
- Узел, соответствующий каждому слову между  $s$  и интервалом фразы узла  $t$  и ребро из каждого из этих узлов к  $t'$ .

Вобщем, путь — это или один узел, или простой путь, или последовательность простых путей. Перевод одиночных узлов определяется согласованием слов. Перевод последовательности простых путей можно получить объединяя переводы простых путей.

Также правила обобщаются посредством замены одного из конечных узлов в пути на универсальный символ и часть речи этого слова.

Далее рассчитываем вероятность перевода. Пусть  $S_u$  - это путь в дереве зависимостей входного языка, а  $T_u$  - фрагмент дерева целевого языка. Вероятность перевода  $P(T_u | S_u)$  можно вычислить как:

$$P(T_i | S_i) = \frac{c(T_i, S_i)}{c(S_i) + M}$$

где  $C(S_i)$  является количеством  $S_i$  в учебном корпусе,  $(T_i, S_i)$  это количество раз когда  $T_i$  является переводом  $S_i$ , а  $M$  является динамическим параметром.

## 2. Вероятностная модель

Приведенная модель является прямой моделью, в отличие от моделей канала с препятствиями, который обычно используется в статистическом машинном переводе. Если дано дерево зависимостей  $S$  предложения исходного языка, вероятность целевого дерева зависимостей  $T$ ,  $P(T | S)$ , исчисляется путем ее разложения в ряд путей перевода:

$$P(T | S) = \max_c \prod_{S_i \in C} P(T_i | S_i)$$

где  $C$  это множество путей покрывающих  $S$ ,  $S_i$  это пути в  $C$ ,  $T_i$  это возможные переводы для соответствующих  $S_i$  и  $T$  это объединение всех  $T_i$ . Обратите внимание, что пути в  $C$  могут накладываться. Тем не менее, ни один путь не должен полностью содержаться в другом, так как всегда можно удалить короткий путь, чтобы увеличить вероятность без ущерба для общего покрытия  $S$ .

Если игнорировать конфликт в объединении фрагментов дерева и назначить вес  $-\log P(T_i | S_i)$ , для пути  $S_i$ , задача нахождения наиболее вероятного перевода может быть сформулирована в следующую задачу теории графов:

*Дано дерево и систему путей в дереве, где каждому пути присваивается вес. Найти подмножество путей такую, что они покрывают все узлы и ребра в дереве и имеют минимальную общий вес.*

### 3. Результаты исследований

Я использовал описанный способ для создания СМП Украинский-Английский. Для обучения использовалась часть параллельного англо-украинского корпуса KDE4 [4]. Полученный результат BLEU для данной системы равняется 0.2346. Если сравнивать с подобными системами то данный результат хуже чем в [5] – BLEU=0.201, но лучше чем система основанная на фразах – BLEU=0.3149.

### 4. Выводы

Описанная система и вообще системы МП на базе трансфера берут дерево разбора исходного языка и переводят его в дерево разбора целевого языка руководствуясь правилами трансфера. Недавно появилось много предложений о получении правил трансфера автоматически из параллельного корпуса переводов [6, 7]. Описанная система отличается от предыдущих трансферных систем по двум основным характеристикам: единицей передачи и генеративным модулем.

Единицами перевода в предыдущих трансферных системах обычно служат поддеревья в дереве разбора входного языка. Количество поддеревьев является экспоненциальной функцией, число путей в дереве квадратично. Уменьшение количества возможных трансферных единиц приводит к меньшему раздроблению базы.

Обычно, целевое дерево разбора в трансферных системах не содержит информацию о порядке слов. Линеаризация слов в целевом дереве разбора требует отдельного генеративного модуля, который является сводом правил грамматики целевого языка. Описанные правила трансфера наоборот – устанавливают линейный порядок между узлами в правиле. Упорядочивание между узлами по разным правилам определяется парой простых эвристик. Нет отдельного генеративного модуля и не нужна грамматика целевого языка.

### Литература

1. Heidi J. Fox. Phrasal cohesion and statistical machine translation. – 2002. – Philadelphia, PA.
2. Colin Cherry, Dekang Lin. A Probability Model to Improve Word Alignment. – 2003. – Sapporo, Japan.
3. Dekang Lin, Colin Cherry. Word Alignment with Cohesion Constraint. Companion Volume. – 2003. – Edmonton, Canada
4. Jorg Tiedemann. Collection of Multilingual Parallel Corpora with Tools and Interfaces. – 2009. – John Benjamins, Amsterdam, Philadelphia. – с. 237-248.
5. Philipp Koehn, Franz Josef Och, Daniel Marcu. Statistical Phrase-Based Translation. – 2003. – Edmonton, Canada.
6. Lavoie, Benoit; White, Michael; Korelsky, Tanya. Learning Domain-Specific Transfer Rules: An Experiment with Korean to English Translation. – 2002. – Taipei, Taiwan.
7. Steve Richardson, W. Dolan, A. Menezes, and J.Pinkham. Achieving commercial-quality translation with example-based methods. – 2001. – Santiago De Compostela, Spain.

## **СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ГЕНЕРАЦИИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ HTML5 CANVAS**

### **Вступление**

Canvas — элемент HTML5, предназначенный для создания растрового двухмерного изображения при помощи JavaScript. Он может быть использован, к примеру, для рисования графиков, создания фото-композиций, или для создания простых (и не очень) анимаций.

Canvas впервые был представлен фирмой Apple для Mac OS X Dashboard и позже был реализован в Safari. Браузеры, основанные на Gecko 1.8, такие, как Firefox 1.5, также поддерживают этот новый элемент. Элемент Canvas является частью спецификации WhatWG Web applications 1.0.

### **Постановка задачи**

Так как HTML5 все еще находится в стадии разработки, разработка библиотеки для удобной работы с Canvas стало актуальной проблемой. В работе рассматривается создание данной библиотеки.

Canvas используется, как правило, для отрисовки графиков для статей и игрового поля в некоторых браузерных играх. Но также может использоваться для встраивания видео в страницу и создания полноценного плеера.

Спецификация HTML5 Canvas определяет универсальный JavaScript API, позволяющий выполнять операции отрисовки объектов. Для рисования на Canvas можно использовать два разных подхода:

- 2D-подход,
- 3D-подход (WebGL).

Первый лучше внедрён и доступен во всех современных веб-браузерах (за исключением IE), в то время как второй находится на ранней стадии определения, имея лишь несколько экспериментальных реализаций.

Одна из примечательных особенностей Canvas заключается в том, что эта технология обеспечивает попиксельный доступ к отображаемым данным и позволяет проектировать на холст различные графические элементы, включая видео.

Мы рассмотрим только 2D Canvas, так как она наиболее широко распространена. 2D Canvas позволяет вам использовать мощный API для выполнения быстрых операций рисования на растровых 2D-поверхностях. Не существует каких-либо файловых форматов, и вы можете рисовать только с использованием скриптов. При рисовании не используются узлы DOM — все состоит из пикселей. Это означает, что вы можете сконцентрироваться на рисовании без ограничений сложности

изображения.

## Анализ существующих решений

Рассмотрим уже имеющиеся решения для работы с Canvas. Мы остановимся на трех библиотеках для визуализации, представляющих собой различные подходы и направления для визуализации. Это, безусловно, не исчерпывающий список и есть много других библиотек со схожим и отличным функционалом.

## ProcessingJS

Processing.js является портом на JS знаменитой библиотеки для визуализации данных Processing. Processing.js предлагает два подхода к описанию визуализации: промежуточный код, в дальнейшем разбираемый самой библиотекой (отдельным файлом или внутри страницы) и явный код на JavaScript.

## JavaScript InfoVis Toolkit (JIT)

JIT – библиотека для визуализации данных, разрабатываемая в Sencha. Для отображения данных JIT принимает исходные значения в виде JSON. JSON— текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript и обычно используемый именно с этим языком. Как и многие другие текстовые форматы, JSON легко читается людьми.

Несмотря на происхождение от JavaScript (точнее, от подмножества языка стандарта ECMA-262 1999 года), формат считается языконезависимым и может использоваться практически с любым языком программирования. Для многих языков существует готовый код для создания и обработки данных в формате JSON.

## jQuery Sparklines

jQuery Sparklines – еще одна интересная библиотека, позволяющая делать мини-визуализации массивов данных, похожих на функционал Sparklines в Excel. Библиотека использует в своей работе jQuery.

## Результаты

Основной идеей создания новой библиотеки стало объединение положительных сторон уже существующих решений и одновременно независимость от других библиотек и фреймворков. Сначала появились обертки для рисования примитивов, потом сформировался прототип библиотеки (с фабрикой объектов внутри), в него постепенно добавлялись функции — для начала просто доступ к возможностям Canvas API. Затем захотелось работы с событиями.

Canvlib — стала простой в использовании **библиотекой для рисования, анимации и управления тегами** Canvas HTML5.

Цель проекта — поддержка API Canvas HTML5 с фреймворком для более быстрой и удобной разработки приложений. Библиотека была построена по подобию jQuery. Она такая же простая и удобная в использовании. Например, вы можете инициализировать стили и анимацию в одном выражении. Эта библиотека предоставляет разработчику много инструментов для создания растровой графики

и веб-приложений используя элемент HTML5 Canvas.

Итак, что же мы имеем на сегодняшний день?

Небольшую, около 36kb (размер версии 1.0) в сжатом виде, библиотеку, предоставляющую удобный интерфейс для взаимодействия с Canvas. Библиотека самодостаточна, то есть не требует подключения никаких дополнительных библиотек и не является расширением какой-либо из них. Еще стоит упомянуть про то, что:

- Конечно же, на объекты можно навешивать события мыши, клавиатуры и фокуса.

Например:

```
jc.circle(x,y,radius)
  .click(function(){
    //какой-нибудь код
  });
```

- Конечно же, drag'n'drop уже реализован. Для этого используются draggable и droppable функции, примерно как в jQuery.

- Естественно, (т.к. JavaScript) вы можете использовать цепочки методов.

Вот так:

```
jc.circle(x,y,radius)
  .up('top')// тут мы перемещаем кружок на передний план
  .id('myCircle')//тут присваиваем id
  .name('myCircles'); //а тут присваиваем ему имя
```

- Да, элементам можно присваивать идентификаторы (id) и имена (name), чтобы затем к ним обращаться индивидуально (в первом случае) или как к группе (во втором случае).

Например, обратиться к кругу из последнего примера можно так:

```
jc('#myCircle').color('rgba(255,255,0,0.5)');//выбираем элемент по id и устанавливаем ему цвет
jc('myCircles').color('rgba(255,255,0,0.5)');//выбираем группу элементов по name и устанавливаем им цвет
```

Библиотека постоянно дописывается, рефакторится и прочее. Это означает, что там есть еще что менять в коде, с одной стороны, и то, что будет добавлено еще очень много всего, с другой.

HTML 5 Canvlib следует использовать для:

- Редактирования изображений: обрезки, изменения размеров, фильтров (удаления эффекта красных глаз, создания эффекта сепии, изменения цветности или яркости)

- Создания растровой графики: визуализации данных, создания фракталов и графиков функций.
- Анализа изображений: создания гистограмм и т.п.
- Создания игровой графики, такой как спрайты и фоны.

Когда лучше воздержаться от использования Canvas:

- Масштабируемые интерфейсы
- Интерактивные интерфейсы
- Диаграммы, схемы
- Векторное редактирование изображений

Для чего необходим Canvas 3D? С помощью Canvas 3D можно рисовать 3D-объекты с текстурами и шейдерами и анимировать их. Вы можете сделать 3D-игры и веб-приложения 3D-моделирования (например, визуализацию продукции — автомобили, запчасти и т.п.). Веб-браузер выполняет отрисовку сцены с использованием аппаратного обеспечения, если это возможно. На данный момент библиотека не поддерживает Canvas3D, но не исключает возможность использования стандартного API.

Вывод

В ходе проведенной работы были проведены исследования и анализ существующих способов и средств генерации изображений с использованием HTML5 Canvas. Были выбраны наиболее оптимизированные по параметрам скорости, прозрачности алгоритмизации и простоты реализации методы построения изображений, что дало возможность реализации одновременно удобной в использовании и гибкой библиотеки Canvlib, которая не требует подключения никаких дополнительных библиотек и не является расширением какой-либо из них.

### Список литературы:

1. Steve Fulton, Jeff Fulton. HTML5 Canvas. O'Reilly Media. 2011. -560с.
2. Jeffrey Way. Decoding HTML5. Rockable Press, 2012. -343с.
3. Jeffrey Way. HTML5 Fundamentals. Envato. 2012. -415с.
4. David Flanagan. Canvas Pocket Reference. Scripted Graphics for HTML5. 2010. -440с.

**Симанков В.С.**

профессор, доктор технических наук,

Кубанский государственный технологический университет

**Путято М.М.**

кандидат технических наук,

Кубанский государственный технологический университет

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ КОГНИТИВНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ ПРОЦЕДУР ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

В современных условиях перед руководителями различных организаций и ведомств остро стоит задача повышения эффективности управления, выработки правильных, экономически обоснованных управленческих решений. Поддержка принятия решений заключается в сборе и анализе информации, ее обработке и генерации альтернативных решений, а также представлении выходных данных в удобном для принятия окончательного решения лица принимающего решения (ЛПР).

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются частью процесса управления. Как правило, в процессе принятия решения используются как формальные, так и неформальные методы. При этом то неформальные методы – это результат интеллектуальной работы человека с привлечением его интуиции и опыта. Использование неформальных методов объясняется неопределенностью и нечёткостью исходной информации [3].

Однако на автоматизацию таких процедур накладываются ограничения из-за существования «когнитивной защиты» человеческого мышления и восприятия на определенных этапах алгоритма экспертной оценки, т.е. невозможно однозначное понимание проблемы и анализ решений. Для решения указанной проблемы необходимо решить следующие задачи:

- Анализ существующих алгоритмов принятия решений
- Анализ методов обработки и представления знаний:
- Выбор когнитивных методов автоматизации процесса формализации экспертных знаний:
- Выработка единого автоматизированного алгоритма принятия решения

В рамках предложенного исследования следует рассматривать следующие методы:

1. Методы построения когнитивных карт[1]
2. Методы использования когнитивных образов[4]

На основе приведенных методов сформирован общий алгоритм формирования решений (рис. 1) на основе нечётких когнитивных карт, с использованием статического и динамического анализа для решения обратной задачи когнитивного моделирования.





Рисунок 1 Алгоритм принятия решений на основе нечетких когнитивных карт

Место и роль технологий когнитивного моделирования в предлагаемом алгоритме заключается в том, чтобы на основе когнитивных моделей определять возможные и рациональные пути управления ситуацией с целью перевода ее в состояние, близкое к целевому. Когнитивные технологии, прежде всего, предназначены для качественного анализа слабоструктурированных ситуаций (рис. 2).



**Рисунок 2 Виды нечётких когнитивных карт**

Известно, что когнитивная карта – знаковый ориентированный граф (ф. 1)

$$G = \langle V, E \rangle, \quad \text{формула 1}$$

где:

$V$  – множество вершин, вершины  $V_i \in V, i = 1, 2, \dots$ ,

$K$  – являются элементами изучаемой системы;

$E$  – множество дуг, дуги  $e_{ij} \in E, i, j = 1, 2, \dots$ ,

$N$  отражают взаимосвязь между вершинами  $V_i$  и  $V_j$ ;

Матрица отношений  $A_G$  (ф. 2).

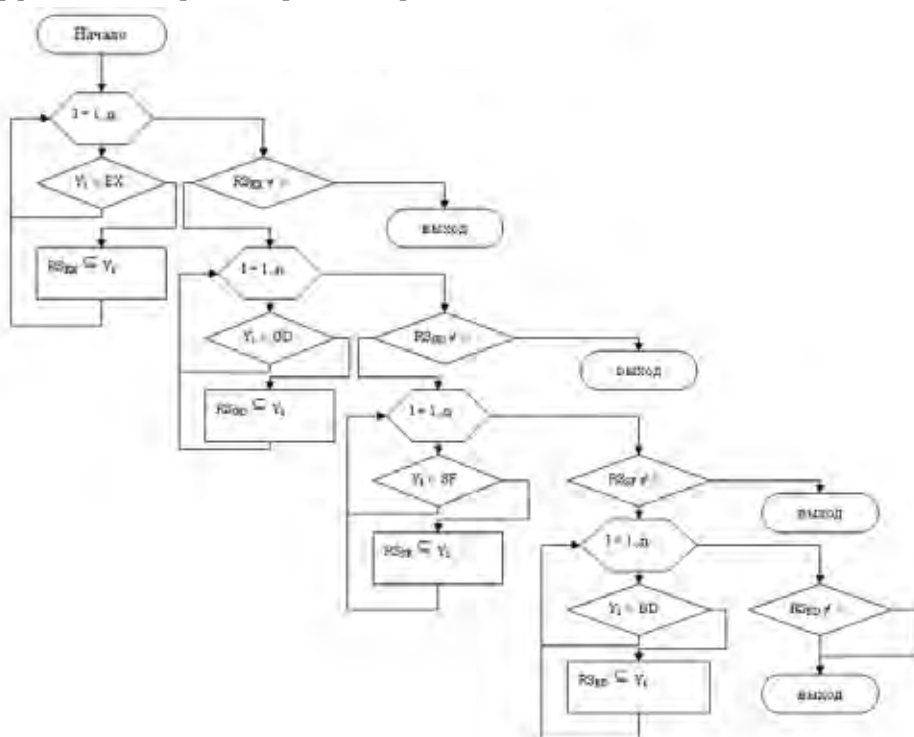
$$A_G = [a_{ij}]_{k \times k},$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{если } V_i \text{ связано с } V_j \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

формула 2

Матрица отношений, задаваемая таким образом, позволяет формализовать отношения отдельных объектов когнитивной модели для последующего изучения.

С учётом представленных результатов предлагается модифицировать существующий алгоритм СППР[2] введением отдельных процедур обработки нечетких данных, представления (нечёткие когнитивные карты) и извлечения (когнитивные интерактивные образы) знаний, позволяющих повысить



Таким образом, при помощи представленного математического обеспечения нечётких когнитивных карт можно автоматизировать весь цикл процедур по фактуальной поддержке принятия решений. На основе исследования разработан алгоритм выбора наилучших результатов, разработана ИАС, связанная с возможностями использования технологий когнитивной графики и комплексного применения формальных и неформальных методов организации и принятия решений. Информационная система позволяет повысить эффективность проведения анализа.

### Список литературы:

1. Зенкин, А.А.. Когнитивная компьютерная графика/ Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1991. 192с.
2. Симанков В.С. Автоматизация системных исследований. – 2-е изд., и доп. – Краснодар. : КубГТУ, 2006 – 320с.
3. Симанков В.С., Путято М.М., Тарасов Е.С. Методологические основы принятия решений с использованием автоматизации неформальных процедур //Журнал «Естественные и технические науки», №4, с.292, 2010 г
4. Коврига, С.В., Максимов, В.И. Когнитивная технология стратегического

управления развитием сложных социально-экономических объектов в нестабильной внешней среде.// Материалы 1-й международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». М.: ИПУ РАН, октябрь 2001, - с. 104-160.

**Калашник В.В.**

Студент 4 курсу факультету  
Інформатики та обчислювальної техніки  
Національного технічного університету України  
“Київського політехнічного інституту”

### КВАНТОВІ КОМП'ЮТЕРИ

На сьогоднішній день існує потреба у вирішенні практичних задач, які недоступні навіть найпотужнішим сучасним суперкомп'ютерам за прийнятний проміжок часу. Аналіз їх роботи показує, що обчислювальні можливості звичайних комп'ютерних чипів на основі транзисторів підходять до своєї межі. За період від року до двох кількість транзисторів в процесорах подвоюється, при цьому зменшується їх розмір. Ця залежність була виявлена Гордоном Муром, одним із співзасновників компанії Intel, в 1965 році, та зберігається по сьогодні [1,ст19]. Ця тенденція не може продовжуватись вічно. Вже зараз лінії на чипі менші за розміром від довжини світлової хвилі. При подальшому зменшенні розмірів на електроні почнуть діяти квантові закони, що унеможливить нормальну роботу таких комп'ютерів. При поточній тенденції розвитку, в 2020 р. транзистори мають складатися лише з однієї молекули, а це неможливо. Ще однією проблемою є тепло, яке виділяє будь-який електроприлад. Яким би незначним було тепло, при зменшенні розмірів приладу воно все одно буде перешкоджати, особливо, коли ці розміри вимірюються мікронами чи частками мікрон. Отже, розвиток комп'ютерів у такому вигляді має межу, до якої вже підійшли. Проте існують задачі, які вимагають значно більших швидкостей обрахунку. До них належать комбінаторні з великою кількістю вхідних параметрів, моделювання складних процесів із багатьма змінними, та інші задачі із експоненційною складністю.

Класичні комп'ютери мають пам'ять, оснований на бітах, де кожен біт представляє одиницю або нуль. Квантові комп'ютери мають послідовність кубітів. Кубіт – це дворівнева квантово-механічна система. Фізичними системами, що реалізують кубіти можуть бути будь-які об'єкти, які реалізують два квантові стани: поляризаційні стани фотону (горизонтальний та вертикальний), електронні стани ізольованих атомів чи іонів, спінові стани ядер і т.д. На відміну від звичайних бітів з лише двома можливими станами, кубіти можуть перебувати у суперпозиції цих станів. Тобто, один кубіт може бути 1, 0, або будь-якою квантовою суперпозицією цих двох станів. Більш того, два кубіти можуть перебувати у суперпозиції їх чотирьох станів (00, 01, 10, 11). В загальному, квантовий комп'ютер з  $N$  кубітами може бути в будь-якій суперпозиції  $2^N$  різних станів одночасно. Проте спостерігати їх можливо лише в одному стані.

Ідея квантових обчислень, власне і полягає в тому, що квантова система з  $N$  дворівневих елементів має  $2^N$  різних лінійно незалежних станів, а значить в наслідку принципу квантової суперпозиції простором станів такого регістру є  $2^N$ - вимірним гільбертовим простором. Операції в квантових обчисленнях відповідають повороту вектора станів в цьому просторі. Такий підхід дозволяє обчислювати деякі задачі кардинально швидше звичайних комп'ютерів.

Квантові комп'ютери працюють наступним чином:

Кубіти переводяться в певний початковий стан, який представляє проблему, над ними виконуються унітарні перетворення, які реалізують певні логічні операції. Обчислення закінчується з виміром усіх станів, переводом кожного кубіта в один з двох чистих станів, отже відповіддю може бути не більше  $N$  класичних бітів інформації.

Для побудови будь-якого обчислення достатньо двох базових операцій. Квантові системи дають результат тільки з певною вірогідністю, що він є правильним. Проте, за рахунок незначного збільшення кількості операцій в алгоритмі можливо як завгодно приблизити цю вірогідність до одиниці. За допомогою базових квантових операцій можна симулювати роботу звичайних логічних елементів, з яких складаються класичні комп'ютери і вирішити будь-яку задачу за той же проміжок часу як за допомогою квантового комп'ютера, так і звичайного. Проте існує ряд задач, які вимагають значного часу обчислень, і квантові комп'ютери вирішують їх значно швидше. Наприклад, пошук в базі даних (квадратичний приріст потужності проти звичайних методів).

До наглядних проблем, які можуть бути вирішені за допомогою квантових комп'ютерів відносяться:

- розклад на множники (безпека даних);
- фізичне моделювання (клімат, економіка, інженерія);
- симуляція (хімія, матеріали);
- пошук в базі даних (біоінформатика) та інші.

Однак, для створення великих квантових комп'ютерів, виникають певні складнощі. Виходячи з [2, ст. 3], вимогами для створення ефективного квантового комп'ютера є:

- фізична масштабованість для збільшення кількості кубітів;
- початкові значення кубітів можна задати довільними;
- квантовий вентиль швидший за час декогеренції;
- універсальний набір воріт;
- можливість з легкістю читати кубіти.

На даний момент значна кількість як приватних, так і державних організацій займається розробкою квантових комп'ютерів. Вже був створений ряд прототипів та тестових екземплярів, проте для масового виробництва ще необхідно провести багато наукових досліджень.

## Література

1. Hutcheson, Dan G. Moore's Law The History and Economics of an Observation that Changed the World // The Electrochemical Society INTERFACE, Spring 2005. - Vol. 14, No. 1.- S. 17-21.
2. David P. DiVincenzo The Physical Implementation of Quantum Computation [Електронний ресурс] / David P. DiVincenzo. - IBM T.J. Watson Research Center. - 2008.
3. Режим доступу: <http://arxiv.org/pdf/Quant-Ph/0002077.pdf> - Назва з екрана.

Северо-Восточный федеральный университет, студент 4 курса  
Научный руководитель Христофорова А.Г., ст. преподаватель  
Технологического института Северо-Восточного федерального университета

## РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ

### СЕТИ WI-FI НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА 802.11N

В информационном обществе Wi-Fi-сети предоставляют пользователям полноценную свободу передвижения и удобство работы. Беспроводные сети организуются не только на производстве. Современный человек, живущий в ногу с телекоммуникационными технологиями, развертывает в своем доме собственную беспроводную Wi-Fi сеть. Схемы построения WiFi сетей, как правило, сводятся к построению соединений типа «точка-точка» или «центр-точки». У данных схем имеется несколько вариантов реализации. На старейшем в Рунете информационно-аналитическом портале об интернет-провайдинге NAG.ru [1] представлены и описаны типовые схемы построения WiFi сетей. Отметим, что в рамках портала ежегодно проводится крупнейшая в стране «Конференция российских операторов связи», участниками которой являются руководители телеком-компаний. Между тем, существует целый ряд проблем (например, падение уровня сигнала Wi-Fi), связанный с поддержанием работоспособности беспроводных сетей. В 2004 году на сайте «Tom's Hardware» (входит в международную сеть изданий «Best of Media») опубликовано «Руководство по решению проблем: когда беспроводные сети мешают друг другу» [4]. Авторы статьи-руководства предлагают вниманию читателей тест, помогающий выявить причину ненадлежащей работы сети – помехи соседней беспроводной сети. Актуальность организации сети беспроводного доступа на базе технологии Wi-Fi в общежитии № 1 Технологического института при СВФУ им. М.К. Аммосова (рис. 1) обусловлена растущей потребностью студентов в качественных услугах беспроводной связи.



Рис. 1. Общежитие № 1 Технологического института СВФУ

Беспроводная сеть, которую планируется реализовать в общежитии, основана на стандарте IEEE 802.11N. Данный стандарт обеспечивает до 300 Мбит/с пропускной способности. Версии маршрутизаторов с поддержкой двойного диапазона способны передавать данные на двух поднесущих (2,4 и 5 ГГц). Отметим, что в версии N частично решена проблема малой дальности связи и ее качества – с помощью технологии MIMO (многоступенчатого приема-передачи данных множеством антенн), которая требовала использования двух или трех антенн. MIMO действует на основе математического вычисления разностного сигнала для группы антенн, что позволяет передать даже слабый сигнал с меньшими потерями и влиянием помех. Благодаря данным нововведениям стандарт позволяет передавать «по воздуху» качественное видео Full HD без потери пакетов (совокупно с Quality of Service (QoS) и ее разновидностью под названием Wi-Fi Multi Media — WMM), а также аудиопотоки [5]. Беспроводной доступ Wi-Fi осуществляется при помощи сертифицированного оборудования с поддержкой стандарта 802.11N.

На официальном сайте D-Link [2] выбрано следующее оборудование:

1. Маршрутизатор DSL-2500U – доступный высокопроизводительный ADSL/Ethernet-маршрутизатор для сетей малых офисов и домашних сетей. Расширенные функции безопасности позволяют минимизировать последствия действий хакеров и предотвращают вторжение в Вашу сеть и доступ к нежелательным сайтам для пользователей Вашей локальной сети. Для управления и настройки DSL-2500U используется простой и удобный встроенный web-интерфейс.

2. Сервер Fujitsu Siemens PRIMERGY TX200 S3 с ноль-канальным RAID-контроллером, дублированными блоками питания, высокоэффективной технологией охлаждения «Cool-safe», встроенным контроллером дистанционного управления. Сеть будет управляться сервером с помощью беспроводного коммутатора.

3. Беспроводной коммутатор DWS-3024L - благодаря этому устройству создаются унифицированные масштабируемые, высокопроизводительные, безопасные и управляемые проводные/беспроводные коммутируемые локальные сети. Располагая портами Gigabit Ethernet, слотами для установки дополнительных модулей 10GE<sup>1</sup>, поддержкой технологии Power over Ethernet и возможностью подключения резервных источников питания, коммутаторы обеспечивают простой переход к беспроводным сетям стандарта 802.11n, быстрое подключение беспроводных устройств вне зависимости от их физического расположения и централизованное управление настройками безопасности. Чтобы восполнить недостаточную зону покрытия в результате выхода из строя точки доступа, например, из-за сбоя питания, коммутатор автоматически увеличивает выходную мощность передатчика соседних точек доступа, чтобы увеличить их зону покрытия.

4. D-Link DAP-2590 – точка доступа D-Link AirPremier N DAP-2590 предназначена для организации локальной сети (LAN). Она может выполнять функции базовой станции для подключения к беспроводной сети устройств, работающих по стандартам 802.11a, 802.11b, 802.11g и 802.11n. Данная точка доступа обеспечивает построение защищенной и управляемой беспроводной локальной сети. DAP-2590 обеспечивает беспроводное соединение на скорости до 300Мбит/с в обоих диапазонах 2,4ГГц и 5ГГц. Поддержка функции Wi-Fi Multimedia (WMM) Quality



of Service делает точку доступа идеальной для передачи аудио, видео и голосовых приложений. Помимо этого, DAP-2590 поддерживает функцию балансировки нагрузки для обеспечения максимальной производительности.

Спроектированная сеть управляется сервером с помощью беспроводного коммутатора DWS-3024L. В 5-этажном общежитии №1 (1-й нежилой этаж с подсобными помещениями) устанавливаем по три точки доступа на 2 и 4 этажах, беспроводной коммутатор – на 3 этаже для охвата каждой точки доступа (рис. 2).

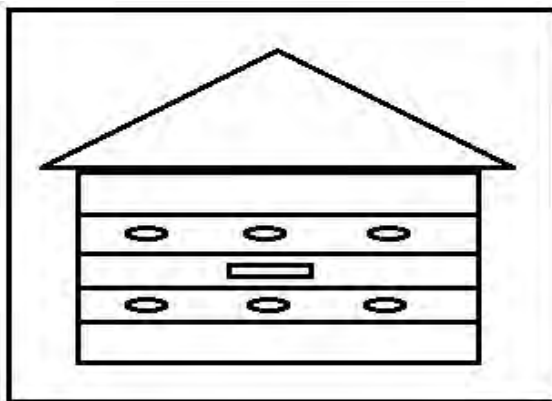


Рис. 2. Организация сети доступа

○ - точки доступа,

- беспроводной коммутатор

Организация сети доступа включает:

1. Установку 6 точек доступа DAP-2590 на 2 и 4 этажах.
2. Размещение беспроводного коммутатора DWS-3024L на 3 этаже.
3. Настройку беспроводного коммутатора и определение точек доступа; обеспечение защиты сети.
4. Организация доступа к сети Internet при помощи широкополосного DSL модема.

Таким образом, схема беспроводной сети имеет следующий вид (рис. 3):

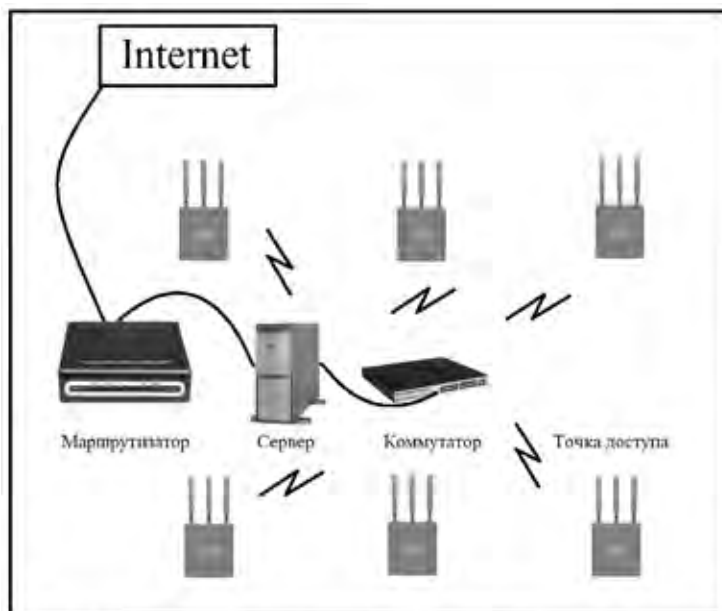


Рис. 3. Схема беспроводной сети в общежитии № 1  
Технологического института СВФУ

По мнению специалистов в области телекоммуникационных технологий [3], при проектировании беспроводной сети следует произвести активное радиообследование зоны покрытия для успешного достижения предсказуемого результата.

## Литература:

1. Информационно-аналитический портал NAG.ru // URL: <http://nag.ru/about/>
2. Официальный сайт оборудования D-Link // URL: <http://www.dlink.ru/>
3. Подходы к планированию и проектированию развитой сети Wi-Fi // URL: [www.WiLife.ru](http://www.WiLife.ru)
4. Руководство по решению проблем: когда беспроводные сети мешают друг другу // URL: <http://www.thg.ru/network/20040312/>
5. Телеком - решения. IEEE 802.11ac – новый высокоскоростной стандарт Wi-Fi // URL: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=20318>

**ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АСИНХРОННЫХ ПРИВОДОВ НА БАЗЕ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ, ВКЛЮЧЕННОЙ ПО СХЕМЕ МАШИНЫ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ, С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В ЦЕПИ СТАТОРА**

Введение. В настоящее время вопрос модернизации существующего оборудования достаточно актуален. Существует часть технологических процессов, где асинхронный двигатель с фазным ротором используется в качестве источника механической энергии. С точки зрения реализации наиболее простым способом расширения диапазона регулирования является включение на коротко цепей ротора и использование его как обычный короткозамкнутый двигатель, но это не является наилучшим решением так как не позволяет использовать весь его потенциал.

Постановка задачи исследования.

Целью работы снижение динамического падения скорости приводов на базе асинхронного двигателя с фазным ротором, включенным по схеме машины двойного питания.

Материал исследования.

Асинхронный двигатель с фазным ротором по схеме машины двойного питания является универсальной машиной.

Подавая регулируемое напряжение в цепи двигателя можно управлять всеми энергетическими потоками машины, кроме того это позволяет предположить, что вследствие этого возможно снизить чувствительность к возмущающим факторам.

Основой для этого выступает модифицированный принцип симметрии, который в применении к стандартной асинхронной машине позволяет получить снижение чувствительности к возмущению [1].

При синтезе векторных полеориентированных систем управления асинхронными двигателями последние независимо от типа ротора представляются в осях  $U$ ,  $V$ , как аналог машины постоянного тока [2]. По оси  $U$  располагается канал регулирования реактивной составляющей, аналог контура возбуждения машины постоянного тока, по оси  $V$  – канал активной составляющей, аналог якорной цепи машины постоянного тока.

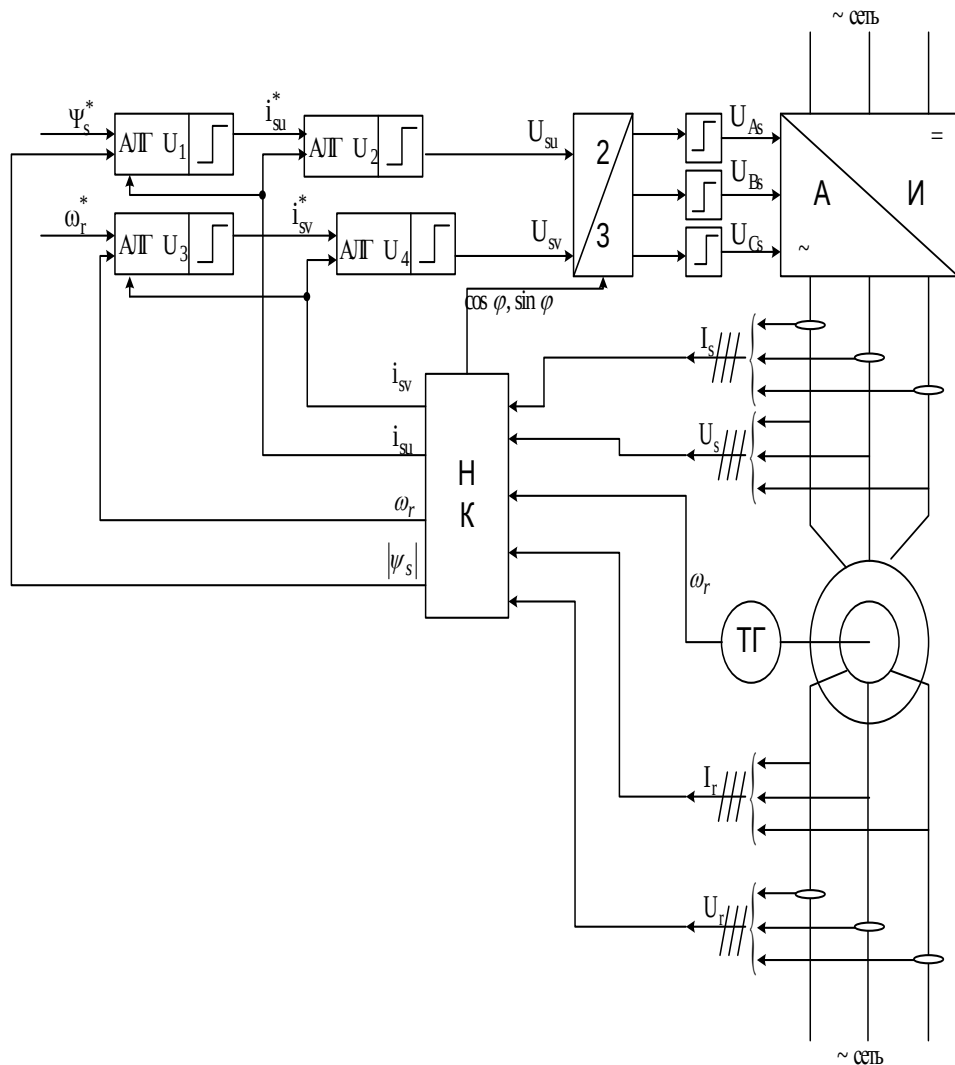
Схем реализации машины двойного питания достаточно много [3, с.73], рассмотрим схему которая показана на рис.1. Такая схема легко реализуема, при условии, что ЭДС ротора близко или равно стандартным значениям.

Для случая, когда асинхронный двигатель включен согласно структурной схемы показанной на рис 1, он может быть описан системой уравнений в осях  $U$ ,  $V$  следующего вида.

$$\left. \begin{aligned} p\psi_{su} &= u_{su} - R_s i_{su}; \\ pi_{su} &= \frac{1}{L_s - L_m K_r} u_{su} - \omega_r i_{sv} - \frac{R_s}{\psi_{su}} i_{sv}^2 - \frac{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}{L_s - L_m K_r} i_{su} + \\ &+ \frac{R_r}{L_r (L_s - L_m K_r)} \psi_{su} + \frac{u_{su}}{\psi_{su}} i_{sv} - \frac{K_r}{L_s - L_m K_r} u_{ru}; \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} p\omega_r &= \frac{3}{2J} N_p \psi_{su} i_{sv} - \frac{M_{cm}}{J}; \\ pi_{sv} &= \frac{1}{L_s - L_m K_r} u_{sv} + \omega_r i_{su} + \frac{R_s}{\psi_{su}} i_{sv} i_{su} - \frac{\omega_r}{L_s - L_m K_r} \psi_{su} - \\ &- \frac{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}{L_s - L_m K_r} i_{sv} - \frac{u_{sv}}{\psi_{su}} i_{su} - \frac{K_r}{L_s - L_m K_r} u_{rv}, \end{aligned} \right\}$$

где  $\Psi_s, u_s, u_r, i_s$  - векторы потокосцеплений, напряжений, токов статора и ротора,  $\omega_r$  - скорости вращения ротора,  $R_s, R_r$  - активные сопротивления фаз статора и ротора,  $N_p$  - числа пар полюсов,  $L_s, L_r$  - индуктивности обмоток фаз статора и ротора  $K_r = L_m/L_r$



«Структурная схема системы» Рисунок 1

где НК- наблюдатель координат, АИ – автономный инвертор, АЛГ U1...4 – алгоритмы регуляторов системы управления, 2/3 - преобразователь координат, ТГ – тахогенератор.

Решив задачу аналитического конструирования регуляторов с использованием модифицированного принципа симметрии [1], получили алгоритмы оптимального управления потокосцепления статора  $\Psi_{su}$ , реактивного тока статора  $i_{su}$ , скорости вращения ротора  $\omega_r$ , и активного тока статора  $i_{sv}$  в

$$\begin{aligned}
 u_{\psi_s} &= u_{\text{sum}} \operatorname{sign} \left( \left( 1 + \frac{\beta_{10}}{p} \right) (\psi_s^* - \psi_s) - \beta_{12} i_{su} \right) \\
 u_{i_{su}} &= u_{\text{sum}} \operatorname{sign} \left( \left( 1 + \frac{\beta_{20}}{p} + \frac{\beta_{200}}{p} \right) (i_{su}^* - i_{su}) \right) \\
 u_{\omega_r} &= u_{\text{svm}} \operatorname{sign} \left( \left( 1 + \frac{\beta_{30}}{p} \right) (\omega_r^* - \omega_r) - \beta_{34} i_{sv} \right) \\
 u_{i_{sv}} &= u_{\text{svm}} \operatorname{sign} \left( \left( 1 + \frac{\beta_{40}}{p} + \frac{\beta_{400}}{p} \right) (i_{sv}^* - i_{sv}) \right)
 \end{aligned}$$

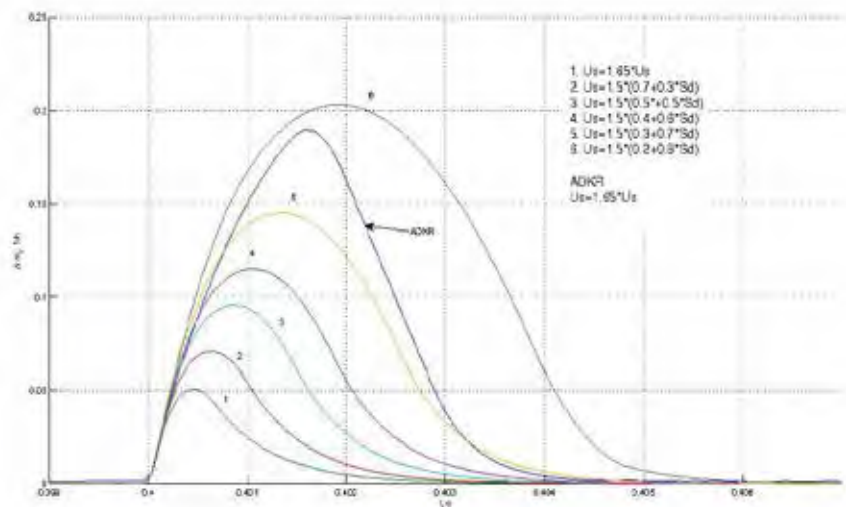
где  $u_{\text{sum}}, u_{\text{svm}}$  - максимальные напряжения питания по соответствующим осям,

$$\beta_{10} = \frac{R_s R_r}{R_s L_r + R_r L_s}, \quad \beta_{12} = -\frac{R_s K_L}{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}, \quad \beta_{20} = \beta_{40} = \frac{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}{K_L}, \quad \beta_{200} = \frac{R_s R_r}{L_r K_L},$$

$$\beta_{30} = \frac{3N_p \psi_{12}^2}{2J \left( R_s + R_r \frac{L_s}{L_r} \right)}, \quad \beta_{34} = \frac{3}{2J} N_p \psi_{12} \frac{K_L}{R_s + R_r \frac{L_s}{L_r}}, \quad \beta_{400} = \frac{3N_p \psi_{12}^2}{2J K_L}.$$

Моделирование переходных процессов проводилось с допущением, что машины работают на линейном участке кривой намагничивания, насыщение магнитной системы отсутствующий.

На рис. 2 показано семейство характеристик динамического падения скорости в системе показанной на рис. 1. Уровень напряжения подводимого к цепи статора изменяется линейно пропорционально скольжению, зависимости показаны на рис. 2.



### «Динамическое падение скорости при регулировании уровня напряжения подводимого к цепи статора» Рисунок 2

Выводы.

Показанные результаты показывают, что в самом простом случае без регулирования уровня подводимого к цепи статора напряжения, динамическое падение скорости значительно меньше чем в случае закорачивания цепей ротора и получения аналога АДКР, кроме того изменение уровня позволяет регулировать подводимую мощность и потери внутри двигателя и тем самым продлить срок его эксплуатации.

### Список литературы

1. Садовой А.В., Сухинин Б.В., Сохина Ю.В. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами. – К.: ИСИМО, 1996. – 298 с.
2. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. / О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, I.C. Кузнецов и др. – М.: Энергоатомиздат, 1983. - 256с.
3. Садовой А. В., Шрамко Ю. Ю. Выбор рациональной структуры силовой схемы системы управления асинхронным двигателем с фазным ротором по схеме машины двойного питания // «Проблемы создания новых машин и технологий Научные труды КГПИ Кременчуг. — 2001. — № 1/2001 (10). —С. 73-78

**Кононюк Євгеній Сергійович**

студент Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» м. Київ

**Галкин Володимир Павлович**

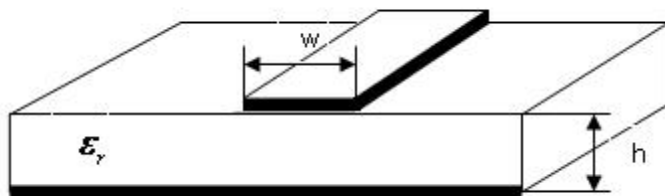
студент Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» м. Київ

## **МОДЕЛЬ МІКРОПОЛОСКОВОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ПАСИВНИХ СВЧ ПРИЛАДІВ НА ПЛАНАРНИХ ЛІНІЯХ ПЕРЕДАЧІ**

Модель мікрополоскової лінії застосовується при розробці пасивних СВЧ приладів, зокрема фільтрів надвисокочастотного діапазону, на основі зв'язаних та багатопарових ліній передачі.

При проектуванні пасивних СВЧ приладів одиночні лінії передачі часто використовуються в якості одиничного елемента: лінії затримки, деяких фільтрів. Це пояснює важливість точності розрахунків її параметрів.

Конфігурація мікрополоскової лінії показана на (рис.1). Мікрополоскова лінія (МПЛ) [1, с. 2619] являє собою несиметричну плоску лінію, струмонесучий провідник якої нанесений на діелектрик з великою відносною діелектричною проникністю ( $\epsilon_r \geq 10$ ). Така лінія легко реалізується, має малі габарити, низьку собівартість при серійному виробництві, високу надійність. Структура поля в МПЛ близька до структури поля поперечної електромагнітної Т-хвилі. Однак розподіл електричного і магнітного поля в середовищі з неоднорідною діелектричною проникністю, в дійсності, відрізняється від поперечної. Наявність позовжніх компонентів приводить до появи дисперсії, і фазова швидкість розподілу хвилі в МПЛ залежить від частоти.



**Рисунок 1- Конфігурація мікрополоскової лінії**

Дисперсійні якості лінії виражені тим краще, чим вище діелектрична проникність основи. Характеристики лінії розраховуються, як правило, в припущенні про розподіл квазі-Т-хвилі, характеризуючоюся відсутністю позовжніх складових



електромагнітного поля, що дозволяє використовувати квазістатичний розподіл. Існує багато феноменологічних та апроксимаційних моделей для розрахунку хвильового опору  $Z_0$  та ефективної діелектричної сталої, які враховують вплив геометричної лінії [2, с. 161; 3, с. 798]. Прості і достатньо точні формули для розрахунку значень  $Z_0$  та  $\varepsilon_{r3}$  в мікрополоскових лініях з полосковим провідником кінцевої товщини приведені в [4, с. 471]:

$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\varepsilon_{r3}} \ln \left( \frac{8h}{W_3} + 0.25 \frac{W_3}{h} \right) & \text{Для } W/h \leq 1 \\ \frac{376.7}{\varepsilon_{r3}} \left[ \frac{W_3}{h} + 1.393 + 0.667 \ln \left( \frac{W_3}{h} + 1.4444 \right) \right]^{-1} & \text{Для } W/h \geq 1 \end{cases}$$

Де

$$\frac{W_3}{h} = \frac{W}{h} + \frac{\Delta W}{h},$$

$$\frac{\Delta W}{h} = \begin{cases} \frac{1.25t}{\pi h} \left( 1 + \ln \frac{4\pi W}{t} \right) & \text{Для } W/h \leq 1/2\pi \\ \frac{1.25t}{\pi h} \left( 1 + \ln \frac{2h}{t} \right) & \text{Для } W/h \geq 1/2\pi \end{cases}$$

Для  $W/h \geq 1/2\pi$

$$\varepsilon_{r3} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2} F(W/h) - Q,$$

$$Q = \frac{\varepsilon_r - 1}{4.6} \frac{t/h}{W/h}, F(W/h) = (1 + 10h/w)^{-1/2}.$$

Вирази для сумарних втрат наведені в [5, с. 340]. Формула втрат в провідниках  $\alpha_{np}$  (дБ/м), отриманих при використанні (Ф.1) може бути записана у вигляді:

$$\alpha = \begin{cases} 1.38A \cdot \frac{R_s}{hZ_0} \cdot \frac{32 - (W_s/h)^2}{32 + (W_s/h)^2}, & \text{Для } W/h \leq 1 \\ 6.1 \cdot 10^{-5} A \cdot \frac{R_s Z_0 \varepsilon_n}{h} \left[ \frac{W_s}{h} + \frac{0.667 \cdot W_s/h}{W_s/h + 1.444} \right], & \text{Для } W/h \geq 1 \end{cases}$$

Де  $W/h$  визначається з (Ф.2),

$$A = 1 + \frac{h}{W_s} \left( 1 + \frac{1}{\pi} \ln \frac{2B}{t} \right), \quad R_s = \pi f \mu_0 \rho,$$

$$B = \begin{cases} h & \text{Для } W/h \geq 1/2\pi \\ 2\pi W & \text{Для } W/h \leq 1/2\pi \end{cases}$$

$\rho$  - питомий опір плоского провідника.

## Список літератури

1. Siddiqui O.F., Mojahedi M., and Eleftheriades G. V. Periodically loaded transmission line with effective negative refractive index and negative group velocity. // IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 51, no.10, pp. 2619-2625, Oct.2003.
2. Lui L., Caloz C., and Itoh T.. Electronically Controlled Transmission-Line Structure as a Novel Leaky-Wave Antenna With Tunable. //IEEE trans. on Microw . Theory Tech. 2005. V.53, no. 1. 161-172.
3. Okabe H., Caloz C., and Itoh T. A compact enhanced-bandwidth hybrid ring using a left-handed transmission line. // IEEE Trans Microw . Theory Tech., vol. 52, no.3, pp. 798-804, Mar. 2004.
4. Horii Y., Caloz C., and Itoh T. Vertical multi-layered implementation of a purely left-handed transmission line for super-compact and dualband devices. //Eur. Microwave Conf., Amsterdam, The Netherlands, Oct.2004, pp.471-474.
5. Grbic T. and Eleftheriades G.V. A backward-wave antenna based on negative refractive index L-C networks. // IEEE AP-S Int. Symp.Dig, vol.4, Jun. 2002, pp. 340-343.

**Крахмалева Ю.Р.**

Доцент, канддат технических наук, кафедра «Прикладная математика»,  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Казахстан

**Джанабаева Г.**

Магистрант 1-го курса, специальность «Математика»,  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Казахстан

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В MAPLE**

Теория дифференциальных уравнений является одной из самых больших разделов современной математики. Основная особенность теории дифференциальных уравнений заключается в непосредственной ее связи с приложениями. Характеризуя математику как метод проникновения в тайны природы, можно сказать, что основным путем применения этого метода является формирование и изучение математических моделей реального мира. Изучая какие-либо физические явления, исследователь, прежде всего создает его математическую идеализацию или, другими словами, математическую модель, то есть, пренебрегая второстепенными характеристиками явления, он записывает основные законы, управляющие этим явлением, в математической форме. Эти законы можно выразить в виде дифференциальных уравнений. Такими оказываются модели различных явлений механики сплошной среды, химических реакций, электрических и магнитных явлений и др.

Важными для приложений являются исследование характера решения, или, как говорят, качественного поведения решения, нахождение методов аналитического решения дифференциальных уравнений. Теоретические исследования теории дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, направленные на нахождение методов аналитического решения представляют основу для проведения разработок экономных методов и методов быстрого вычисления решения для инженеров, физиков и т.д. В связи с этим, на сегодняшний день возрастает роль быстро развивающейся символьной или компьютерной математики, в спектр задач математических пакетов которой, входит проведение математических исследований, требующих вычислений и аналитических выкладок.

Изучение теории дифференциальных уравнений имеет важнейшее значение в математической подготовке будущего инженера. С выводом и применением дифференциальных уравнений и их систем к решению тех или иных прикладных задач студенты инженерных специальностей встречаются при изучении различных общеобразовательных и специальных курсов, таких как физики, теоретической механики, сопротивления материалов, электротехники и др..

Умение применять методы нахождения аналитических решений систем дифференциальных уравнений с использованием пакетов компьютерной математики, отвечает предъявляемым требованиям к подготовке инженера в

ВИД:

$$\begin{cases} x_1 = P_{11}(t)x_1 + \dots P_{1n}(t)x_n \\ \vdots \\ x_n = P_{n1}(t)x_1 + \dots P_{nn}(t)x_n \end{cases} \quad (\text{формула 1})$$

$$P(t) = \{P_k(t)\}, \quad k = 1, \dots, n$$

записывается в виде одного уравнения

$$\dot{x} = P(t)x. \quad (\text{формула 2})$$

Методику нахождения аналитического решения системы дифференциальных уравнений средствами современного пакета математической программы Maple [3, с. 266; 4, с. 185] представим в виде алгоритма (табл. 1).

Таблица 1.

Алгоритм решения системы линейной однородной системы  $\dot{X} = P(t)X$ , где  $P(t) = \{P_{jk}(t)\}$ ,  $(j, k = 1, \dots, n)$  - матрица, элементы которой являются непрерывными функциями на интервале  $(a, b)$  в Maple.

| №  | Наименование процедуры                                                | Последовательность выполнения команд                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Подготовка, ввод данных                                               | <b>Очистка переменных и констант</b><br><b>Ввод системы уравнений:</b><br>R1<br><b>Запись системы через дифференциалы:</b><br>R2:=convert(R1,diff)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2. | Подключение дополнительных возможностей Maple                         | <b>Подключение пакета линейной алгебры</b><br>with(LinearAlgebra)<br><b>Создание матрицы коэффициентов</b><br>R3:=GenerateMatrix(R2)<br><b>Задание матрицы решений</b><br>R4:=S(t)=Matrix(colon(...,...))<br><b>Задаем матрицу переменных</b> R5:=Y=Matrix(y1,y2,y3)                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3. | Понижение порядка системы                                             | <b>Находим произведение матриц</b><br>R6:=X=MatrixMatrixMultiply(R4,R5)<br><b>Задаем матрицу переменных</b><br>R7:=X=Matrix(x1,x2,x3)<br><b>Получаем матричное уравнение</b><br>R6:= X=S*Y<br><b>Дополняем матричное уравнение</b><br>R8:=<br><b>Разбиваем матричное уравнение на систему отдельных уравнений</b><br>B1:=<br><b>Находим первые производные от системы уравнений</b><br>C1:=<br>C2:=<br>C3:=<br><b>Подставляем новые переменные и их производные в первоначальную систему уравнений</b><br>S1:=<br>S2:=<br>S3:= |
| 4. | Решение системы дифференциальных уравнений.<br><br>Нахождение ответа. | <b>Задаем искомые функции в новой системе дифференциальных уравнений</b><br>tt:=[y1,y2,y3]<br><b>Решаем полученную систему дифференциальных уравнений</b><br>Ds:=dsolve(S1,S2,S3,tt)<br><b>Находим окончательное значение искомых функции первоначальной системы</b><br>simplify(Ds,B1,B2,B3)                                                                                                                                                                                                                                  |

Приведем блок схему решения системы линейной однородной системы дифференциальных уравнений (ф.2).



Рис 1.

Блок схема алгоритма решения линейных однородных систем дифференциальных уравнений

Практическую реализацию методики нахождения аналитического решения системы линейных дифференциальных уравнений в Maple приведем на примере. Решение системы линейных дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = t^{-1}x_1 + tx_2 - x_3 \\ \dot{x}_2 = t^{-1}x_1 - tx_2 + x_3 \\ \dot{x}_3 = x_1 + x_2 \end{cases}$$

если известно независимое решение системы  $\varphi^1 = (t, t, t^2)$  с использованием вышеописанного алгоритма будет иметь следующий вид:

> **restart;**

> **R1:=D(x[1])(t)=t\*\*(-1)\*x[1](t)+t\*x[2](t)-x[3](t), D(x[2])(t)=t\*\*(-1)\*x[1](t)-t\*x[2](t)+x[3](t),D(x[3])(t)=x[1](t)+x[2](t);**

$$R2 := \frac{d}{dt}x_1(t) = \frac{x_1(t)}{t} + tx_2(t) - x_3(t), \frac{d}{dt}x_2(t) = \frac{x_1(t)}{t} - tx_2(t) + x_3(t),$$

$$\frac{d}{dt}x_3(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

> **R2:=convert(R1[1],diff),convert(R1[2],diff),convert(R1[3],diff);**

$$R2 := \frac{d}{dt}x_1(t) = \frac{x_1(t)}{t} + tx_2(t) - x_3(t), \frac{d}{dt}x_2(t) = \frac{x_1(t)}{t} - tx_2(t) + x_3(t),$$

$$\frac{d}{dt}x_3(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

> **A1:=R2[1];A2:=R2[2];A3:=R2[3];**

$$A1 := \frac{d}{dt}x_1(t) = \frac{x_1(t)}{t} + tx_2(t) - x_3(t)$$

$$A2 := \frac{d}{dt}x_2(t) = \frac{x_1(t)}{t} - tx_2(t) + x_3(t)$$

$$A3 := \frac{d}{dt}x_3(t) = x_1(t) + x_2(t)$$

> **with(LinearAlgebra):**

> **R3:=GenerateMatrix([R2], [x[1](t), x[2](t), x[3](t)]);**

$$R3 := \begin{bmatrix} -\frac{1}{t} & -t & 1 \\ -\frac{1}{t} & t & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -\left(\frac{d}{dt}x_1(t)\right) \\ -\left(\frac{d}{dt}x_2(t)\right) \\ -\left(\frac{d}{dt}x_3(t)\right) \end{bmatrix}$$

> **R4:=S(t)=Matrix([[t,0,0],[t,1,0],[t\*\*2,0,1]]);**

$$R4 := S(t) = \begin{bmatrix} t & 0 & 0 \\ t & 1 & 0 \\ t^2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

> **R5:=Y=Matrix(3,1,[y[1],y[2],y[3]](t));**

$$R5 := Y = \begin{bmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \\ y_3(t) \end{bmatrix}$$

> **R6:=X=MatrixMatrixMultiply(rhs(R4), rhs(R5));**

$$R6 := X = \begin{bmatrix} t y_1(t) \\ t y_1(t) + y_2(t) \\ t^2 y_1(t) + y_3(t) \end{bmatrix}$$

> **R7:=X=Matrix(3,1,[x[1],x[2],x[3]](t));**

$$R7 := X = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix}$$

> **R6:=subs(R7,R6);**

$$R6 := \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t y_1(t) \\ t y_1(t) + y_2(t) \\ t^2 y_1(t) + y_3(t) \end{bmatrix}$$

> **R7:=X=Matrix([[x[1](t)], [x[2](t)], [x[3](t)]]);**



$$R7 := X = \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix}$$

> **R8:=subs(R7,R6);**

$$R8 := \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t y_1(t) \\ t y_1(t) + y_2(t) \\ t^2 y_1(t) + y_3(t) \end{bmatrix}$$

**B1:=lhs(R8)[1,1]=rhs(R8)[1,1];B2:=lhs(R8)[2,1]=rhs(R8)[2,1];B3:=lhs(R8)[3,1]=rhs(R8)[3,1];**

$$B1 := x_1(t) = t y_1(t)$$

$$B2 := x_2(t) = t y_1(t) + y_2(t)$$

$$C1 := \frac{u}{dt} x_1(t) = y_1(t) + t \left( \frac{u}{dt} y_1(t) \right)$$

> **C1:=diff(lhs(R8)[1,1],t)=diff(rhs(R8)[1,1],t);**

**C2:=diff(lhs(R8)[2,1],t)=diff(rhs(R8)[2,1],t);C3:=diff(lhs(R8)[3,1],t)=diff(rhs(R8)[3,1],t);**

$$C1 := \frac{d}{dt} x_1(t) = y_1(t) + t \left( \frac{d}{dt} y_1(t) \right)$$

$$C2 := \frac{d}{dt} x_2(t) = y_1(t) + t \left( \frac{d}{dt} y_1(t) \right) + \left( \frac{d}{dt} y_2(t) \right)$$

$$C3 := \frac{d}{dt} x_3(t) = 2 t y_1(t) + t^2 \left( \frac{d}{dt} y_1(t) \right) + \left( \frac{d}{dt} y_3(t) \right)$$

> **S1:=subs(C1,lhs(A1))=subs(B1,subs(B2,subs(B3,rhs(A1))));**

$$S1 := y_1(t) + t \left( \frac{d}{dt} y_1(t) \right) = y_1(t) + t (t y_1(t) + y_2(t)) - t^2 y_1(t) - y_3(t)$$

> **S2:=subs(C2,lhs(A2))=subs(B1,subs(B2,subs(B3,rhs(A2))));**

$$S2 := y_1(t) + t \left( \frac{d}{dt} y_1(t) \right) + \left( \frac{d}{dt} y_2(t) \right) = y_1(t) - t(t y_1(t) + y_2(t)) + t^2 y_1(t) + y_3(t)$$

> **S3:=lhs(subs(C3,A3))=subs(B1, rhs(subs(B2,A3)));**

$$S3 := 2 t y_1(t) + t^2 \left( \frac{d}{dt} y_1(t) \right) + \left( \frac{d}{dt} y_3(t) \right) = 2 t y_1(t) + y_2(t)$$

> **tt:=[y[1](t),y[2](t),y[3](t)];**

$$tt := [y_1(t), y_2(t), y_3(t)]$$

> **Ds:=dsolve([S1,S2,S3],tt);**

$$Ds := \left\{ y_1(t) = \frac{1}{2} {}_2C3 \operatorname{Ei} \left( 1, \frac{t^2}{2} \right) + {}_2C1, y_2(t) = {}_2C2 + {}_2C3 \sqrt{\pi} \sqrt{2} \operatorname{erf} \left( \frac{\sqrt{2} t}{2} \right), \right. \\ \left. y_3(t) = {}_2C2 t + t {}_2C3 \sqrt{\pi} \sqrt{2} \operatorname{erf} \left( \frac{\sqrt{2} t}{2} \right) + {}_2C3 e^{\left( -\frac{t^2}{2} \right)} \right\}$$

> **simplify(subs(Ds,B1));**

$$x_1(t) = \frac{1}{2} t \left( {}_2C3 \operatorname{Ei} \left( 1, \frac{t^2}{2} \right) + 2 {}_2C1 \right)$$

> **simplify(subs(Ds,B2));**

$$x_2(t) = \frac{1}{2} t {}_2C3 \operatorname{Ei} \left( 1, \frac{t^2}{2} \right) + t {}_2C1 + {}_2C2 + {}_2C3 \sqrt{\pi} \sqrt{2} \operatorname{erf} \left( \frac{\sqrt{2} t}{2} \right)$$

> **simplify(subs(Ds,B3));**

$$x_3(t) = \frac{1}{2} t^2 {}_2C3 \operatorname{Ei} \left( 1, \frac{t^2}{2} \right) + t^2 {}_2C1 + {}_2C2 t + t {}_2C3 \sqrt{\pi} \sqrt{2} \operatorname{erf} \left( \frac{\sqrt{2} t}{2} \right) + {}_2C3 e^{\left( -\frac{t^2}{2} \right)}.$$

## Литература

1. А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченкова «Вычислительные методы для инженеров», 1994
2. Ю.Н. Бибииков «Курс обыкновенных дифференциальных уравнений», Москва, Высшая школа, 1991
3. Е. Алексеев «Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9», 2006 г., 496 стр.
4. С.Е. Савченко, Т.Г. Кузьмичева, «Методы решения задач в Maple», Москва, Наука, Физматлит, 2005

**Крахмалева Ю.Р.**

Доцент, кандидат технических наук, кафедра «Прикладная математика»,  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Казахстан

**Захарова Н.**

Студентка 2-го курса, специальность «Математика»,  
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Казахстан

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРОИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ ДВИЖЕНИЯ ОТКРЫТОГО ПОТОКА С УЧЕТОМ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ И НЕРАВНОМЕРНОСТИ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ

В гидротехнической практике зачастую возникают задачи по управлению потоками в водопроводящих трактах гидротехнических сооружений. Для решения этих задач широко применяются математические модели течения воды на ЭВМ. При этом возникают проблемы с выбором такой математической модели, которая обеспечивала бы отражение реальной картины течения и минимальные затраты на программное обеспечение и ресурсы ЭВМ.

Наиболее близка к реальному потоку математическая модель быстроизменяющегося движения открытого потока, учитывающая распределение давления и скорости по глубине потока:

$$h_j = E_{j-1} + \left( \frac{dz_d}{dx} - i_{m,j} \right) dx - \frac{u_{h,j}^2}{2g}, \quad (\text{формула 1})$$

$$E_{j-1} = h_{j-1} + \frac{u_{h,j}^2}{2g}, \quad (\text{формула 2})$$

$$i_{m,j} = \lambda_{d,j} \frac{u_{c,j}^2}{8gh_j}, \quad (\text{формула 3})$$

$$u_{c,j} = \frac{g}{h_j}, \quad (\text{формула 4})$$

$$u_{h,j} = u_{h,x,j} \left( 1 + \left( \frac{dh_j}{dx} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (\text{формула 5})$$

где  $h_j$  - глубина потока по нормали к дну канала,  $E_{j-1}$  - удельная энергия потока в расчетной точке,  $Z_d$  - отметка дна канала,  $g$  - ускорение силы тяжести,  $u_{h,j}$  - полная скорость на свободной поверхности потока в расчетной точке,  $i_{m,j}$  - уклон трения в расчетной точке,  $\lambda_{d,j}$  - коэффициент гидравлического трения,  $u_{c,j}$  - средняя скорость по сечению.

Одним из путей уточнения математической модели (ф.1)-(ф.5) является учет сил гидравлических сопротивлений. Для учета гидравлических сопротивлений в систему уравнений, описывающих движение потока, вводят уравнение изменения удельной энергии в интегральной форме по всему живому сечению:

$$\frac{1}{F} \int_0^F \frac{dE}{ds} = \frac{dz_d}{ds} - i_{mp} = i_0 - i_{mp}, \quad (\text{формула 6})$$

где  $E$  - удельная энергия потока осредненная по всему живому сечению потока,  $i_0$  - уклон дна канала;  $i_{mp}$  - гидравлический уклон сил трения.

Гидравлический уклон сил трения зависит от гидравлического радиуса, шероховатости русла и средней скорости потока. Наиболее распространены две формы определения уклона трения. Первая, известная как формула Шези

$$u_c = C \sqrt{R i_0} \quad \text{или} \quad i_{mp} = \frac{u_c^2}{C^2 R}, \quad (\text{формула 7})$$

где  $C$  - коэффициент Шези;  $R$  - гидравлический радиус ( $R = \frac{F}{\chi}$ , где  $\chi$  - смоченный периметр живого сечения).

Вторая, формула Дарси- Вейсбаха, в виде

$$i_{mp} = \lambda_d \frac{u_c^2}{2 D g}, \quad (\text{формула 8})$$

где  $\lambda_d$  - коэффициент гидравлического трения;  $u_c$  - средняя скорость потока по сечению;  $D$  - приведенный гидравлический диаметр ( $D = 4R$ , где  $R$  - гидравлический радиус).

Приравнявая гидравлические уклоны трения по формулам (ф.7) и (ф.8), получим формулу перехода от коэффициента гидравлического трения к коэффициенту Шези и наоборот:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda_d}} \quad (\text{формула 9})$$

и

$$\lambda_d = \frac{8g}{\tilde{N}^2}. \quad (\text{формула 10})$$

Коэффициент гидравлического трения зависит от режима течения и относительного шероховатости поверхности ложа русла. Режим течения определяется числом

Рейнольдса ( $Re = \frac{ud}{\nu}$ ) от значений которого различают следующие области течения: «гладкого сопротивления», «переходная», «квадратичного сопротивления».

Рассматриваемая нами задача сопряжения бурного потока со спокойным лежит в области «квадратичного сопротивления», поэтому рассмотрим эту область. Критерием, определяющим нижнюю границу этой области, является соотношение

$$\Delta \geq \frac{2,55 \times 10^{-6}}{\sqrt{RJ}}, \quad (\text{формула 11})$$

где  $\Delta$  - эквивалентная абсолютная шероховатость поверхности ложа русла (в м.);  $R$  - гидравлический радиус (в м.);  $J$  - гидравлический уклон трения.

Важнейшей геометрической характеристикой поверхности, обтекаемой потоком, является *эквивалентная абсолютная шероховатость поверхности*  $\Delta$ . Величина  $\Delta$  обычно измеряется в мм и является некоторой интегральной характеристикой выступов реальной поверхности (высотой  $\Delta$  на расстоянии не более  $5\Delta$  и поперек  $2\Delta$ ), [1, с. 624]. Значения  $\Delta$  устанавливаются экспериментальным путем и принимаются по таблицам справочников по словесному описанию качества поверхности материала ложа русла [2, с. 343]

Кроме описания геометрических характеристик поверхности через эквивалентную абсолютную шероховатость широко распространено описание через *коэффициент шероховатости*  $n$ , который также выбирают по словесному описанию ложа русла. Однако, известные шкалы коэффициентов шероховатости  $n$  обладают большей неопределенностью, чем шкалы эквивалентной абсолютной шероховатости  $\Delta$ , поэтому справочные руководства [3, с. 639] рекомендуют гидравлические сопротивления определять по величине эквивалентной абсолютной шероховатости.

Для каналов, работающих в квадратичной области сопротивления, в которой присутствует значительная шероховатость и высокая скорость течения воды руководство [1, с. 753] рекомендует коэффициент Шези определять по формулам:

$$C = 24 \lg \frac{2R}{\Delta} \quad (\text{формула 12})$$

или

$$C = 25 \left( \frac{R}{\Delta} \right)^{\frac{1}{6}}$$

( формула 13)

Р.И. Вагапов в [4, с. 44] на основе натурных измерений и обобщения экспериментальных данных многих авторов: К.И. Арсенашвили [5, с. 183] , В.В. Смыслова- А.А. Рябенко [6, с. 3] , Е.П. Федорова [7, с. 279] , В.Ф. Талмазы [8, с. 204]

установил, что в «околокритической» области ( $Fr = 0,2...4,0$ ) коэффициент гидравлического трения несколько выше и может быть определен по

$$\lambda_d = \frac{1}{\left( 2 \lg \frac{2R}{\Delta} + 1,53 \right)^2} \quad (\text{формула 14})$$

Для математического моделирования необходимо выбрать одну зависимость, охватывающую всю физическую область моделирования. Учитывая, что в реальных условиях может возникнуть задача использования повышенной или искусственной шероховатости, область применимости выбранной зависимости должна охватывать

изменения  $\frac{2R}{\Delta} = 5, \dots, 2000$ . Для выбора зависимости проведем сравнения (ф.9),

(ф.12) и (ф.13) в интервале относительной шероховатости, приведенной выше, и сравним их с имеющими экспериментальными данными как для бетонных поверхностей [7, с. 258; 9, с. 109] так и для повышенной шероховатости и горных речных русел. Сравнение значений коэффициент Шези , вычисленных по (ф.12), (ф.13), (ф.14) с экспериментальными данными приводится (табл. 1) .

Таблица 1.

Сравнение расчетных формул по определению коэффициента Шези  $\tilde{N}$  .

| № | $\frac{R}{\Delta}$ | $\frac{2R}{\Delta}$ | $C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda_d}}$ | $C = 24 \lg \frac{2R}{\Delta}$ | $C = 25 \left( \frac{R}{\Delta} \right)^{\frac{1}{6}}$ | Экспери-<br>мент.<br>данные |
|---|--------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1000               | 2000                | 0,0151                            | 79,22                          | 79,06                                                  | 72,02                       |
| 2 | 500                | 1000                | 0,0176                            | 72,00                          | 70,43                                                  | 66,78                       |
| 3 | 100                | 200                 | 0,0266                            | 55,22                          | 53,86                                                  | 54,31                       |
| 4 | 50                 | 100                 | 0,0327                            | 48,00                          | 47,98                                                  | 48,99                       |
| 5 | 20                 | 40                  | 0,0411                            | 40,78                          | 42,75                                                  | 43,70                       |
| 6 | 10                 | 20                  | 0,583                             | 31,22                          | 36,69                                                  | 36,60                       |
| 7 | 5                  | 10                  | 0,803                             | 24,00                          | 32,69                                                  | 31,27                       |
| 8 | 2,5                | 5                   | 0,1166                            | 16,77                          | 29,12                                                  | 25,94                       |

Как видно из сравнения, (ф.12) и (ф.13) дают близкие результаты в области

изменения  $\frac{R}{\Delta} = 50, \dots, 1000$ . Однако приведенные экспериментальные данные лежат несколько ниже и ближе к зависимости (ф.13). В области большой шероховатости, приведенным экспериментальным данным, лучше соответствует зависимость (ф.12). Таким образом, можно принять за расчетную формулу в определении коэффициента гидравлических сопротивлений зависимость (ф.12).

Значения эквивалентной абсолютной шероховатости для некоторых видов облицовки приведены (табл. 2).

Таблица 2.

Значения эквивалентной шероховатости для бетонных поверхностей по [1, с. 199; 3, с. 40] .

| № | Способ изготовления , состояние поверхности                     | $\Delta$ (мм) |
|---|-----------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Лотки изготовленные в металлической опалубке                    | 0,25          |
| 2 | Каналы из Г-блоков, дно из ж/б плит                             | 1,0           |
| 3 | Каналы из Г-блоков, дно из монолитного бетона                   | 1,5           |
| 4 | Монолитный бетон, заглаженный штукатуркой                       | 2,0           |
| 5 | Монолитный бетон, выровненный рейкой                            | 2,5           |
| 6 | Монолитный бетон, поврежденный после 10 лет эксплуатации        | 3,0           |
| 7 | На поверхности бетона глубокие выбоины, поврежденная штукатурка | 5-10          |
| 8 | Каменная отмостка                                               | 25-50         |

## Литература

1. Гидравлические расчеты водосбросных гидротехнических сооружений. Справочное пособие./ Под ред. Д.Д.Лапко, А.Б. Векслера, Т.Г. Войнич – Сяноженцкого и др.- М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Справочник по гидравлике/Под ред. В.А. Большакова, Ю.М. Константинова, В.Н. Попова и др.- Киев: Головное издательство. Издательство объединения «Вища школа», 1984.
3. Штеренлихт Д.В. Гидравлика- М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Вагапов Р.И. Методы гидравлического расчета водопроводящих трактов и сооружений открытых оросительных систем при бурном режиме течения: Автореф. дис. док.- М. : МГМИ, 1994.
5. Арсенашвили К.И. Воздействие набегающих волн на гидротехнические сооружения. – Тбилиси: «Сабчота Сакартвело», 1961.

6. Смылова В.В., Рябенко А.А. О сопротивлении установившегося безнапорного потока воды при наличии волнообразной поверхности/ Гидравлика и гидротехника.- Киев: «Техніка»,1976.
7. Федоров Е.П. Результаты натурных исследований катящихся вволн на быстротоках / Тр. коорд. совещаний по гидротехнике. – М.-Л.: Энергоиздат,1963.
8. Талмаза В.Ф. , Крошкин А.Н. Гидроморфометрические характеристики горных рек.- Фрунзе: Изд-во «Кыргызстан»,1988.
9. Талмаза В.Ф., Федотов В.И.. Гидравлические сопротивления бетонированных быстроточных каналов/ Вопросы водного хозяйства. Гидротехника- Фрунзе: «Кыргызстан», 1992-26.
10. Бетонные облицовки оросительных каналов / Вопросы водного хозяйства. Гидротехника- Фрунзе: «Кыргызстан», 1992.



**Крахмалева Ю.Р.,**

доцент, кандидат технических наук, кафедра «Прикладная математика»,  
Таразский Государственный университет им. М.Х. Дулати,

г. Тараз, Казахстан

**Муханова Г.**

студентка 4-го курса, специальность «Математика»,

Таразский Государственный университет им. М.Х. Дулати,

г. Тараз, Казахстан

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ MAPLE ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ И РЕШЕНИИ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

В настоящее время процесс информатизации общества стал одним из наиболее значимых глобальных процессов современного мира. Одним из его приоритетных направлений является информатизация образования, которая создает материальную и методологическую основу для возникновения и развития новых форм и методов образования .

Сегодня активно развиваются интегрированные среды, основанные на алгоритмических языках, увеличиваются возможности применения универсальных математических систем таких как Maple, Mathematica, MATLAB, MatCad и др. Эти системы имеют дружелюбный интерфейс, реализуют множество стандартных и специальных математических операций, снабжены мощными графическими средствами и обладают собственными языками программирования.

К особенностям использования математической системы типа Maple в учебном процессе при преподавании курса высшей алгебры относится отработка основных алгоритмов алгебры, при этом трудностей при вычислении определителей и рангов матриц больших размерностей, а также систем линейных алгебраических уравнений, в которых любое число входящих уравнений не возникает .

Рассмотрим методику исследования систем линейных алгебраических  $n$  уравнений с  $m$  неизвестными с помощью математической системы Maple. Данная методика направлена, с одной стороны, на формирование у обучающихся математических умений и навыков использования средств алгебры, с другой стороны – на овладение конкретными алгоритмами практического применения информационных технологий в математике.

При исследовании и решении систем линейных алгебраических  $n$  уравнений с  $m$  неизвестными



$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 + 3x_5 + x_6 = 7 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 + x_5 - x_6 = 1 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4 + 5x_5 - x_6 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 - 2x_4 - 4x_5 + 4x_6 = -1 \end{cases}$$

> with(linalg):

> A:= matrix(4,6, [1,2,1,1,3,1,1,2,1,2,1,-1,1,2,1,-1,5,-1,1,2,1,-2,-4,4]);

$$A := \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & 1 & -1 & 5 & -1 \\ 1 & 2 & 1 & -2 & -4 & 4 \end{bmatrix}$$

> rank(A);

4

> B:= matrix(4,7, [1,2,1,1,3,1,7,1,2,1,2,1,-1,1,1,2,1,-1,5,-1,2,1,2,1,-2,-4,4,-1]);

$$B := \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 & 3 & 1 & 7 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & -1 & 5 & -1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 & -2 & -4 & 4 & -1 \end{bmatrix}$$

> rank(B);

4

> gausselim(B);

> A:= matrix(4,6, [1,2,1,1,3,1,1,2,1,2,1,-1,1,2,1,-1,5,-1,1,2,1,-2,-4,4]);

B:=vector([7,1,2,-1]);

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 & 3 & 1 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & -2 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & -6 & -17 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 36 & \frac{169}{2} \end{bmatrix}$$

$$A := \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & -1 \\ 1 & 2 & 1 & -1 & 5 & -1 \\ 1 & 2 & 1 & -2 & -4 & 4 \end{bmatrix}$$
$$B := \begin{bmatrix} 7 & 1 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

> X:=linsolve(A,B,r,c);

$$X := \begin{bmatrix} -\frac{4}{3} & -2c_1 & -c_2 & c_1 & c_2 & \frac{29}{18} & \frac{35}{24} & \frac{169}{72} \end{bmatrix}$$

После отработки пошаговых алгоритмических действий есть возможность воспользоваться готовыми встроенными алгоритмами для решения более сложных комплексных задач, где требуется использовать целый набор алгоритмов.

Как видно, эффективное применение систем компьютерной алгебры практически невозможно без четкого понимания основ высшей математики. Невозможно оно и без творческого участия пользователя как в постановке решения задач, так и в контроле и отборе результатов их решения. В большинстве математических систем используются специальные опции и директивы, направляющие решение в нужное русло. В какое именно — должен определить пользователь, владеющий нужными для этого математическими понятиями. Кроме того, именно пользователю необходимо проверить полученные результаты и убедиться в их достоверности.

Применение математических систем в преподавании математических дисциплин позволяет значительно облегчить проведение объемных математических вычислений, повысить возможности визуализации результатов вычислений.

## Литература

1. Е. Алексеев «Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9», 2006 г., 496 стр.
2. С.Е. Савченко, Т.Г. Кузьмичева, «Методы решения задач в Maple», Москва, Наука, Физматлит, 2005