

MATERIALS  
OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
AND PRACTICAL CONFERENCE

**«CUTTING-EDGE SCIENCE -  
2015»**

April 30 - May 7, 2015

**Volume 27  
Mathematics  
Physics  
Modern information technologies**

Sheffield  
SCIENCE AND EDUCATION LTD  
2015

SCIENCE AND EDUCATION LTD

Registered in ENGLAND & WALES  
Registered Number: 08878342

OFFICE 1, VELOCITY TOWER, 10 ST. MARY'S GATE, SHEFFIELD, S  
YORKSHIRE, ENGLAND, S1 4LR

**Materials of the XI International scientific and practical  
conference, «Cutting-edge science», - 2015.**

Volume 27. Mathematics. Physics. Modern information  
technologies. Sheffield. Science and education LTD - 88 стр.

**Editor:** Michael Wilson

**Manager:** William Jones

**Technical worker:** Daniel Brown

Materials of the XI International scientific and practical conference,  
«Cutting-edge science», April 30 - May 7, 2015  
on Mathematics. Physics. Modern information technologies.

For students, research workers.

ISBN 978-966-8736-05-6

© Authors, 2015

© SCIENCE AND EDUCATION LTD, 2015

**COMPUTER ENGINEERING AND PROGRAMMING**

<b>Буянкин В.М.</b> Пути увеличения быстродействия обучения нейроидентификаторов .....	53
<b>Хрусталеv В.И., Пинясов-Потёмкин Е.А.</b> Применение микроконтроллеров Arduino при разработке программно-аппаратного комплекса «Управление освещением в умном доме» .....	60
<b>Kameshova S.S., Rauyl Olzhas</b> Recognition technology of speech signal .....	63
<b>Рамазанов М.К., Соротник Н.В.</b> Кроссплатформенная разработка на мобильных устройствах .....	65
<b>Биктимирова В.Б.</b> Разработка учебных видеороликов с использованием программ для видеомонтажа .....	68

**SOFTWARE**

<b>Микула О.Н.</b> Организация сетевого интерактивного обучения .....	70
<b>Zharmagambetova G.O.</b> Information technology in business .....	72
<b>Кенжалиев А.Ж., Исамбаева Г.М.</b> Информатизация начального образования в Республике Казахстан .....	73
<b>Жетимекова Г.Ж., Қали Ғ.Қ.</b> Бағдарламалық өнімді құру ерекшеліктері .....	75
<b>Маногаров А.И., Дробязко А.Н., Забара И.С., Значко В.Н., Ковальчук М.А., Парфенова И.А., Хилько Е.А., Цой Д.Д.</b> Построение сцен и изображений объектов при помощи программируемого бесконтактного активного 3D-сканера .....	82

**INFORMATION SECURITY**

<b>Пазюра О.В., Мелешко О.О.</b> Додатковий захисту мобільного зв'язку .....	84
--	----

## CONTENTS

## MATHEMATICS

## APPLIED MATHEMATICS

<b>Абатов Н.Т.</b> Об области определения некоторых функции .....	3
<b>Ryaboshtan O.F., Milenin A.M., Skofenko S.M.</b> Differential equations manifold surface of gas turbine blades.....	7
<b>Зинченко А.Б., Глыбин Г.Ю., Аль Джабери Х.С.</b> Двухэтапные решения кооперативной CS-игры.....	10
<b>Хомченко А.Н.</b> Функция – «пагода»: известная и неизвестная .....	16
<b>Кабулова Е.Г.</b> Многоуровневая система моделей подсчета запасов железной руды в металлургической отрасли .....	22
<b>Кабулова Е.Г.</b> Многоуровневое моделирование процесса разработки железорудных месторождений .....	25
<b>Таттибеков К.С.</b> Компьютерное моделирование магнетиков с деформируемой решеткой .....	27

## PHYSICS

## THEORETICAL PHYSICS

<b>Байгусова М.М.</b> Исследование влияния мобильной связи на параметры электронного парамагнитного резонанса.....	32
--	----

## SOLID-STATE PHYSICS

<b>Сичікова Я.О.</b> Дослідження ямок травлення як метод спостереження дефектної структури InP.....	35
<b>Дунский М.М.</b> Структурные особенности и свойства твердых электролитов.....	37

## MOLECULAR PHYSICS

<b>Поленов В.С.</b> Распространение звуковых волн в насыщенной жидкостью наследственно упругой пористой среде.....	40
--	----

## MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

## COMPUTER ENGINEERING

<b>Новоселова О.В., Любчикова О.В.</b> Реструктуризация процесса выполнения задачи по временной характеристике на этапе предпроектного обследования.....	49
--	----

## MATHEMATICS

## APPLIED MATHEMATICS

**К.ф.м.н., доцент Абатов Н.Т.**

*Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова,  
Казахстан*

## ОБ ОБЛАСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИИ

Выпускники школ затрудняются при поиске области определения некоторых сложных функции. Поэтому рассмотрим такие задачи и укажем способы их решения.

№1. Найдите область определения функции

$$y = \sqrt{\cos x - \cos 2x}.$$

Решение. Область определения данной функции должна удовлетворять условию

$$\cos x - \cos 2x \geq 0.$$

Это – тригонометрическое неравенство. Применяем формулу

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha.$$

Тогда имеем:

$$\cos x - \cos^2 x + \sin^2 x \geq 0.$$

Введем замену  $y = \cos x$ . Тогда получаем квадратное неравенство

$$y - y^2 + 1 - y^2 \geq 0, \quad -2y^2 + y + 1 \geq 0.$$

Применяем метод интервалов. Тогда множество  $-0,5 \leq y \leq 1$  является решением квадратного неравенства.

Произведем обратную замену  $y = \cos x$ . Тогда получаем:  $-0,5 \leq \cos x \leq 1$ .

Это двойное неравенство равносильно неравенству  $\cos x \geq -0,5$ . Решением этого неравенства является множество

$$-\frac{2\pi}{3} + 2\pi n \leq x \leq \frac{2\pi}{3} + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

Итак, областью определения исходной функций является вышеуказанное множество.

$$\text{Ответ: } \left[ -\frac{2\pi}{3} + 2\pi n, \frac{2\pi}{3} + 2\pi n \right], \quad n \in \mathbb{Z}.$$

№2. Найдите область определения функции

$$y = \sqrt{\cos 2x + 3 \sin x - 2}.$$

Решение. Область определения данной функции должна удовлетворять условию  $\cos 2x + 3 \sin x - 2 \geq 0$ . Это – тригонометрическое неравенство. Применяем формулу  $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$ .

Тогда имеем:

$$\cos^2 x - \sin^2 x + 3 \sin x - 2 \geq 0.$$

Введем замену  $y = \sin x$ . Тогда получаем квадратное неравенство

$$1 - y^2 - y^2 + 3y - 2 \geq 0, \quad -2y^2 + 3y - 1 \geq 0,$$

Применяем метод интервалов. Тогда множество  $0,5 \leq y \leq 1$  является решением квадратного неравенства

Произведем обратную замену  $y = \sin x$ . Тогда имеем:  $0,5 \leq \sin x \leq 1$ .

Это двойное неравенство равносильно неравенству  $\sin x \geq 0,5$ . Решением этого неравенства является множество

$$\frac{\pi}{6} + 2\pi n < x < \frac{5\pi}{6} + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

Это множество является областью определения исходной функции.

$$\text{Ответ: } \left[ \frac{\pi}{6} + 2\pi n, \frac{5\pi}{6} + 2\pi n \right], \quad n \in \mathbb{Z}.$$

№3. Найдите область определения функции

$$y = \frac{\sqrt{\cos x}}{\sin x - 1}.$$

Решение. Область определения функции должна удовлетворять условиям:

$$\begin{cases} \cos x \geq 0, \\ \sin x - 1 \neq 0 \end{cases}$$

фікації програмного забезпечення. Мова йде про смартфони, які оснащені процесорами з достатньо високою швидкістю і працюють на платформі однієї із мобільних операційних систем: Symbian OS, Windows Mobile, Android. Це дає змогу реалізувати програмні рішення для вирішення поставленої задачі. Наступний напрямок розвитку системи інформаційної безпеки абонента, який полягатиме в розробці програмної аплікації, що реалізує шифрування потоку даних за допомогою криптографічного перетворення. Аплікація створюється в середовищі програмування, яке підтримується конкретною мобільною операційною системою (наприклад C++ для Symbian OS чи Java для Android). Важливим питанням є вибір криптоалгоритму, який лежатиме в основі програмних модифікацій даних. Він має забезпечувати достатньо високий рівень стійкості захисту і при цьому не вимагати значних часових затрат, адже шифрування здійснюватиметься в режимі реального часу. Відповідно до наведених вимог оптимальним є симетричний алгоритм блочного шифрування AES. Розмір блоку в даному алгоритмі є фіксований і становить 128 біт, а довжина ключа може бути вибрана серед значень 128, 192, 256 біт. Програма повинна мати зручний користувацький інтерфейс з меню включення/виключення режиму шифрування і полем для введення даних, на основі яких генеруватимуться криптографічні ключі. Це забезпечить абоненту повний контроль над процесом забезпечення захисту його інформації. Аплікація працюватиме на програмному рівні після перетворення голосових даних абонента в цифровий потік.

На прийнятній стороні відбуватиметься зворотне програмне перетворення сигналу і після розшифрування він подаватиметься на ЦАП і далі на динамік телефону слухача. Використання достатньо швидкого алгоритму AES дозволить звести затримки сигналу в часі до мінімуму, що не створюватиме незручностей при розмові. Щодо питання надійності такого захисту, то авторитет алгоритму AES, який є одним із найпоширеніших і найбільш стійких криптографічних протоколів, із використанням ключа довжиною 256 біт дозволить забезпечити достатній рівень безпеки інформації абонента.

## INFORMATION SECURITY

Пазюра О.В., к.т.н., доцент Мелешко О.О.  
Національний авіаційний університет, Україна

## ДОДАТКОВИЙ ЗАХИСТУ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Стандарти мобільного зв'язку GSM та CDMA забезпечують захист даних клієнта за допомогою вбудованих криптографічних механізмів. Такого захисту достатньо щоб гарантувати безпеку від випадкових або аматорських прослуховань, але результати досліджень відомих криптографів ЕладаБаркана, Елі Біхама та Натана Келлера показали, що існуючі алгоритми не є абсолютно стійкими і при наявності необхідної апаратури можуть бути розкриті в доволі короткі проміжки часу.

З метою вирішення даної задачі були розроблені додаткові засоби захисту: скремблери у вигляді малих приставок до телефону і окремі, незалежні пристрої – криптосмартфони з вбудованим процесором для шифрування інформації. Принцип дії скремблерів полягає в здійсненні переміщень відрізків мовного сигналу в часовій області за певним алгоритмом на стороні передавача і зворотне відновлення сигналу на стороні приймача. Середній діапазон цін на дані пристрої коливається в межах від 300 до 400 у.о., що робить їх достатньо доступними але при цьому наявні наступні недоліки: низький рівень захисту, зумовлений простотою застосовуваних алгоритмів; спричиняють затримку в часі сигналу до 100мс., призводять до значних втрат в розбірливості мовного повідомлення; незручні у використанні через наявність додаткового пристрою і можливість застосування лише через гарнітуру. Криптосмартфони виконують шифрування інформації за допомогою спеціального ключа довжиною порядку 256 біт. Забезпечують значно вищий рівень захисту інформації у порівнянні зі скремблерами, але відповідно мають відчутно вищу вартість 2000–2500 у.о., і обмежений вибір модельного ряду.

Серед наявних на сьогоднішній день додаткових засобів захисту немає оптимального варіанту з точки зору поєднання доступної вартості, зручності використання і достатнього рівня надійності. Тому задача по вдосконаленню захисту інформації абонента мобільної мережі є досі нерозв'язаною і потребує подальших досліджень. Центральним елементом системи захисту однозначно повинен стати один із стійких криптографічних алгоритмів із забезпеченням можливості абонента впливати на формування ключів шифрування. Дана система має мати програмну реалізацію і підтримуватися широким модельним рядом мобільних терміналів. Виконати поставлені вимоги можна при використанні телефонів, які володіють власною операційною системою і дозволяють проводити певні моди-

Функція  $y = \cos x$  положительна в первом и в четвертом четвертях. Кроме этого учтем, что  $\sin x \neq 1$  или  $x \neq \frac{\pi}{2} + 2\pi n$ ,  $n \in \mathbb{Z}$ .

Тогда множество

$$-\frac{\pi}{2} + 2\pi n \leq x < \frac{\pi}{2} + 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

является областью определения исходной функции.

$$\text{Ответ: } \left[ -\frac{\pi}{2} + 2\pi n; \frac{\pi}{2} + 2\pi n \right), \quad n \in \mathbb{Z}.$$

№4. Найдите область определения функции

$$y = \sqrt{\left[ \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{6} - \frac{x}{5}\right) \right]}$$

Решение. Область определения данной функции должна удовлетворять условиям:

$$\begin{cases} \left[ \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{6} - \frac{x}{5}\right) \right] \geq 0, \\ \left[ \cos\left(\frac{\pi}{6} - \frac{x}{5}\right) \right] \neq 0. \end{cases}$$

Решаем тригонометрическое неравенство

$$-\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{6} - \frac{x}{5}\right) \geq 0, \quad \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{6} - \frac{x}{5}\right) \leq 0.$$

Функция  $y = \operatorname{tg} x$  принимает отрицательные значения во второй и в четвертой четвертях. Поэтому, с учетом условия  $\left[ \cos\left(\frac{\pi}{6} - \frac{x}{5}\right) \right] \neq 0$ , имеем:

$$\frac{\pi}{2} + \pi n < \frac{x}{5} - \frac{\pi}{6} \leq \pi + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

$$\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} + \pi n < \frac{x}{5} \leq \pi + \frac{\pi}{6} + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

$$\frac{10\pi}{3} + 5\pi n < x \leq \frac{35\pi}{6} + 5\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

Итак, множество.

$$\left( \frac{10\pi}{3} + 5\pi n; \frac{35\pi}{6} + 5\pi n \right], n \in \mathbb{Z}.$$

является областью определения исходной функции

$$\text{Ответ: } \left[ \frac{10\pi}{3} + 5\pi n; \frac{35\pi}{6} + 5\pi n \right], n \in \mathbb{Z}$$

№5. Найдите область определения функции

$$y = \sqrt{\cos 4x} - \sqrt{3} \sin 4x.$$

Решение. Область определения данной функции должна удовлетворять условию:

$$\cos 4x - \sqrt{3} \sin 4x \geq 0.$$

Это тригонометрическое неравенство. Умножаем на число  $\frac{1}{2}$  обе части данного неравенства.

$$\frac{1}{2} \cdot \cos 4x - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin 4x \geq 0, \quad \cos \frac{\pi}{3} \cos 4x - \sin \frac{\pi}{3} \sin 4x \geq 0.$$

Применяем формулу  $\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \cos(\alpha + \beta)$

Тогда имеем:  $\cos\left(\frac{\pi}{3} + 4x\right) \geq 0$ .

Функция  $y = \cos x$  положительна в первых и в четвертой четвертях. Поэтому имеем:

$$\begin{aligned} -\frac{\pi}{2} + 2\pi n &\leq 4x + \frac{\pi}{3} \leq \frac{\pi}{2} + 2\pi n, & n \in \mathbb{Z} \\ -\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} + 2\pi n &\leq 4x \leq \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} + 2\pi n, & n \in \mathbb{Z} \\ -\frac{5\pi}{24} + \frac{\pi n}{2} &\leq x \leq \frac{\pi}{24} + \frac{\pi n}{2}, & n \in \mathbb{Z} \end{aligned}$$

Итак, множество

$$\left[ -\frac{5\pi}{24} + \frac{\pi n}{2}; \frac{\pi}{24} + \frac{\pi n}{2} \right], n \in \mathbb{Z}$$

является областью определения исходной функции

$$\text{Ответ: } \left[ -\frac{5\pi}{24} + \frac{\pi n}{2}; \frac{\pi}{24} + \frac{\pi n}{2} \right], n \in \mathbb{Z}.$$

Литература

1. Абагов Н.Т. Методы решения задач по математике. Алгебра. Учебное пособие для поступающих в ВУЗы. – Костанай, 1998г.
2. Потапов М.К., Олехник С.Н., Нестеренко Ю.В. Конкурсные задачи по математике. Справочное пособие. – Москва, 1995г.

На следующем шаге определяем смещение камеры в пространстве относительно предыдущего фрейма. Для этого используем ICP – Iterative Closet Point – алгоритм, использующийся для сведения к минимуму разницы между двумя облаками точек, обрабатывая два облака точек – с текущего и предыдущего кадров глубины, а также знание о предыдущей позиции камеры в глобальном пространстве. Расхождение между двумя фреймами глубины незначительны, что позволяет использовать в ICP не облака точек, а их проективную проекцию на матрицу глубины. Получаем матрицу преобразования, характеризующую положение камеры в глобальном пространстве. Эта матрица аккумулирует в себе данные не только с текущей карты глубины, но и ее масштабированных вариаций, полученных на первом шаге.

Производится проверка – изменила ли камера свое положение по сравнению с предыдущими замерами (небольшие сдвиги не принимаются во внимание) – на основе метода Родригеса и матриц преобразования на текущем и предыдущем шаге. В качестве результата имеем обновленное представление глобальной сцены в виде TSDF функции. Данные этой функции хранятся в виде воксельной сетки. Функция представляет физическое пространство как куб, по умолчанию размером 3 метра, и разделяет его в воксельные сетки с определенным количеством вокселей на ось, равным в нашем случае 512. Отношение размера куба в метрах и количества вокселей на ось дают разрешение нашего куба. Качество модели пропорционально этим двум параметрам. Тем не менее, их модификации непосредственно отражаются на объеме используемой памяти. Функция TSDF имеет значение, соответствующее величине расстояния до ближайшего пересечения нулевой линии.

Результаты усреднения TSDF в нескольких 3D облаках точек выстраиваются в глобальный кадр и являются глобальным объединением. На момент извлечения данных сетка исследуется в направлении спереди назад, а значения функции TSDF проверяются для каждого вокселя. В памяти GPU функция TSDF хранится как матрица из чисел в диапазоне от –1 до 1. Каждый элемент в матрице представляет собой воксель, а значение в нем представляет значение TSDF. Это значение является расстоянием до ближайшей изоповерхности. Функция имеет положительное значение, когда мы «снаружи» поверхности, а отрицательное значение, когда внутри. Во время использования данных, полученных функцией, мы игнорируем воксели со значением 1, так как они представляют пустое пространство, и, следовательно, не относятся к нашей модели.

Последний шаг это восстановление общей сцены. Для рендеринга используется метод бросания лучей «ray casting». Сцена строится на основе замеров пересечения лучей с визуализируемой поверхностью. Каждый луч – направление взгляда с определенной точки на воксельный куб. Каждое ядро GPU занимается поиском вокселя, сквозь который проходит луч, в котором, при этом, значения TSDF функции меняет знак, т.е. там находится некоторая поверхность.

Разработанное программное обеспечение для контроллера Kinect позволяет использовать его как сканер 3D моделей и сцен.

Маногаров А.И., Дробязко А.Н., Забара И.С., Значко В.Н., Ковальчук М.А.,  
Парфенова И.А., Хилько Е.А., Цой Д.Д.  
Кубанский государственный университет, Россия

## ПОСТРОЕНИЕ СЦЕН И ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММИРУЕМОГО БЕСКОНТАКТНОГО АКТИВНОГО 3D-СКАНЕРА

3D-сканирование – это создание модели реального объекта на основе данных о его форме и размере. 3D-сканирование может оказаться полезным при решении задач реинжиниринга, проектирования приспособлений, оснастки, запасных частей при отсутствии оригинальной компьютерной документации на изделие, а также при необходимости перевода в цифровой вид поверхностей сложной формы, в том числе художественных форм и слепков. 3D-сканирование может использоваться в целях сравнения реально изготовленного объекта с его CAD-моделью. Современные сканеры можно поделить на две группы: контактные и бесконтактные. Последние более перспективны – они могут отсканировать предмет, находящийся на большом расстоянии. Бесконтактные сканеры имеют не менее двух камер, которые анализируют объект и находят его координаты, а затем по ним создают трёхмерную модель предмета. К сожалению, с помощью только двух камер невозможно создать такое чёткое изображение, которое необходимо для фильмов и видеоигр. В настоящее время создано множество контактных и бесконтактных 3D-сканеров, но существует необходимость разработки доступных программных кодов для распространённых аппаратных средств. В Кубанском государственном университете разрабатывается бесконтактный активный 3D-сканер, используемый совместно с устройством Kinect, выпущенным компанией Microsoft для игровой приставки Xbox. Kinect включает в себя инфракрасный излучатель, инфракрасный приёмник, камеру, 4 микрофона, корректировщик наклона ( $\pm 27^\circ$ ) по вертикали. Kinect может получать трёхмерное изображение при любом естественном освещении. Сенсор подключается к компьютеру через USB, одновременно можно подключить до четырех сенсоров. Диапазон рабочих расстояний от 0.5 до 3 метров.

При написании программного кода нами использовалась PCL (Point Cloud Library) – открытая библиотека для обработки 3D геометрии, содержащая алгоритмы фильтрации, функции оценки, реконструкции поверхности, регистрации, подгонки моделей, сегментации.

Сначала преобразуем показания камеры глубины, каждый кадр глубины перед обработкой проходит фильтрацию билатеральным фильтром для сглаживания. Билатеральный фильтр изучает каждый воксель и пересчитывает его значение в матрице функции TSDF на основе значений соседних вокселей в этой же функции. Важной особенностью билатерального фильтра является то, что он сохраняет острые края модели. Фильтр не сглаживает модель в том месте, где воксели имеют большие различия.

Ryaboshtan O.F., Ph.D. Milenin A.M., Ph.D. Skofenko S.M.  
Kharkov National Technical University of Agriculture after P. Vasilenko

## DIFFERENTIAL EQUATIONS MANIFOLD SURFACE OF GAS TURBINE BLADES

Consider the set of surfaces

$$F(x, y, z, a_i) = 0, \quad i = 1, n, \quad (1)$$

where the  $a_i$  – factors that affect both the shape and the position of the turbine blades.

Try to determine the differential equation of all varieties envelope surfaces, which can be obtained from a given  $\Pi$  – parametric set. Differentiating (1) with respect  $\delta$  and  $y$

$$U = F_x + F_z p = 0 \quad V = F_y + F_z q = 0 \quad (2)$$

For the two-parameter set (1) is sufficient (1) and (2) delete parameters  $a_1$  and  $a_2$ . We obtain the differential equation in partial derivatives of order I, for which (1) is a complete integral. To obtain  $i = 3$  equation containing only variables  $x, y, z$  and the partial derivatives  $p, q, r, s, t$  need to equations (2) to apply well-known algorithm and equate

$$\frac{U_x + U_z p}{U_y + U_z q} = \frac{V_x + V_z p}{V_y + V_z q} \quad (3)$$

And see equations (1) – (3) together.

In more detail, equation (3) has the form:

$$[F_{xx} + 2F_{xz}p + F_{zz}p^2 + F_{zz}r] \cdot [F_{yy} + 2F_{yz}q + 2F_{yz}q^2 + F_{zz}t] = [F_{xy} + F_{yz}p + F_{zz}pq + F_{zz}s] \quad (4)$$

At  $i > 3$  ( $i = \Pi$ ) equation (3) to differentiate to the desired number of times until the number of equations (together with (1) – (3)) will be  $\Pi + 1$ . From the resulting system of equations exclude coefficients To give the desired differential equation.

However, in many cases, the design of engineering surfaces do not need to search for an equation that does not contain parameters  $a_i$ . On the contrary, the parameters must be secured in order to meet given geometric conditions, and differential equations need to make such an order, given what extent differential conditions.

At that time, when the differential equation which does not contain  $a_i$  for this (1), is the only equations with parameters, you can obtain an infinite set.

For example, for a plurality of areas of constant radius  $R$

$$(x-a_1)^2 + (y-a_2)^2 + (z-a_3)^2 - R = 0 \quad (5)$$

have

$$(x-a_1) + (z-a_3)p = 0, \quad (y-a_2) + (z-a_3)q = 0 \quad (6)$$

from where

$$\frac{p}{q} = \frac{x-a_1}{y-a_2} \quad (7)$$

or

$$(z-a_3)(p+q) + (x-a_1) + (y-a_2) = 0 \quad (8)$$

The differential equation for (5), does not contain the coefficients  $a_i$  has the form:

$$(rt-s^2)R^2 + [(1+p^2)r + (1+q^2)r - 2pqs]R\sqrt{1+p^2+q^2} + (1+p^2+q^2)^2 = 0 \quad (9)$$

and expresses the differential conditions for all of canal surfaces radius  $R$ .

For a set of conical surfaces

$$m(x-a)^2 + (y-b)^2 - z^2 = 0 \quad (10)$$

The only differential equation that does not contain the coefficients  $a_i$  has the form:

$$zr + \frac{p^2(1-zt)}{1-q^2-zt} = \frac{p^2}{q^2-1} \quad (11)$$

For a set of conical surfaces of revolution

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2 = 0 \quad (12)$$

Partial differential equation that does not contain the coefficients  $a, b, c$  is

$$p^2 + q^2 - 1 = 0 \quad (13)$$

$$\begin{aligned} z &= -u^2x + 2u^3, \\ y &= -2ux + 3u^3. \end{aligned} \quad (14)$$

Ақпараттық технология қоғамның ақпараттық ресурстарын қолдану процессінің маңызды құрауышы болып табылады. Қазіргі уақытта ол бірнеше эволюциялық кезендерден өтті, олардың ауысуы негізінен ғылыми-техникалық процесстің дамуымен, ақпаратты өңдеудің жаңа техникалық құралдарының пайда болуымен анықталды. Қазіргі қоғамда ақпаратты өңдеу технологиясының негізгі техникалық құралы болып жеке (персональный) компьютер қызмет етеді, ол технологиялық процесстерді қолдану мен құру концепциясына және нәтижелік ақпарат сапасына елеулі түрде әсер етті. Ақпараттық сфераға жеке компьютерді енгізу және байланыстың телекоммуникациялық құралдарын қолдану ақпараттық технология дамуының жаңа кезенін анықтады, бір синонимдардың қосылу есебінен оның атының өзгеруі: «жаңа», «компьютерлік» немесе «қазіргі» болды.

«Жаңа» сын есімі осы технологияның эволюциялық емес, новаторлық технологиясын ерекшелейді. Оның ендірілуі ұйымдардағы әр түрлі қызмет ету түрлерінің мазмұнын елеулі түрде өзгертетін новаторлық акт болып табылады. Жаңа ақпараттық технология ұғымына коммуникациондық технологиялар да кірді, олар ақпаратты беруді түрлі құралдармен қамтамасыз етеді, оның ішінде – телефон, телеграф, телекоммуникация, факс және т.б.

Жаңа ақпараттық технология – қолданушы жұмысының «татулық» («дружественным») интерфейсіне ие жеке компьютерларды және телекоммуникациялық құралдарды қолданатын ақпараттық технология.

Жаңа (компьютерлік) ақпараттық технологияның үш негізгі принциптері бар:

- компьютермен интерактивті (сұхбаттық) жұмыс режимі;
- басқа бағдарламалық өнімдермен интегралдануы (тұтасу, өзара байланыс);
- деректердің және тапсырма қойылымы процессінің иілгіштігі.

Компьютерлік ақпараттық технологияға қарағанда жаңа термині дәлірек деп есетеледі, өйткені ол оның құрылымында компьютерді қолдануға негізделген технологияны ғана емес, сонымен қоса басқа техникалық құралдарға негізделген технологияны, әсіресе телекоммуникацияны қамтамасыз ететін құралдарды көрсетеді.

Ақпараттық технология қоғамның ақпараттық ресурстарын қолдану процессінің маңызды құрауышы болып табылады. Қазіргі уақытта ол бірнеше эволюциялық кезендерден өтті, олардың ауысуы негізінен ғылыми-техникалық процесстің дамуымен, ақпаратты өңдеудің жаңа техникалық құралдарының пайда болуымен анықталды. Қазіргі қоғамда ақпаратты өңдеу технологиясының негізгі техникалық құралы болып жеке (персональный) компьютер қызмет етеді, ол технологиялық процесстерді қолдану мен құру концепциясына және нәтижелік ақпарат сапасына елеулі түрде әсер етті [3].

Әдебиеттер тізімі

1 Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму Министрінің 2014 жылғы «30» желтоқсандағы № 342 бұйрығымен бекітілген ереже

2 Қазақстан Республикасы Төтенше жағдайлар министрінің 2008 жылғы «18» қыркүйектегі № 172 бұйрығымен бекітілген талаптар

3 Саркисяна С.А. Теория прогнозирования и принятия решений. Учебное пособие. // Под ред. – М.: «Высшая школа», 2003. – 351 с.

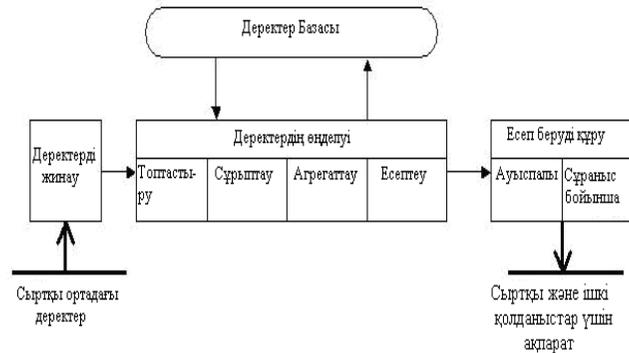
денгейде ақпараттық технологияларды және жүйелерді енгізу қызметкерлердің еңбек өнімділігін әжептәуір жоғарылатады, оны сіресіп қалған операциялардан босатады, қызметкерлер санының азаюына да алып келуі мүмкін.

Операциондық әрекет денгейінде келесі тапсырмалар шешіледі:

- фирмамен өндірілетін операциялар туралы деректерді өңдеу;
- фирмадағы істердің жағдайы туралы периодты қадағалайтын есеп берулерді құру;
- барлық мүмкін ағымдағы сұраныстарға жауаптар алу және оларды қағаз бетіндегі құжаттар немесе есеп берулер түрінде дайындау.

Негізгі компоненттер. Деректерді өңдеудің ақпараттық технологиясының негізгі компоненттерін елестетіп көрейік (3 сурет) және оларға сипаттамалар берейік [2].

Деректерді жинау. Фирма өнімді шығаруына немесе қызмет атқаруына байланысты оның әрбір іс-әрекеті деректердің сәйкес жазуымен сүйемелденеді. Әдетте сыртқы ортаға әсер ететін фирманың іс-әрекеті фирмамен орындалатын операция ретінде орындалады.



**3 сурет Деректерді өңдейтін ақпараттық технологияның негізгі компоненттері**

Деректерді өңдеу. Фирма қызметін көрсететін деректерден ақпаратты құру үшін келесі типтік операциялар қолданылады:

Классификация немесе топтастыру. Бастапқы деректер әдетте бір немесе бірнеше символдардан тұратын код түрінде болады. Объектің нақты белгілерін білдіретін осы кодтар жазбаларды идентификациялау және топтастыру үшін қолданылады.

Деректерді сақтау. Операциондық қызмет денгейіндегі көптеген деректерді келесі рет қолдану үшін осы, не басқа денгейде сақтау керек. Оларды сақтау үшін деректер базасы құрылады.

Есеп берулерді құру. Деректерді өңдеудің ақпараттық технологиясында фирманың қызметкерлері мен басшылары және де сыртқы серіктестер үшін құжаттарды құру керек. Мұнымен қоса құжаттар немесе фирмамен орындалған операцияға байланысты әр айдың, кварталдың немесе жылдың аяғына периодты түрде болуы керек.

To determine the edge of regression, it is necessary from the equations (14) to differentiate  $U$  and the resulting equation for  $x$  considered in conjunction with (14).

$$x = 3u, \quad y = -3u^2, \quad z = -u^3. \quad (15)$$

Above the surface of the blades allows the construction of raised their special lines (curvature, transition, etc.). In this case, as previously indicated, it is necessary to take appropriate equipment curve and apply equation (13).

We consider the problem of constructing the blade surface, which passes into the surface of the hub

$$\Phi(x, y, z) = 0, \quad G(x, y, z) = 0. \quad (16)$$

It is assumed that there are a lot of planes, moving from  $\Phi$  to  $G$ .

Is the condition of tangency of the plane (1) to the surface (16)

$$a = \frac{-\Phi_x}{\Phi_z}, \quad b = \frac{-\Phi_y}{\Phi_z}, \quad (17)$$

$$a = \frac{-G_x}{G_z}, \quad b = \frac{-G_y}{G_z}. \quad (18)$$

Ruling out  $x, y, z$  (coordinates of the point of contact with the surface  $\Phi$ )

(1)  $\Phi = 0$  and (17) we obtain the dependence

$$f(a, b, c) = 0 \quad (19).$$

Similarly, from (1)  $G = 0$  and (18)

$$\varphi(a, b, c) = 0 \quad (20)$$

Considering together (19) and (20), determines the dependence of the two factors in the third example

$$a = a(c), \quad b = b(c). \quad (21)$$

Substitute in (1) and determines the desired surface envelope of the set of planes (1) with (21).

Note that the above algorithms can refuse in some cases more simple compared to previously developed. A common drawback is the complexity of analytic transformations, difficulties with the exclusion of parameters. The way out of this difficulty can be:

- go to the interpolation and approximating methods;
- develop a method elementating design, widespread problems in the surface profiling of gas turbine blades.

К.ф.-м.н. Зинченко А.Б., Глыбин Г.Ю., Аль Джабери Х.С.  
Южний федеральный университет. Россия

## ДВУХЭТАПНЫЕ РЕШЕНИЯ КООПЕРАТИВНОЙ CS-ИГРЫ

Кооперативная игра с коалиционной структурой (CS-игра)  $(N, \nu, C)$  состоит из классической игры  $(N, \nu)$ , где  $N = \{1, \dots, n\}$ ,  $n \geq 2$ ,  $\nu: 2^N \rightarrow R$ ,  $\nu(\emptyset) = 0$ , и коалиционной структуры

$$C = \{C_1, \dots, C_m\}, C_j \neq \emptyset, j = \overline{1, m}, \bigcup_{j=1}^m C_j = N, C_j \cap C_i = \emptyset, j \neq i.$$

Предполагается, что структура  $C$  сформировалась до начала игры. Структурная компонента  $C_j \in C$ , называемая союзом (union), отличается от стандартной коалиции  $S \in 2^N \setminus \{\emptyset\}$  тем, что союз действует как единый игрок, т.е. образование подкоалиций  $T \subset C_j$  запрещено правилами игры.

Коалиционный оператор значения  $f$  (CS-оператор) ставит в соответствие каждой игре  $(N, \nu, C)$  вектор  $f(N, \nu, C) \in R^n$  выигрышей агентов (CS-значение).

Понятие CS-игры было введено в [1]. Решение  $AD(N, \nu, C)$ , предложенное Ауманом и Дрезом, обобщает значение Шепли  $Sh(N, \nu)$ . Оно компонентно-эффективно

$$\sum_{i \in C_j} AD_i(N, \nu, C) = \nu(C_j), C_j \in C.$$

CS-игра  $(N, \nu, C)$  распадается  $m$  игр

$$(C_j, \nu_j), \nu_j(S) = \nu(S), S \subseteq C_j \in C, \quad (1)$$

внутри союзов  $C_j$  и  $AD_i(N, \nu, C) = Sh_i(C_j, \nu_j)$  для всех  $i \in C_j \in C$ . Игра  $(C_j, \nu_j)$ , являющаяся ограничением исходной игры  $(N, \nu)$ , не учитывает «внешние» возможности участников союза  $C_j \in C$  и способ разбиения остальных агентов  $N \setminus C_j$ .

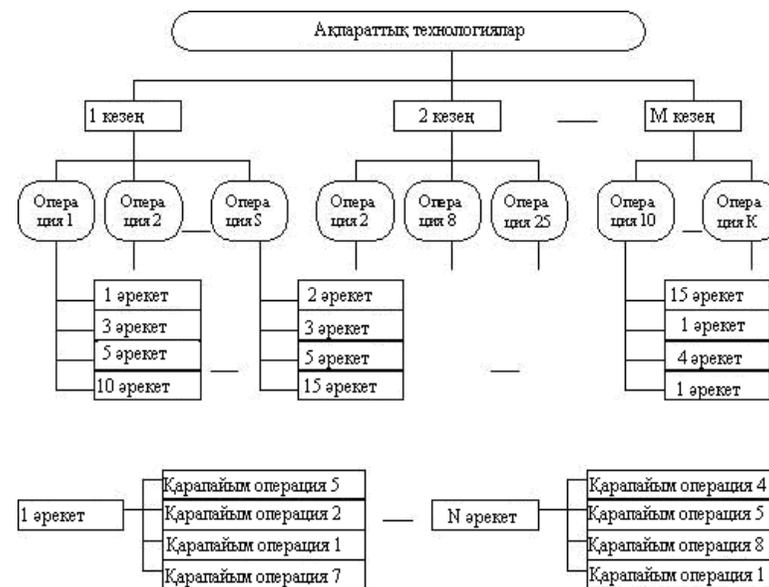
Эффективное CS-значение реализует другой сценарий: разыгрывается внешняя игра

$$(M, \nu_C), M = \{1, \dots, m\}, \nu_C(Q) = \nu(\bigcup_{p \in Q} C_p), Q \subseteq M, \quad (2)$$

дележа  $\nu(N)$  между компонентами структуры  $C$  и внутренние игры между партнерами каждого союза  $C_p \in C$ . Первое эффективное CS-значение  $Ow(N, \nu, C)$ , предложенное Оуэном [2], использует во внешней и внутренних иг-

анықтаудан бастау керек. Сосын алға қойылған мақсатқа алып келетін барлық болжанатын іс-әрекеттерді құрылымдандырып көру керек және керек бағдарламалық инструменттариді таңдау керек.

Деңгей бойынша иерархиялық құрылым түрінде ақпаратты өндеудің технологиялық процесі 2 суретте көрсетілген.



2 сурет Ақпаратты өндеудің технологиялық процесі

Кезендерден, іс-әрекеттерден, операциялардан тұратын иерархиялық құрылым түрінде ақпараттық технологияны көрсету:

- 1 деңгей – операциялардан және келесі деңгейлердің іс-әрекеттерінен тұратын салыстырмалы ұзақ технологиялық процесстер орындалатын кезендер;
- 2 деңгей – бағдарламалық ортада 1 кезеңде таңдалған, олардың орындалу нәтижесінде нақты объект құралатын операциялар;
- 3 деңгей – әрекет – мақсаттың алға қойылған сәйкес операциясының орындалуына алып келетін, жұмыс қабылдауының әрбір бағдарламалық ортасы үшін стандартты жиынтықтар. Әрбір іс-әрекет экран құрамын өзгертеді.

Деректерді өндеудің ақпараттық технологиясы жақсы құрылымдандырылған тапсырманы шешу үшін арналған, олар арқылы керек кіріс деректер бар және алгоритмдері мен оны өндеудің басқа стандартты процедуралары белгілі. Бұл технология басқарушылық еңбектің кейбір сіресіп қалған, әрқашан қайталанатын операцияларды автоматтандыру мақсатында орта квалификациялы қызметкерлердің операциялық қызметі деңгейінде қолданылады. Сондықтан осы

мысалға, компьютерлік ақпараттық жүйенің мүмкіндіктерін анықтаған кезде шешімді қабылдау үшін келесілерді ескеру керек:

- шешіліп жатқан басқарушылық тапсырмалардың құрылымы;
- фирманы басқару иерархиясының деңгейі, оның негізінде шешім қабылдануы керек;
- бизнестің сол немесе басқа функционалды сферасында шешіліп жатқан тапсырманың жабдығы;
- қолданыстағы ақпараттық технологияның түрі.

Компьютерлік ақпараттық технологиядағы жұмыс істеу технологиясы компьютер облысындағы емес, маман үшін түсінуге қол жетерлік және оларды басқару мен кәсіби әрекет процесстерін басқару үшін тиімді қолданылуы мүмкін.

Ақпараттық технология ақпараттық жүйелермен тығыз байланысқан, ақпараттық жүйе олар үшін негізгі орта болып табылады. Алғаш қарағанда ақпараттық технологиялар және жүйелер оқулығында енгізілген анықтамалар бір біріне ұқсас болып көрінуі мүмкін. Бірақ ол олай емес.

Ақпараттық технология компьютерде сақталатын деректерге жасалатын кез келген дәрежедегі күрделілікке ие операциялар, іс-әрекеттер, кезеңдер орындалуының нақты регламенттелген тәртіптерінен тұратын процесс болып табылады.

Ақпараттық жүйе құрама бөліктері болып компьютерлер, компьютерлік желілер, бағдарламалық өнімдер, деректер базасы, адамдар, әр түрдегі байланыстың техникалық және бағдарламалық құралдары және т.б. Ақпараттық жүйенің негізгі мақсаты – ақпаратты сақтауды және беруді ұйымдастыру. Ақпараттық жүйе ақпаратты өндеудің адам-компьютерлік жүйесі болып табылады.

Ақпараттық жүйенің функциясын жүзеге асыру оған бағытталған ақпараттық технологияның білімінсіз мүмкін емес. Ақпараттық технология ақпараттық жүйелер сферасынан тыс бола алады.

Осылай, ақпараттық технология ақпараттық қоғамда ақпаратты түрлендіру процессінің қазіргі түсінігін көрсететін кең ұғым болып табылады. Екі ақпараттық технологияны – басқарушылық және компьютерлі – шебер қолдануда ақпараттық жүйенің жұмысы нәтижеліліктің кепілі болып табылады.

Жоғарыда аталғандардың барлығын біріктіріп, бұрын айтылған компьютерлік желі құралдарымен жүзеге асырылған ақпараттық жүйеге және технологияға дәлірек анықталулар берейік [1].

Ақпараттық технология – компьютерде ақпаратты өндеу бойынша қызметкерлердің нақты анықталған мақсатты бағытталған іс-әрекеттердің жиынтығы.

Ақпараттық жүйе – компьютерлік ақпараттық технологиясын қолданатын ақпараттық өнімдер өндіруді және шешімді қабылдау үшін адам-компьютерлі жүйе.

Өндірістік сферада қолданылатын осындай технологиялық ұғымдар, норма, норматив, технологиялық процесс және т.с. сияқтылар, ақпараттық технологияларда да қолданылуы мүмкін. Кез келген технологияда, ақпараттық технологияда да, осы ұғымдарды құрар алдында әрқашанда мақсатты

рах значение Шепли. При вычислении  $Om(N, \nu, C)$  внутренние (редуцированные) игры  $(C_p, \nu_p^{Sh})$  имеют более сложный вид, чем (1). Вес  $\nu_p^{Sh}(S)$  каждой коалиции  $S \subseteq C_p$  равен ее выигрышу во вспомогательной игре  $(M, \nu_{C_p^S})$  между компонентами структуры  $C_p^S = \{C_1, \dots, C_{p-1}, S, C_{p+1}, \dots, C_m\}$ , полученной из  $C$  удалением игроков принадлежащих  $C_p \setminus S$ ,

$$\nu_p^{Sh}(S) = Sh_p(M, \nu_{C_p^S}), S \subseteq C_p \in C,$$

где  $\nu_{C_p^S}(Q) = \nu(S \cup (\bigcup_{l \in Q, l \neq p} C_l))$  для  $p \in Q$ ,  $\nu_{C_p^S}(Q) = \nu_C(Q)$  для остальных  $Q \subseteq M$ . Таким образом, при дележе выигрыша, полученного союзом  $C_p \in C$  во внешней игре, используются модифицированные веса коалиций  $T \subseteq C_p$ .

После  $Om(N, \nu, C)$  были введены и аксиоматизированы алогичные  $CS$ -значения, сочетающие  $Sh(N, \nu)$  с взвешенным значением Шепли, значением Банзафа [3], консенсус-значением [4-6]. Эффективные  $CS$ -значения подходят для игр  $(N, \nu, C)$ , удовлетворяющих условию

$$\sum_{C_j \in C} \nu(C_j) \leq \nu(N), \quad (3)$$

а компонентно-эффективные  $CS$ -значения – для игр, удовлетворяющих противоположному неравенству.

Большинство  $CS$ -значений удовлетворяет аксиоме нулевого игрока: агент  $i \in N$ , присоединение которого к любой коалиции  $S \subseteq N \setminus \{i\}$ , не увеличивает прибыль партнеров, получает нулевой выигрыш. Этот «жесткий» принцип не всегда сочетается с моделируемой ситуацией [7].

Данная статья посвящена сравнению двух  $CS$ -значений, не удовлетворяющих аксиоме нулевого игрока: двухэтапного значения Шепли [8] и двухэтапного консенсус-значения [9]. Оба решения были предложены недавно и еще недостаточно исследованы. Формулируются необходимые и достаточные условия, при которых нулевой агент получает положительный выигрыш. Доказывается, что двухэтапное значение Шепли может не принадлежать не только непустому  $C$ -ядру, но и множеству дележей. Вводится новая аксиома для двухэтапного консенсус-значения.

Двухэтапное значение Шепли  $ShSh(N, \nu, C)$  определяется формулой

$$ShSh_i(N, \nu, C) = Sh_i(C_j, \nu_j) + \frac{Sh_j(M, \nu_C) - \nu(C_j)}{|C_j|}, i \in C_j \in C. \quad (4)$$

Внешняя игра  $(M, \nu_C)$  для  $ShSh(N, \nu, C)$  такая же, как и для значения Оуэна. Внутренние игры  $(C_j, \nu_j)$  аналогичны играм (1), используемым при вычислении значения Ауманна-Дреза. Двухэтапное значение Шепли однозначно определяется тремя стандартными для  $CS$ -значения  $f(N, \nu, C)$  аксиомами эффективности EF, аддитивности AD, внешней (коалиционной) симметричности CSy и двумя дополнительными аксиомами, сформулированными в [8].

(IE) *Внутреннее равенство*. Если агенты  $i, k \in C_j \in C$  симметричны в игре  $(C_j, \nu_j)$ , то  $f_i(N, \nu, C) = f_k(N, \nu, C)$ .

(CNP) *Свойство коалиционного нулевого игрока*. Если  $i \in C_j \in C$  нулевой агент в  $(N, \nu)$ , а союз  $C_j$  – нейтральный игрок в  $(M, \nu_C)$ , то  $f_i(N, \nu, C) = 0$ .

Двухэтапное консенсус-значение  $kk(N, \nu, C)$  определяется формулой

$$kk_i(N, \nu, C) = k_i(C_j, \nu_j) + \frac{k_j(M, \nu_C) - \nu(C_j)}{|C_j|}, \quad i \in C_j \in C, \quad (5)$$

где

$$k_i(N, \nu) = \frac{E_i(N, \nu) + Sh_i(N, \nu)}{2}, \quad E_i(N, \nu) = \nu(i) + \frac{\nu(N) - \sum_{l \in N} \nu(l)}{n}, \quad (6)$$

и отличается от двухэтапного значения Шепли тем, что в (4) значение Шепли заменено консенсус-значением [10]. Двухэтапное консенсус-значение является единственным  $CS$ -значением, удовлетворяющим аксиомам аддитивности, внешней симметричности, внутренней симметричности и следующим двум аксиомам.

(F) *Допустимость*.  $\sum_{i \in N} f_i(N, \nu, C) \leq \nu(N)$ .

(MCNP) *Модифицированное свойство коалиционного нулевого игрока*. Если  $i \in C_j \in C$  нулевой агент в  $(N, \nu)$ , а союз  $C_j$  – нейтральный игрок в  $(M, \nu_C)$ , то

$$f_i(N, \nu, C) = \frac{\nu(N) - \sum_{l \in M} \nu(C_l)}{2|C_j| m} + \frac{\nu(C_j) - \sum_{l \in C_j} \nu(l)}{2|C_j|}$$

Известно, что значение Шепли может не принадлежать не только непустому  $C$ -ядру  $C(N, \nu) = \{x \in R^n : \sum_{i \in N} x_i = \nu(N), \sum_{i \in S} x_i \geq \nu(S), S \in 2^N \setminus \{N, \emptyset\}\}$ , но и непустому множеству дележей  $I(N, \nu) = \{x \in R^n : \sum_{i \in N} x_i = \nu(N), x_i \geq \nu(i), i \in N\}$ . Покажем, что это свойство сохраняется и для  $ShSh(N, \nu, C)$ , а  $kk(N, \nu, C)$  реже, чем  $ShSh(N, \nu, C)$ , не принадлежит  $I(N, \nu)$ .

Компьютерлік техника және бағдарламалау мамандарын көбінесе АӨ – маманы деп атайды.

Кез келген тағайындауға ие ақпараттық жүйенің жұмысын қамтамасыз ететін процесстерді шартты түрде схема түрінде көрсетуге болады. 1 сурет блоктардан тұрады:

- ақпаратты сыртқы немесе ішкі қайнарлардан енгізу;
  - кіріс ақпаратты өңдеу және оны ыңғайлы түрде көрсету;
  - ақпаратты тұтынушыларға көрсету үшін шығару немесе басқа жүйеге беру;
  - кері байланыс – бұл кіріс ақпаратты коррекциялау үшін берілген ұйымның қайта өңделген ақпараты.
- Ақпараттық жүйе келесі қасиеттермен анықталады:
- кез келген ақпараттық жүйе талдауға салынуы мүмкін, жүйені құрудың жалпы принциптерінің негізінде құрылуы және басқарылуы мүмкін;
  - ақпараттық жүйе динамикалық және дамып келе жатқан болып табылады;
  - ақпараттық жүйені құрған кезде жүйелік әдісті қолдану керек;
  - ақпараттық жүйенің шығатын өнімі болып ақпарат табылады, оның негізінде шешім қабылданады;
  - ақпараттық жүйені ақпаратты өндеудің адам-компьютер жүйесі деп қабылдау керек.



1 сурет Ақпараттық жүйедегі үдерістер

Қазіргі кезде ақпараттық жүйе туралы компьютерлік техника көмегімен жұмыс істейтін жүйе сияқты ой қалыптасты. Жалпы жағдайда ақпараттық жүйені компьютерден тыс нұсқада да қабылдауға болады.

Ақпараттық жүйенің жұмысын түсіну үшін ол шешетін мәселенің мәнін және де ол кіретін ұйымдастырушылық процесстерді түсіну керек. Осылай,

**Кілтгі сөздер:** бағдарламалық өнім, ақпараттық өнім, ақпараттық технологиялар.

Ақпараттың күрделілігі, оның көп жоспарлылығы, қолдану аясының кеңдігі және тез дамуы ақпарат пен ақпараттық технологиялар түсінігінің жаңа түсіндірмелері пайда болуында бейнеленеді. Сондықтан «Ақпарат – нақты әлемнің бейнесі» деген жалпы философиялықтан, «Ақпарат-сақтау, беру, қайта құру объектісі болып табылатын барлық мәліметтер» деген тар тәжірибелік түсінікке дейін ақпаратқа көптеген мінездеме беруге болады. Салыстырма ретінде басқа анықтамалар мен сипаттамалар келтірейік:

- ақпарат – бізді қоршаған әлемнің фундаменталды мәнділіктерінің бірі болып табылады;

- ақпарат ауызша, жазбаша немесе басқа тәсіл арқылы бір адамдардың басқа адамдарға беретін мәліметтері;

- ақпарат – негізгі материяның әмбебап қасиеттерінің бірі болып табылады.

Ақпарат деп заттар мен процестерді емес, ол олардың сан, формула, сипаттама, сызбалар, белгілер, үлгілер түріндегі көріністерін түсіну қажет.

Ақпараттық технологиялар дегеніміз түрлі салаларда ақпараттық қызметті ақпараттандырудың барлық формалар, әдістер мен құралдар жиынтығы. Қазіргі уақытқа дейін жалпы өзара байланысты ақпаратты өңдеудің әдіс, тәсіл, құралдарының жүйесі ретінде ақпараттық өнімдердің (АӨ) жалпы теориясы өңделмеген және АӨ негізгі түсініктері анықталмаған. Бірақ АӨ мәнін түсіну, сонымен қатар оның ғылыми және тәжірибелік мағынасын түсіндіру жеткілікті болып табылады. Ғылым ретінде АӨ-ға әдістемелік ережелер, ұйымдастыру тәртіптері, инструменталды-техникалық құралдарды пайдалану әдістері жатқызылады, яғни ақпараттық өндіріс пен осы өндіріске тартылған адамдар қызметін реттеп, қолдайтындардың барлығы жатады. Жаңа ғылыми білімдерді нақты ақпараттық технологияға енгізу – ғылым ретіндегі АӨ-ң негізгі мәселесі.

Әдебиеттерде берілген АӨ-ға бірнеше түсініктеме беріп өтейік:

- АӨ – бұл есептеу техникасы мен байланыс құралдарын қолдана отырып, ақпараттық өнімдер мен қызметтер өндірісінің ғылыми әдістер мен техникалық тәсілдерінің жиынтығы;

- АӨ – бұл есептеу технологиясын, сонымен қатар есептеу техникасын кең түрде қолдану арқылы оны рационалдайтын нақты әлеуметтік ақпараттық тәжірибені қамтитын сала;

- АӨ – бұл ақпаратты құру, өңдеу, беру, бейнелеу, сақтауды қамтамасыз ететін жаңа құралдардың жиынтығы.

Ақпараттық технологиялар – кең пәндер сыныбын және әрекет ету облысы, есептеуіш техниканы қолданумен басқару технологиясына және деректерді өңдеуге жатады. Өткен уақытта АӨ ұғымын компьютерлік технология деп ұғатын. Алайда АӨ компьютерді және бағдарламалық қамтамасыздандыруды ақпаратты сақтау, түрлендіру, қорғау, өңдеу, беру және алу үшін қолданатын.

**Теорема 1.** Пусть игра  $(N, \nu, C)$  0-нормализованна, удовлетворяет (3) и  $\nu(C_j) \geq 0$  для всех  $C_j \in C$ . Если  $I(N, \nu) \neq \emptyset$  и  $ShSh(N, \nu, C) \in I(N, \nu)$ , то  $kk(N, \nu, C) \in I(N, \nu)$ , но обратное не верно.

*Доказательство.* Выразим вначале  $kk(N, \nu, C)$  через  $ShSh(N, \nu, C)$ . Возьмем  $i \in C_j \in C$ . Из 0-нормализованности игры  $(N, \nu, C)$  и формул (5)-(6) следует

$$kk_i(N, \nu, C) = \frac{E_i(C_j, \nu_j) + Sh_i(C_j, \nu_j)}{2} + \frac{E_j(M, \nu_C) + Sh_j(M, \nu_C)}{2|C_j|} - \frac{\nu(C_j)}{|C_j|},$$

$$E_i(C_j, \nu_j) = \frac{\nu(C_j)}{|C_j|}, \quad E_j(M, \nu_C) = \nu(C_j) + \frac{\nu(N) - \sum_{C_l \in C} \nu(C_l)}{m}.$$

Получаем

$$kk_i(N, \nu, C) = \frac{ShSh_i(N, \nu, C)}{2} + \frac{\nu(C_j)}{2|C_j|} + \frac{\nu(N) - \sum_{C_l \in C} \nu(C_l)}{2m|C_j|}. \quad (7)$$

Для 0-нормализованной игры,  $I(N, \nu) = \{x \in R_+^n : \sum_{i \in N} x_i = \nu(N)\}$ . По предполо-

жению  $ShSh(N, \nu, C) \in I(N, \nu)$ . Значит,  $ShSh_i(N, \nu, C) \geq 0$  для всех  $i \in N$ . Из последнего неравенства, (3), (7) и  $\nu(C_j) \geq 0$ ,  $C_j \in C$ , имеем  $kk_i(N, \nu, C) \geq 0$ ,  $i \in N$ .

По аксиоме эффективности  $\sum_{i \in N} kk_i(N, \nu, C) = \nu(N)$ . Получили, что

$kk(N, \nu, C) \in I(N, \nu)$ . Рассмотрим теперь игру  $(N, \nu, C)$ , где  $C = \{\{1,2\}, \{3\}, \{4\}\}$ ,

$$\left. \begin{aligned} \nu(i) &= 0, \quad i \in N = \{1,2,3,4\}, \\ \nu(1,2) &= \nu(1,3) = \nu(2,3) = \nu(2,4) = 5, \quad \nu(1,4) = -10, \quad \nu(3,4) = -5, \\ \nu(1,2,3) &= 20, \quad \nu(1,2,4) = -5, \quad \nu(1,3,4) = \nu(2,3,4) = 10, \quad \nu(N) = 23. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Из  $\sum_{i \in N} \nu(i) < \nu(N)$  следует  $I(N, \nu) \neq \emptyset$ . Данная игра удовлетворяет всем предположениям теоремы. Двухэтапное значение Шепли

$ShSh(N, \nu, C) = (6\frac{3}{4}, 6\frac{3}{4}, 11, -1\frac{1}{2})$  не принадлежит множеству дележей. Подста-

вив  $ShSh(N, \nu, C)$  в (7), получаем  $kk(N, \nu, C) = (6\frac{1}{8}, 6\frac{1}{8}, 8\frac{1}{2}, 2\frac{1}{4}) \in I(N, \nu)$ .  $\square$

Обозначим через  $Nu(N, \nu)$  и  $Ne(N, \nu)$  множества нулевых и нейтральных агентов игры  $(N, \nu)$ . Следующая теорема содержит условия, при которых нулевой агент  $i \in Nu(N, \nu)$  получает (в классе 0-нормализованных CS-игр) положительный выигрыш  $ShSh_i(N, \nu, C)$  или  $kk_i(N, \nu, C)$ .

**Теорема 2.** Пусть игра  $(N, \nu, C)$  имеет 0-форму. Если  $i \in C_j$  нулевой агент в  $(N, \nu)$ , то

-  $ShSh_i(N, \nu, C) > 0$  тогда и только тогда, когда  $Sh_j(M, \nu_C) > \nu(C_j)$ ;

-  $kk_i(N, \nu, C) > 0$  тогда и только тогда, когда

$$Sh_j(M, \nu_C) > \frac{\sum_{C_l \in C} \nu(C_l) - \nu(N)}{m}.$$

*Доказательство.* Нулевой с исходной игре агент  $i \in C_j$  будет также нулевым в игре внутри союза  $C_j$ . Согласно аксиоме нулевого игрока и определению игры  $(C_j, \nu_j)$ , Шепли-выигрыш  $Sh_i(C_j, \nu_j)$  агента  $i \in Nu(N, \nu)$  равен нулю. Значит,  $ShSh_i(N, \nu, C) = \frac{Sh_j(M, \nu_C) - \nu(C_j)}{|C_j|}$ , т.е. справедливо первое утверждение

теоремы. Подставив выражение для  $ShSh_i(N, \nu, C)$  в (7), получаем

$$kk_i(N, \nu, C) = \frac{Sh_j(M, \nu_C)}{2|C_j|} + \frac{\nu(N) - \sum_{C_l \in C} \nu(C_l)}{2m|C_j|},$$

т.е. справедливо второе утверждение.  $\square$

В [11] предложена новая аксиоматизация двухэтапного значения Шепли, использующая EF, AD, CSy и следующие три аксиомы.

(NC) *Свойство нулевой коалиции.* Если  $C_j \in C$  – нулевой игрок в  $Nu(M, \nu_C)$ , то  $\sum_{i \in C_j} f_i(N, \nu, C) = 0$ .

(Coh) *Согласованность.*  $f(N, \nu, C^n) = f(N, \nu, C^N)$ , где  $C^n = \{\{1\}, \dots, \{n\}\}$  и  $C^N = \{N\}$  – тривиальные коалиционные структуры.

(PS) *Солидарность внутри союза.* Для любых  $i, r \in C_j \in C$  и  $h \in C_l \in C$ ,  $l \neq j$ ,

$$f_i(N, \nu, C) - f_i(N, \nu, C_{-h}) = f_r(N, \nu, C) - f_r(N, \nu, C_{-h}),$$

$$\text{где } C_{-h} = \{C_1, \dots, C_l \setminus h, \dots, C_m\}.$$

Для описания аналогичных свойств двухэтапного консенсус-значения, введем новую аксиому.

(MNC) *Модифицированное свойство нулевой коалиции.* Если  $C_j \in Nu(M, \nu_C)$ , то  $\sum_{i \in C_j} f_i(N, \nu, C) = [\nu(N) - \sum_{C_l \in C} \nu(C_l)] / 2m$ .

**Теорема 3.** Двухэтапное консенсус-значение  $kk(N, \nu, C)$  удовлетворяет аксиомам Coh, PS и MNC, но не удовлетворяет аксиоме NC.

*Доказательство.* Для  $C = C^N$ , внешняя игра  $(M, \nu_C)$  состоит из одного игрока  $M = \{1\}$ , поэтому  $kk_1(M, \nu_C) = \nu(N)$ , а внутренняя игра  $(C_1, \nu_1)$  совпадает с  $(N, \nu)$ . Значит,  $kk_i(C_1, \nu_1) = k_i(N, \nu)$ ,  $i \in N$ . Из формулы (5) получаем  $kk(N, \nu, C^N) = k(N, \nu)$ . Если  $C = C^n$ , то внешняя игра  $(M, \nu_C)$  совпадает с  $(N, \nu)$ , поэтому  $kk_i(M, \nu_C) = k_i(N, \nu)$ ,  $i \in N$ . Все внутренние игры  $(C_i, \nu_i)$ ,  $i \in N$ , состоят из одного агента. Значит,  $kk_i(C_i, \nu_i) = \nu(i)$ ,  $i \in N$ . Окончательно,

оператор и лишь несколько компаний замахнулись на несколько регионов. Такие как E-learning, e-journal, dsms.kz.

Целью проекта является развитие качественных образовательных ресурсов и услуг, а также обеспечение равного доступа к ним на основе использования информационно-коммуникационных технологий. Так, любой обучающийся должен иметь возможность использовать цифровые образовательные ресурсы и сервисы информационной системы в любое время, из любой точки нашей республики, вне зависимости от того, в какой местности он находится.

В 2011-2013 годах система электронного обучения внедрена в 1159 организациях среднего, технического и профессионального образования 14 областей и городов Астана и Алматы по трем крупным направлениям: создание технической инфраструктуры, внедрение программного решения и развитие образовательного контента. В рамках формирования национальной программы информатизации начального образования разработан и внедрен универсальный электронный журнал для школы.

Литература:

1. Государственная программа развития образования в Республике Казахстан на 2011 – 2020 годы Астана, 2011 год
2. Закон республики Казахстан об информатизации – Информационные телекоммуникационные сети №2, 2007 г. с. 5-17
3. Гершунский Б.С. Компьютеризация в сфере образования: Проблемы и перспективы.-М:Педагогика, 1997, -264 с.
4. Концепция информатизации и развития систем образования РК на рубеже веков. -Алматы, 1997. -48 с.

**Жетимекова Г.Ж., Қали Ғ.Қ.**

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті,  
Қарағанды қаласы, Қазақстан*

## БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ӨНІМДІ ҚҰРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Түйіндеме**

Мақалада бағдарламалық өнімнің анықтамасы, бағдарламалық өнімді құру жолдары, қойылатын талаптар, ақпараттық жүйе, деректерді өңдейтін ақпараттық технологияның негізгі компоненттері қарастырылады. Мақала ақпараттық технологиялар, бағдарламалық қамтамасыз ету саласында қызмет етушілерге арналған.

логии. Исходя из этого современный педагог должен не только знать свой предмет и виртуозно владеть методикой преподавания, но и эффективно использовать в своей педагогической деятельности оргтехнику, включая принтер, сканер, ксерокс. Быть, по меньшей мере, пользователем компьютерной техники, владеть принципами программирования, так как работа на интерактивной доске подразумевает знания программ, владеть методами работы в Интернет, использовать в своей практике электронный документооборот, иметь свой сайт и электронный образовательный ресурс. Данные профессиональные компетенции формируются в процессе информатизации школьного образования, который представляет собой комплекс мероприятий, связанных с проникновением информационных средств, информационных технологий, информационной культуры в такие звенья образовательной системы как обучение, воспитание, управление, а также дополнительное образование.

Информатизация образования в Казахстане и, в частности, такой ее аспект, как подготовка педагогов к использованию ИКТ как в профессиональной деятельности, так и в процессе повышения квалификации осуществляется высокими темпами, широкомасштабно и при мощной поддержке со стороны правительства. В этом видится ориентир концепции начального образования в Республике Казахстан.

Информатизация образования – это сложный многоуровневый процесс, который нельзя свести к снабжению школ компьютерами, электронными учебниками и подключению к Интернету. В Казахстане ведется системная работа по информатизации образования [2]. В этой работе в качестве основной установки принимается ориентация на казахскую лексическую базу учебного программного обеспечения: во избежание дополнительных методических трудностей ребенок должен осваивать информатику в родной, казахской лексической среде.

В сложном процессе информатизации казахстанского образования полезно учитывать традиционную близость культур России и Казахстана, а также единые истоки информатизации образования обоих государств. Ориентация на использование результатов, методических подходов и современных дидактических новаций в российской педагогике позволит интенсифицировать процесс информатизации казахского образования.

Школьный дневник, бумажная тетрадка, в которую учителя вносят оценки, замечания, записи о родительских собраниях и вызовах в школу должен уйти в небытие. Практически каждый родитель имеет мобильный телефон и/или выход домашний в Интернет. Весьма разумно будет использовать эти возможности для того, чтобы родитель получал оценки не из рук ученика, а напрямую от учителя.

Вот уже сейчас в Казахстане реализовано около десятка сервисов, которые позволяют попробовать это hi-tech чудо. Разные фирмы предоставляют различные условия SMS и e-mail рассылок.

В данное время – нет компании, которая в раз распространила свое влияние на все регионы Казахстана. Практически в каждом регионе представлен свой

$kk(N, \nu, C^N) = kk(N, \nu, C^n) = k(N, \nu)$ , т.е. справедлива аксиома Coh. Пусть  $i, r \in C_j \in C$  и  $h \in C_l \in C$ ,  $l \neq j$ , тогда по формуле (5)

$$kk_i(N, \nu, C) - kk_i(N, \nu, C_{-h}) = [k_j(M, \nu_C) - k_j(M', \nu_{C-h})] / |C_j|,$$

где  $M' = M \setminus h$ , если  $|C_l| = 1$ ,  $M' = M$  в противном случае. Очевидно, последнее выражение равно  $kk_r(N, \nu, C) - kk_r(N, \nu, C_{-h})$ , т.е.  $kk(N, \nu, C)$  удовлетворяет аксиоме PS. Из (5) следует

$$\sum_{i \in C_j} kk_i(N, \nu, C) = \sum_{i \in C_j} k_i(C_j, \nu_j) + \sum_{i \in C_j} [k_j(M, \nu_C) - \nu(C_j)] / |C_j|,$$

$C_j \in C$ .

Консенсус-значение удовлетворяет аксиоме эффективности, поэтому

$$\sum_{i \in C_j} kk_i(N, \nu, C) = k_j(M, \nu_C) = [E_j(M, \nu_C) + Sh_j(M, \nu_C)] / 2.$$

Если  $C_j \in Nu(M, \nu_C)$ , то  $\nu(C_j) = 0$  и  $Sh_j(M, \nu_C) = 0$ . Значит,

$$\frac{E_j(M, \nu_C) + Sh_j(M, \nu_C)}{2} = \frac{\nu(N) - \sum_{C_l \in C} \nu(C_l)}{2m},$$

т.е.  $kk(N, \nu, C)$  удовлетворяет аксиоме MNC. Рассмотрим теперь игру  $(N, \nu, C)$ :

$N = \{1, 2, 3, 4\}$ ,  $C = \{C_1, C_2, C_3\} = \{\{1, 2\}, \{3\}, \{4\}\}$ ,  $\nu(1, 2) = \nu(1, 2, 4) = 1$ ,  $\nu(1, 2, 3) = \nu(N) = 2$ ,  $\nu(S) = 0$  для остальных  $S \in 2^N$ .

Четвертый агент – нулевой в  $(N, \nu)$ , а также является одноэлементной компонентой  $C_3$  данной структуры.  $C_3$  – нулевой, а также нейтральный игрок во внешней игре  $(M, \nu_C)$ . По аксиоме MNC,  $\sum_{i \in C_3} kk_i(N, \nu, C) = kk_4(N, \nu, C) = 1/6 > 0$ , т.е.  $kk(N, \nu, C)$  не удовлетворяет аксиоме NC.

Литература:

1. Aumann R.J., Dreze J.H. Cooperative Games with Coalition Structure // International Journal of Game Theory. 1974. N. 3. P. 217-237.
2. Owen G. Values of games with a priori unions. Essays in mathematical economics and game theory. Berlin, 1977, pp. 76-88.
3. Gomez-Rua M., Vidal-Puga J. The axiomatic approach to three values in games with coalition structure // MPRA paper. 2008. N. 8904. P. 1-30.
4. Зинченко А.Б., Мироненко Г.В., Провоторова П.А. Консенсус-значение для игр с коалиционной структурой // Математическая теория игр и ее приложения. Том 2. Выпуск 1. 2010. С. 93-106.
5. Zinchenko A.B., Provotorova P.A., Mironenko G.V. Efficient CS-values based on consensus and Shapley values // Contributions to Game Theory and Management. Vol. 4. 2011. P. 502-513.

6. Зинченко А.Б. Аксиоматическое обоснование новых операторов значения для игр с коалиционной структурой // Известия вузов. Сев.-Кавказ. регион. Естественные науки. 2011. № 1. С. 5-8.
7. Van den Brink R. Null or nullifying players: the difference between the Shapley value and equal division solutions // Journal of Economic Theory. 2007. Vol. 136. P. 767-775.
8. Kamijo Y. A two-step Shapley value for cooperative games with coalition structures // International Game Theory Review. 2009. Vol. 11. P. 207-214.
9. Зинченко А.Б. Двухэтапный CS-оператор, использующий консенсус-значение // Известия вузов. Сев.-Кавказ. регион. Естественные науки. 2013. № 4. С.10-13.
10. Ju Y., Born P., Rays P. The consensus value: a new solution concept for cooperative games // Social Choice and Welfare. 2006. Vol. 28. N. 4. P. 85-703.
11. Calvo E., Gutierrez M.E. Solidarity in games with a coalition structure // Discussion Papers in Economic Behaviour from University of Valencia. N. 810. 2010. P. 1-22.

**Хомченко А. Н.**

*Черноморский государственный университет им. Петра Могилы,  
г. Николаев, Украина*

## **ФУНКЦИЯ – «ПАГОДА»: ИЗВЕСТНАЯ И НЕИЗВЕСТНАЯ**

**Введение.** Функция – «пагода» (термин Г. Стренга и Дж. Фикса [1]) представляет собой произведение  $X(x) \cdot Y(y)$  двух основных кусочно-линейных функций – «крышек» одной переменной. Она успешно применяется в методе конечных элементов (МКЭ) для решения двумерных задач. Прообразом «пагоды» была известная пирамида Куранта (1943 г.), с которой начиналась история развития МКЭ. Носитель функции Куранта (ячейка Куранта) состоит из шести самостоятельных прямоугольных треугольников. Каждый треугольник «несёт» линейную функцию (фрагмент плоскости). Носитель «пагоды» состоит из восьми попарно «сшитых» прямоугольных треугольников, т. е. из четырёх самостоятельных квадратов. Каждый квадрат «несёт» нелинейную функцию (фрагмент гиперболического параболоида – гипара). Пирамида Куранта опирается на 6 симплексов, а «пагода» – на 4 мультиплекса (по терминологии Дж. Одена [2]). Поскольку все фрагменты «пагоды» одинаковы, достаточно рассматривать один фрагмент. Это специально вырезанная часть поверхности гипара с квадратным планом. Именно на этом фрагменте мы сосредоточим наше внимание. С точки зрения новых знаний небольшой ограниченный фрагмент намного содержательнее безграничной поверхности гипара. Главная особенность «пагоды» состоит в её финитности, т. е. в том, что она обращается в нуль всюду, кроме четырёх квадратных ячеек, на которые делится расчётная область.

The demand for information technology has many faces and is pro-specific conditions. There are activities where information is particularly important. This, for example, banking, stock exchange activities. In such organizations, the use of information technology is vital.

In the activity of large firms is continuous transmission of information paramount and the proper functioning of the company. Particular importance of timely and reliable information. For many firms, in-house system solves the problem of information process and has a production character. This applies above all to ensure processes of cooperative enterprises production coming from specialized companies. Plays a special role in market forecasting processes.

In many firms created a database in which information is stored on Personnel of constantly updated and detailed as possible, systematized on a variety of grounds. Choose information done with output to the printer computer that allows you to monitor states, moving personnel within the firm, and set workers, improving their skills.

The program is currently general information society strategy involves the use of commercial information at all levels of society (micro and macro levels).

The most widely used of technology transfer and dissemination of business information received: automated databases, information products services on technical media, videotext.

It should also be noted, and other technology dissemination of information gained popularity in recent times.

### References

1. Titorenko G.A. Information Technology Management, 2003.
2. Titorenko G.A. Automated information technology in the economy, 1998.
3. Robert I. Modern information technology in education, 1994.

**Кенжалиев А. Ж.**

*студент 4 курса специальности «Информационные системы»  
Нового экономического университета им. Т. Рыскулова*

**Исамбаева Г.М.**

*Руководитель: доцент кафедры «Прикладная информатика»*

## **ИНФОРМАТИЗАЦИЯ НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

XIX век – век инновационных технологии. Сейчас наша планета является самым глобальным информационным пространством. Многочисленные сферы человеческой деятельности, люди не могут обойтись без компьютерных техно-

Zharmagambetova G.O.

Kostanay State University of A. Baitursynov, Kostanay

## INFORMATION TECHNOLOGY IN BUSINESS

Dissemination of information is no longer conceivable without the use of new information technologies. New information technologies have long passed the stage when they were developed for internal needs of an organization, becoming an independent and quite profitable kind of business, aimed at meeting the diverse information needs of a wide range of users.

Already it is no secret that the world economy is currently the share of computer and information technology is very important. Computer and information industry, like any other industry, develops in the usual economic laws. Still, it has some significant features which radically distinguish it from all previous social and economic practices.

Industry under the commercial distribution of information refers to the industry, providing consumers and users of information products and services in a commercial operation; based on the use of new information technologies, by which is meant the modern types of information services, organized on the basis of computer and communications equipment.

Technology – is a complex scientific and engineering knowledge is realized in the bathroom, work methods, a set of material, technical, labor factors of production, methods of their connections to create a product or service that meet certain requirements. Therefore, technology is inextricably linked to the mechanization of the production or non-production, first of all, the management process. Management techniques based on the use of computers and telecommunications equipment.

By definition, information technology – is a set of interrelated, scientific, technological and engineering disciplines studying methods of effective organization of labor people involved information processing and storage; computer technology and methods of organization and interaction with people and production equipment, their practical application, as well as associated with all this social, economic and cultural issues. Themselves, require complex information technology training, high initial costs and science-intensive technology. Their introduction should begin with the creation of the software, the formation of information flows in systems training.

Information technologies have become part of our lives. The use of computers (electron computing machine) has become commonplace, although it is only recently workplace equipped with a computer was a rarity. Information technologies have opened new opportunities for work, would greatly facilitate the work of man.

Use of information technology in the management of, opens up the possibility of more economical and rational organization of informational process, increasing their flexibility and dynamism, expansion analyzed factors when deciding factors and their justifications. In the end, the entire mass made benefits of computer technology makes it possible to increase the level of control.

**Анализ предшествующих публикаций.** Систематическое изучение и широкое применение гипаров в качестве оболочечных элементов инженерных сооружений началось в 30-е годы прошлого века [3]. Впервые автору посчастливилось узнать о необыкновенных свойствах гипара в начале 70-х годов XX столетия в связи с исследованиями по колебаниям и изгибу оболочек [4-6]. Во второй половине XX века гипары привлекли внимание многочисленных разработчиков и пользователей МКЭ [1, 2, 4, 5] в связи с задачей билинейной интерполяции функций двух аргументов. В начале 80-х годов XX века, когда стало понятно, что роль матричной алгебры в МКЭ преувеличена, появились геометрические подходы [6], а также стохастические процедуры моделирования КЭ [7, 8]. О способах построения функции – «пагоды» можно прочитать в [9].

Цель статьи – описать малоизвестные и неизвестные свойства «пагоды», т. е. базисной функции билинейной интерполяции.

**Основная часть.** Наиболее общий метод использования четырехугольных КЭ состоит в применении точечного преобразования четырехугольника в квадрат и в использовании изопараметрической аппроксимации [4, 5] (В. Irons, 1966). Если расчетные узлы (рис. 1) расположены в вершинах квадрата:  $|x| \leq 1, |y| \leq 1$ , то базис билинейной аппроксимации имеет вид [2]:

$$N_i(x, y) = \frac{1}{4} (1 + x_i x) (1 + y_i y), \quad x_i, y_i = \pm 1. \quad (1)$$

Эти функции обладают следующими свойствами:

$$0 \leq N_i(x, y) \leq 1, \quad N_i(x_\kappa, y_\kappa) = \begin{cases} 1, & i = \kappa, \\ 0, & i \neq \kappa, \end{cases} \quad \sum_{i=1}^4 N_i(x, y) = 1, \quad (2)$$

где  $i$  – номер функции,  $\kappa$  – номер узла.

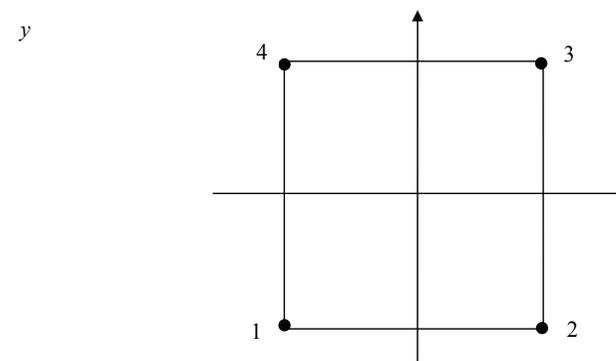


Рис. 1. Элемент билинейной интерполяции

Заметим, что эти свойства можно истолковать в терминах теории вероятностей, что позволяет предложить вероятностно-геометрический способ конструирования базисов КЭ [7-9]. С геометрической точки зрения каждая функция (1) представляет собой фрагмент поверхности гипара с наивысшей точкой в «своём» узле. Если собрать 4 квадрата так, чтобы наивысшие точки гипаров совпали в центре, получим «пагоду» (рис. 2).

Представляет интерес тестирование функции  $N_i(x, y)$  на гармоничность. Оказывается, эта функция выдерживает тестирование по трём критериям гармоничности. Напомним эти критерии:

дифференциальный критерий Лапласа (1782):

$$\frac{\partial^2 N_i(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_i(x, y)}{\partial y^2} = 0; \quad (3)$$

интегральный критерий Кёбе (1906):

$$\frac{1}{l} \int_l N_i(x, y) dl = N_i(0, 0), \quad (4)$$

где левая часть – среднее интегральное (по периметру области D) значение  $N_i(x, y)$ , правая часть – значение функции в барицентре квадрата;

интегральный критерий Привалова (1925):

$$\frac{1}{S} \iint_D N_i(x, y) dx dy = N_i(0, 0), \quad (5)$$

где левая часть – среднее интегральное (по площади области D) значение  $N_i(x, y)$ .

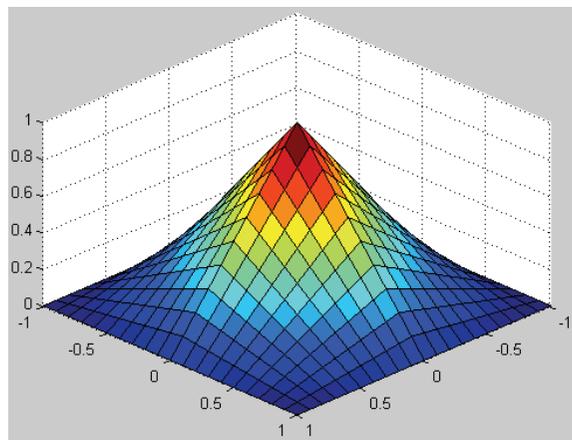


Рис. 2. Функция – «пагода»

Преподаватели должны пойти навстречу к студентам, т.е. «пойти» в сеть и там предложить инструменты, которые позволят им получить качественную и исчерпывающую информацию по предмету и взаимодействовать с учебной средой.

Основными преимуществами использования сетевых технологий в организации интерактивного обучения являются:

- быстрая передача обучающих материалов;
- улучшенный доступ, что позволяет обратиться к обучающей системе и к обучающим материалам в любое время с любого места и компьютера;
- стандартизация учебного материала;
- улучшенное управление образовательной средой;
- коммуникация и сотрудничество.

На наш взгляд, система Moodle в полной мере подходит для организации и проведения занятий в интерактивном режиме. Данная система является бесплатной и свободной системой управления обучением, ориентированной, прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и студентами. Данная образовательная среда позволяет обеспечить интерактивное взаимодействие между всеми участниками учебного процесса и является привычным, современным инструментом для обучения. Основным методом использования интерактивной технологии в обучении является интерактивный диалог, который представляет собой взаимодействие пользователя с программной средой и участников между собой, что легко реализовать в системе Moodle в виде консультаций, чатов и форумов. Данная система позволяет обучающимся связываться между собой и целой группой, совместно сотрудничать в проектах, создавая общую базу данных, общий глоссарий по изучаемой теме и т.д. Данная среда очень удобна для проведения интерактивного контроля знаний в сетевом режиме.

Использование сетевых технологий в интерактивном обучении способствует не только повышению качества знаний, но и делает продуктивным и эффективным сам процесс обучения.

#### Литература:

1. Пескова, Л. А. Методы и средства интерактивного взаимодействия студентов и преподавателей в Интернет-обучении [Электронный ресурс]: дис. канд. пед. наук. – Улан-Удэ, 2006. – 164 с.
2. Ступина, С. Б. Технология интерактивного обучения в высшей школе: учебно-методическое пособие / С.Б. Ступина. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – 52 с.

## SOFTWARE

К.п.н. Микула О.Н.

Ставропольский государственный педагогический институт

## ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

В работе представлен краткий обзор основных моделей, современных методов и форм обучения в системе высшего профессионального образования. Рассматриваются основные преимущества и возможности организации интерактивного обучения с использованием сетевых технологий. В частности, описывается система Moodle как удобная среда для обеспечения интерактивного взаимодействия между участниками учебного процесса.

На современном этапе развития нашего общества сферу образования охватывают глубокие изменения. Проводимая модернизация системы образования и внедрение ФГОС ВПО третьего поколения в систему высшего профессионального образования РФ затрагивают множество аспектов, связанных с организацией учебного процесса и использованием современных средств обучения.

Различают три модели обучения:

- пассивная – обучающийся выступает в роли объекта обучения;
- активная – обучающийся выступает субъектом обучения;
- интерактивная – обучаемый и обучающийся являются равноправными субъектами обучения.

В связи с переходом от определения цели обучения как усвоения знаний, умений и навыков к определению цели как формированию учиться первостепенную роль играют такие средства обучения, как активные и интерактивные формы и методы обучения.

Интерактивные методы (от англ. interaction – взаимодействие, воздействие друг на друга) – это методы обучения, которые основаны на взаимодействии обучающихся между собой. Интерактивное обучение основано на построении взаимодействия обучающегося с учебным окружением и учебной средой, являющейся источником осваиваемого опыта и понимается как совместный процесс познания, где знание добывается в совместной деятельности через диалог [2].

Современные возможности Интернета позволяют быстро и удобно строить взаимодействие между обучаемым и обучающимся. При этом в сетевом интерактивном режиме студент может самостоятельно осваивать учебный материал, ввести диалог с преподавателем и с другими субъектами образовательного взаимодействия, участвовать в обсуждении по изучаемой проблеме и проходить различные формы контроля знаний [1].

Теперь рассмотрим тело, заключенное между областью  $D$  ( $|x| \leq 1, |y| \leq 1$ ) и поверхностью  $N_i(x, y)$ . Найдём точное значение объёма этого клиновидного тела:

$$V = \iint_D N_i(x, y) dx dy = 1 \quad (6)$$

Теперь вычислим  $V$  приближенно по формуле Симпсона (правило трёх параллельных сечений, 1743). Здесь важно правильно (рационально) выбрать параллельные сечения (два опорных и среднее). Вычисления существенно упрощаются, если выбрать вертикальные сечения, параллельные координатной плоскости, например:  $y = \pm 1$  – опорные и  $y = 0$  – среднее.

$$\text{Тогда } V = 2 \cdot \left(\frac{1}{6} \cdot S_{-1} + \frac{4}{6} \cdot S_0 + \frac{1}{6} \cdot S_1\right) = 1, \quad (7)$$

где  $S_{-1}$  и  $S_0$  и  $S_1$  – площади соответствующих сечений.

То, что приближённая формула Симпсона даёт точное значение объёма, означает, что тело, ограниченное «пагодой», относится к семейству симпсоновых тел.

Нетрудно установить, что «пагода» принадлежит семейству коноидов. Достаточно вспомнить определение: коноид – линейчатая поверхность, все прямолинейные образующие которой параллельны одной и той же плоскости и пересекают одну и ту же прямую (ось коноида). Выходит, что «пагода» – это двухосный коноид с ортогональными осями.

Наконец, вернёмся к вероятностному содержанию  $N_i(x, y)$ . Свойства (2) позволяют сформулировать в мультиплексе правила одношаговых 4-маршрутных «блужданий» частицы со случайным стартом  $M(x, y)$ . Кавычки означают, что частица не блуждает, а всего за один шаг переходит с вероятностью  $N_i(x, y)$  в поглощающую вершину квадрата  $i$  ( $i = \overline{1, 4}$ ).

Анализируя вероятностные свойства  $N_i(x, y)$  и одношаговую схему «блуждений», мы приходим к обратной задаче, т. е. к задаче о случайно вложенных квадратах. Сначала рассмотрим концентрическое вложение. На рис. 3 изображён случайный квадрат  $M_1 M_2 M_3 M_4$ , который наугад вложен в основной квадрат  $A_1 A_2 A_3 A_4$  так, что их барицентры совпадают (концентрическое вложение).

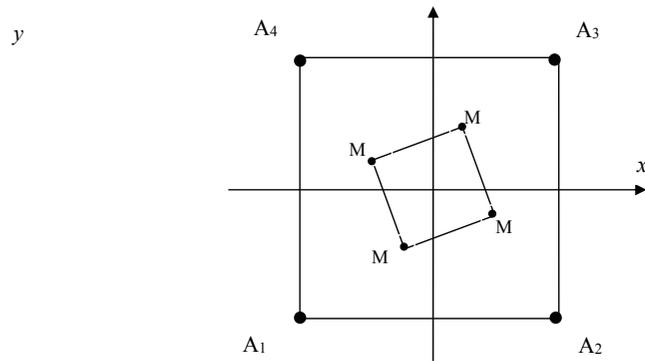


Рис. 3. Случайное концентрическое вложение

Обозначим вероятность перехода частицы из вершины вложенного квадрата  $M_\kappa$  в вершину основного квадрата  $A_i$  через  $p(M_\kappa \rightarrow A_i)$ . Легко проверить, что известное свойство (2) билинейного базиса обретает вид:

$$\sum_{i=1}^4 p(M_\kappa \rightarrow A_i) = 1, \quad \kappa - \text{фиксировано.} \quad (8)$$

Это своеобразное обобщение (адаптирование) известного шаблона типа «крест» (один старт и четыре финиша). Читатель может аналитически, графически или экспериментально доказать, что при концентрическом вложении сохраняется баланс переходных вероятностей для всех траекторий, начинающихся в случайных вершинах  $M_\kappa$  и оканчивающихся в фиксированной вершине  $A_i$ :

$$\sum_{\kappa=1}^4 p(M_\kappa \rightarrow A_i) = 1, \quad i - \text{фиксировано.} \quad (9)$$

Это «обратная» схема (четыре старта и один финиш). Нетрудно догадаться, что при эксцентрическом вложении случайного квадрата формула (8) не изменится. А что произойдет с формулой (9)? Как модифицировать модель концентрического вложения, если диаметр вложенного квадрата превзойдет диаметр основного квадрата?

В МКЭ считается, что базисная функция за пределами носителя равна нулю, а в задаче о случайно вложенных фигурах можно отказаться от этого ограничения и поэкспериментировать.

Приложения с использованием мультимедиа являются одним из наиболее наглядных, показательных и занимательных средств в образовательном процессе. Все больше в последние годы мультимедийные технологии используют в различных областях деятельности: в первую очередь применяется в культуре, научных проектах, а также в производственной деятельности.

Исходя из данной актуальности, можно выделить цель этого проекта: разработать видеоролик с наличием визуальных эффектов и качественного видеоряда для привлечения внимания аудитории, в конкретном случае – учителей и учеников.

Исходя из этого, можно построить ряд задач: получить все требования и пожелания от заказчика; разработать требования к проекту и согласовать их с заказчиком; осуществить сбор информации и наработанных материалов; провести анализ полученных материалов; отобрать кадры, подходящие для видеоролика; составить сценарий для ролика; произвести съемку необходимого видео на камеру; выстроить последовательность кадров из снятого и наработанного материала; заняться монтажом и оцифровкой видео, добавлением спецэффектов, озвучиванием видеоролика.

Предметом исследования является деятельность учителей, их самообразование, повышение квалификации, передача накопленного опыта.

Практическая ценность такой работы – ее дальнейшее использование в школах на семинарах, классных часах, родительских собраниях с целью повышения значимости роли учителя и образования в современном обществе, а также что каждый человек может внести что-то свое и хоть немного, но изменить окружающий мир.

В качестве программных продуктов для разработки и создания видеоролика можно рассмотреть 3 профессиональные программы: Adobe Premiere Pro, Adobe After Effects и Adobe Photoshop.

Таким образом, в XXI веке ни один товарный бренд не уступает конкурентам, а только совершенствуется и учитывает мнение потенциальных покупателей, тем самым привлекая их на свою сторону и зарабатывает на этом неплохие средства.

Литература:

1 Варакин М.В. Разработка мобильных приложений под Android, УЦ «Специалист» 2012 г.

2 Литвинюк В.А. Кроссплатформенная разработка мобильных приложений. Режим доступа: [http://storage.tusur.ru/files/8785|FJB-1102\\_Кроссплатформенная%20разработка%20мобильных%20приложений.pdf](http://storage.tusur.ru/files/8785|FJB-1102_Кроссплатформенная%20разработка%20мобильных%20приложений.pdf).

**Ст.преподаватель, Биктимирова В.Б.**

*Костанайский государственный университет им. А.Байтурсынова, Казахстан*

## **РАЗРАБОТКА УЧЕБНЫХ ВИДЕОРОЛИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММ ДЛЯ ВИДЕОМОНТАЖА**

В настоящее время роль учителя в школе очень важна и актуальна, ведь от знаний преподнесенных ученикам зависит его дальнейшая жизнь. Поэтому необходимо донести ученику значимость работы преподавателя, как и для учителя – всю ценность его профессиональной деятельности.

Передача опыта от учителей ученикам в разное время происходило в разных формах обучения. Если раньше в основе обучения было повторение поведения, то сейчас принципы изменились. В современном мире все больше получает тенденция образования через самостоятельное понимание изучаемых предметов, не без значительной помощи учителей. Важно научить обучаемого человека познавать, исследовать, анализировать, развивать нестандартные принципы мышления. Уделять внимание развитию творческой деятельности – немаловажная ступень в процессе обучения.

Передавать будущему поколению все знания, умения необходимо, ведь от этого зависит дальнейшая подкованность человека в мире. Родители воспитывают, обучают своих детей с рождения, а учителя дают знания в разных областях, подготавливают к высшей ступени образования. Все больше имеет значения не только много знать, но и уметь применять эти знания на практике. Образовательный процесс должен быть продуктивным, а значит необходимо сделать его занимательным. Нужно донести всю важность обучения и его большое значение в будущем.

В связи с этим актуальным становится вопрос о формате преподнесения данной информации для всех, поэтому был выбран видеоролик, направленный на лучшее восприятие необходимых сведений по этой теме.

**Выводы.** Функция – «пагода» не так проста, как кажется на первый взгляд. Нетрудно предположить, что задача о вложениях случайного куба в основной куб приведёт к новым свойствам базиса трилинейной интерполяции.

Литература

1. Стренг Г. Теория метода конечных элементов / Г. Стренг, Дж. Фикс. – М. : Мир, 1977. – 350 с.

2. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред / Дж. Оден. – М. : Мир, 1976. – 464 с.

3. Рассказов А. О. Расчёт оболочек типа гиперболических параболоидов / А. О. Рассказов. – К. : КГУ, 1972. – 175 с.

4. Хомченко А. Н. О собственных колебаниях асимметричного, несущего локально присоединённую массу / А. Н. Хомченко // Труды НКИ. – Николаев : НКИ, 1971. – Вып. 46. – 1971. – С. 130–136.

5. Калько А. М. О напряжённо-деформированном состоянии ортотропной оболочки постоянного кручения / А. М. Калько, А. Н. Хомченко // Труды НКИ. – Вып. 56. – Николаев : НКИ, 1972. – С. 43–46.

6. Хомченко А. Н. Нелинейные колебания оболочки типа гиперболический параболоид / А. Н. Хомченко // Труды НКИ. – Вып. 90. – Николаев : НКИ, 1974. – С. 48–53.

7. Марчук Г. И. Введение в проекционно-сеточные методы / Г. И. Марчук, В. И. Агошков. – М. : Наука, 1981. – 416 с.

8. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 541 с.

9. Wachspress E. L. A rational finite element basis / E. L. Wachspress. – Academic Press. – New York, 1975. – 216 p.

10. Хомченко А. Н. Некоторые вероятные аспекты МКЭ / А. Н. Хомченко. – Ив.-Франк. ин-т нефти и газа. – Ивано-Франковск, 1982. – 9 с. Деп. в ВИНТИ 18.03.82, № 1213.

11. Хомченко А. Н. Метод конечных элементов: стохастический подход / А. Н. Хомченко. – Ив.-Франк. ин-т нефти и газа. – Ивано-Франковск, 1982. – 7 с. Деп. в ВИНТИ 15.10.82, № 5167.

12. Хомченко А. Н. П'ять способів побудови функції – «пагоди» / А. Н. Хомченко, І. О. Астіоненко, Н. О. Козуб // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Тавр. держ. агротехнол. ун-т. – Вип. 4. Т. 37. – Мелітополь : ТДАТУ, 2008. – С. 24–31.

К.т.н., доцент Кабулова Е.Г.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)  
«Национального исследовательского технологического университета  
«Московский институт стали и сплавов», Россия

## МНОГОУРОВНЕВАЯ СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Совершенствование методов подсчета запасов железной руды является весьма актуальным вопросом на современном этапе развития металлургической промышленности. Знание промысловых параметров карьеров и рудников позволяет прогнозировать разработки месторождений и эффективно управлять данным процессом.

В нашей стране оценивание запасов производится в основном с использованием детерминированных методов, а итоговая оценка является точечной. Лишь для расчета отдельных параметров в моделях используются статистические методы, различные методы усреднения и взвешивания [1]. В то же время в США, Японии и других зарубежных странах запасы железной руды определяются и утверждаются в виде функций распределения вероятности [5]. Однако данных для построения функций распределения вероятностей по каждому параметру бывает недостаточно. К тому же операции с этими функциями в теории вероятностей очень громоздки

Погрешность различных приборов и датчиков, проводимых исследований, наличие по целому ряду параметров возможности лишь косвенной их оценки приводят к необходимости проведения расчетов при наличии неточно заданных параметров и коэффициентов уравнений. Замена неточных величин на детерминированные приводит к необходимости их итерационного подбора для получения приемлемых результатов [3].

В этом случае также затруднена оценка погрешности получаемого результата. Очень часто в состав параметров и коэффициентов уравнений входят одновременно величины с различным характером неопределенности: интервальные, нечеткие, стохастические, эвристические. Поэтому возникает необходимость представления всей информации на едином формальном языке теории нечетких множеств с представлением характеристик неточно заданных величин в виде  $F$ -функций [2].

Интерпретация неопределенных величин как нечетких больше соответствует реальной промышленной ситуации по сравнению с интерпретацией этих величин как случайных. Применение для оперирования с неопределенными величинами аппарата теории вероятности приводит к тому, что фактически неопределенность независимо от ее природы отождествляется со случайностью, между

Сегодня мобильные гаджеты представлены различными брендами начиная с марки Apple, Android и заканчивая старенькой, но надежной Java (в основном Nokia и Samsung). Все современные ОС заимствованы и преобразованы из их ранних предшественников, таких как, FLEX – фирма Motorola и MtkOS – операционная система для мобильных телефонов на MTK (ARM) процессорах.

Для создания новых операционных систем некоторые крупные компании готовы сотрудничать и создавать так называемые «мобильные гибриды», ярким примером этого слияния может послужить объединение корпораций Intel и Samsung которые, начиная с 2013 года, ведут совместную работу по созданию новой платформы под названием Tizen, которая будет работать на ОС Linux.

Каждая платформа поддерживает расширение подходящее только для своей операционной системы. Например: приложение Android-устройства с расширением «Ark» никак не сможет работать на приложении iOS-устройствах и наоборот. То есть каждая компания защищает тем самым свои авторские права.

Сегодня в век передовых технологий наряду с крупными брендами довольно трудно создать что-то новое и привлечь на свою сторону потенциальных покупателей. Молодому покупателю наиболее важен «свежий» формат смартфона, который будет оснащен современными качествами.

Кроме «гибридных» смартфонов уже существуют и создаются «гибридные» системы. Они, в свою очередь, классифицируются на специализированные и универсальные системы, которые образуют вычислительные системы.

Вся эта система требует непосредственной защиты от вредоносных и шпионских программ. Dr.Web, Kaspersky, Nod 32, Avast – все эти утилиты стоят на страже целостности и сохранности нашей цифровой информации [2].

Таблица 1.

Сравнение мобильных гаджетов

Функции	Платформа				
	Java	Symbian	Android	Windows Phone	iOS
Вызов	+	+	+	+	+
Сообщения:					
-sms	+	+	+	+	+
-mms	+	+	+	+	+
-e-mail	+	+	+	+	+
Мультимедиа	+	+	+	+	+
Видеокамера:					
-задняя камера	+	+	+	+	+
-передняя камера	-	-	+	+	+
GPS	-	+	+	+	+
3G	-	+	+	+	+

Средства кроссплатформенной разработки позволяют создавать приложения для нескольких мобильных платформ. Каждый, кто когда-либо разрабатывал мобильные приложения, мечтал, нажатием одной кнопки, портировать свое приложение и на другие платформы, причем сделать это легко и быстро. Можно воспользоваться транслятором Java в Objective-C, который недавно выпустила компания Google. Один недостаток, что архитектуру приложения, все равно, придется составлять заново, да и с оптимизацией кода будут проблемы [1].

Фреймворк (англ. Framework – каркас, структура) – это структура программной системы; программное обеспечение, которое облегчает разработку и объединение различных компонентов объемного программного проекта. Часто применяется термин «каркас», а некоторые авторы используют его как основной.

Для развития малого и среднего бизнеса нужно осознавать все тонкости от продажи кроссплатформенности, чтобы в дальнейшем не приходилось давать заказ по поводу этой работы заново другой команде. Поэтому, ежедневно сотнями программистов создаются удобные для каждого пользователя приложения. Например: социальные приложения, типа Facebook, WhatsApp, Twitter, ВКонтакте и т.д., виджеты, которые отображают погоду, новости, курсы валют [2].

Изначально следует провести краткий обзор наиболее распространенных фреймворков [1].

На современном этапе развития информационных технологий, рынок разнообразных фреймворков, так или иначе, связан с мобильными устройствами.

Appcelerator Titanium – на сегодняшний день один из самых популярных фреймворков с активной базой разработчиков. Appcelerator Titanium – доступное средство разработки мобильных и десктопных приложений, основу которого составляют актуальные Web-технологии.

Titanium Desktop – Webkit, расширенный дополнительными JavaScript объектами пакуется в исполняемое приложение для Windows, Linux, MacOSX.

Adobe Integrated Runtime (AIR) – это кроссплатформенная среда разработки от компании Adobe, применяемая для запуска приложений, которая позволяет применять языки HTML/CSS, Ajax, Adobe Flash и Adobe Flex для переноса веб-приложений на настольные ПК и мобильные устройства.

В Titanium Mobile есть возможность писать приложения под OS Android, BlackBerry и iPhone. Чтобы написать приложение под Android, необходимы знания JavaScript, так как весь программный продукт состоит из объектов, которые в нее помещены, причем каждый объект обладает присущими ему свойствами и методами, что предполагает возможность использования всего потенциала OS.

К положительным сторонам фреймворка Appcelerator Titanium можно отнести: – широкая API; – контроль платформы; – собственная среда разработки IDE; – частые обновления и т.д.

Из минусов стоит выделить более низкую производительность, нежели у такого же приложения, но написанного под конкретную платформу (этот недостаток есть у всех кроссплатформенных движков), объем приложения.

тем как основным источником неопределенности во многих процессах принятия решений может являться нечеткость.

Для подсчета запасов железной руды воспользуемся известным уравнением [4]:

$$P_{\phi} = \left[ m_r (H_k - h_m) - \frac{(m_r - b_{\phi})^2}{(\operatorname{ctg} \alpha_{p.m} + \operatorname{ctg} \beta_{k.v}) 2} \right] L_p. \quad (1)$$

где  $L_p$  – длина залежи по простиранию,  $m_r$  – горизонтальная мощность рудного тела,  $b_{\phi}$  – ширина дна карьера;  $H_k$  – базовая глубина карьера;  $h_m$  – вертикальная мощность наносов;  $\alpha_{p.m}$  – угол падения залежи;  $\beta_{k.v}$  – угол наклона борта карьера.

В отличие от существующей практики предварительного получения точечных оценок для каждого параметра на основе различных способов усреднения, взвешивая по объему и площади в предлагаемом подходе каждый из них задается в виде соответствующей функции принадлежности  $\mu(h)$ ,  $\mu(\alpha)$ ,  $\mu(\beta)$ ,  $\mu(m)$ .

Результирующую функцию принадлежности для запасов руды получаем из уравнения (1) с учетом определения алгебраических операций:

$$\mu(P_{\phi}) = \max_U [\mu(h) \wedge \mu(\alpha) \wedge \mu(\beta) \wedge \mu(m)] \quad (2)$$

где  $U = \{(h, \alpha, \beta, m) \mid h, \alpha, \beta, m = P_{\phi}\}$ .

Решение задачи (2) аналитическими методами, описанными выше, довольно затруднительно, поэтому на практике применяются численные методы. В наиболее простом из них, так называемом обратном методе результирующая функция принадлежности рассчитывается путем последовательного применения бинарной алгебраической операции.

Алгоритм нахождения функции принадлежности  $\mu(z)$  как результата алгебраической операции над двумя произвольными функциями принадлежности  $\mu(x)$  и  $\mu(y)$  обратным численным методом состоит из следующих этапов:

1) Для функций принадлежности  $\mu(x) \in [0, \phi]$ ,  $\mu(y) \in [0, \gamma]$ ,  $\phi, \gamma \leq 1$  разобьем отрезок  $[0, \phi \wedge \gamma]$  на части точками  $[0, \phi \wedge \gamma]$ ,  $r_i \in [0, \phi \wedge \gamma]$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

2) Для каждого  $r_i$  из решения уравнений  $\mu(x) = r_i$  и  $\mu(y) = r_i$ , определяем соответствующие  $r_i$ -уровневые множества:  $\delta_{r_i}(\tilde{x}) = [x_i^-, x_i^+]$ ,  $\delta_{r_i}(\tilde{y}) = [y_i^-, y_i^+]$

3) Находим  $r_i$ -уровневые множества результирующей функции

$$\delta_{r_i}(\tilde{z}) = \delta_{r_i}(\tilde{x}) * \delta_{r_i}(\tilde{y}) = [z_i^-, z_i^+]$$

где \* – соответствующая интервальная операция.

Особенности применяемого численного метода позволяют работать с функциями любого вида. На основе данного алгоритма рассчитаны  $\gamma$ -уровневые множества для функции  $\mu(P_G)$ .

При подсчете запасов железной руды формируется многоуровневое описание геологических объектов. Можно выделить подсчет запасов по средним значениям, двухмерные и трехмерные геологические модели. Если эти модели и соответствующие понятия создаются на единой информационной базе, то имеется реальная возможность согласования исходных понятий и решений, и уменьшения уровня неопределенности в системе.

Более детальным является подсчет запасов по пластам, блокам и разрезам [4,5]. В этом случае параметры моделей связаны определенными соотношениями: для параметров  $k_n$  и  $k_p$  идет взвешивание по площадям соответствующих пластов, разрезов; толщины продуктивных пластов суммируются, а запасы в целом по месторождению определяются суммой запасов по пластам, блокам и разрезам.

Следующим уровнем детализации являются двухмерные геологические модели. В этом случае для связи параметров моделей требуется усреднение сеточной области параметров  $k_n$  и  $k_p$ . В случае трехмерной модели параметры  $k_n$  и  $k_p$  усредняются. В целом получается многоуровневая система вложенных понятий и моделей.

При описании всех исходных и результирующих параметров с помощью теории нечетких множеств появляется возможность согласования используемых нечетких величин и коррекции по уровням описания в соответствии с предложенной процедурой для многоуровневых иерархических систем.

#### Литература:

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем.- Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». – М.: 1968.- 356 стр.
2. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. – СПб.: ВНУ-Санкт-Петербург. – 432 с.
3. Морозов С.А., Манжула В.Г., Федосеев С.В. Принципы построения математических моделей сложных систем в условиях неопределенности // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 4 – С. 74-75.
4. Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий горной металлургии с открытым способом разработки. – Л.: Гипроруда, 1986. – 264 с.
5. Открытые горные работы: справочник / К.Н. Трубецкой [ и др.]. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.

And what with the change of speakers and the accompanying training system? Different systems may require different amounts of settings, which greatly affects the ease of use. The standard output is to use multi-criteria, the so-called comprehensive quality index.

As an example, consider the case of a simple command speech recognition system. Operation of the system is based on the hypothesis that the spectral and temporal characteristics of the teams of words for a single speaker vary slightly.

The acoustic model of the system is a converter of a speech signal in the spectral-time matrix. In the simplest case, the command located in time for pauses in the speech signal. Linguistic unit is able to detect a limited number of teams plus one, which means all the other unknown word system.

As a rule, the linguistic model is constructed as the search algorithm maximum functionality of the input sample and the sample of all «vocabulary» of the system.

Often this is the usual two-dimensional correlation. Although the choice of the dimension of description and his birth certificate may vary widely developer. Linguistic blocks of modern systems implement complex model of natural language.

Sometimes it is based on the mathematical apparatus of hidden Markov chains, sometimes utilizes the latest technology of neural networks.

#### REFERENCES

1. Rabiner, L.R. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. Proceedings of the IEEE, vol. 77, no.2, February 1989
2. Rabiner, L.R. Juang, B.H. Fundamentals of speech recognition, 1993.

**Рамазанов М.К.**

*студент 2 курса специальности 5В070300 – Информационные системы*

**Соротник Н.В.**

*старший преподаватель кафедры информационных систем,*

*магистр естественных наук*

*Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, Казахстан*

## **КРОССПЛАТФОРМЕННАЯ РАЗРАБОТКА НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

В настоящее время в период рыночной экономики и инновационных технологий мобильные платформы уже не позволяют выпускать приложения аналогичные одной операционной системе, вследствие этого возникает сложный выбор. Мы выбираем разработки ОС удобные для нас (на государственном и русском языках), создаваемые в формате сайта для мобильных гаджетов на HTML 5 или самостоятельно разрабатываем приложения, используя структуру программных систем для кроссплатформенной разработки.

Two key problems of speech recognition – to achieve absolute accuracy on a limited set of commands for at least one announcer voice and speaker-independent continuous speech recognition of any acceptable quality – not resolved, despite the almost half-century history of their development.

There are doubts about the concept of answerability both tasks, because even people cannot always completely recognize the language of the interlocutor. If it has more recently been considered as a signal in the range from about 300 to 3500 Hz, that has the characteristic properties (e.g., a pause between words), then from the standpoint of modern technology it – is primarily signal.

What is speech recognition? You say the phrase on which the technical system responds adequately – or machine executes the command contained in the phrase, or gaining dictated text or dispose of information extracted from the phrase otherwise. As it depends on the particular implementation.

What is it? Speaking of speech, we must distinguish between such concepts as «speech», «sound speech», «beep», «message», «text». In our case, in the annex to the problem of recognition of concepts such as «speech» and «sound speech» mean the same thing – a certain man generated voice message, which can be objectively recorded, measured, stored, processed and reproduced by means of instruments and algorithms. In this case, the term «message» can hide any useful information for the recipient, and not just text.

The text, as it is known, consists of letters, words, sentences – it is discrete. It is a normal sound together. Human speech, as opposed to here the text does not consist of letters. If we write on tape or disk sound of each letter, and then try to link these sounds of it, we have nothing.

A speech recognition system consists of two parts: the acoustic and linguistic. Last named is not strictly linguistic. In general, it may include phonetic, phonological, morphological lexical, syntactic and semantic language model. Acoustic model is responsible for the representation of the speech signal. Rather, his conversion (from the traditional temporal process) in some form, in which more explicitly present information in the content of verbal communication.

Linguistic model interprets information from the acoustic model, and is responsible for presenting the recognition result to the consumer (in the role of which can act not only people, but also the technical system, controlled by speech).

It is difficult to choose a suitable indicator of the quality of a speech recognition system. Most simply an indicator of quality input to the command systems. When tested in random order pronounced all the possible commands quite a number of times. Count the number of correctly recognized commands and divided by the total number of spoken commands.

The result is an estimate of the probability of correct recognition of commands in a given experiment, when the acoustic environment. For dictation systems like quality score can be calculated at the dictation of some test text. Obviously, this is not always convenient indicator of quality. In fact, we are confronted with a variety of listening situations.

**К.т.н., доцент Кабулова Е.Г.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)  
«Национального исследовательского технологического университета  
«Московский институт стали и сплавов», Россия*

## **МНОГОУРОВНЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Для более точного описания разработки железорудных месторождений необходимо создавать такие модели, которые могли бы достоверно отображать все процессы. Также не маловажной задачей является определения запасов в залежи и их распределение.

Актуальность данного вопроса обусловлена тем, что чем точнее смоделирован весь процесс разработки месторождения, тем точнее можно оценить запасы, а также предсказать дальнейшее развитие разработки наиболее выгодное с экономической точки зрения [5].

Недостаточность информации, ее противоречивость и малая достоверность приводят к необходимости использования при принятии решений целого ряда задач различной степени детализации.

Поэтому возникает потребность в построении многоуровневой системы моделей процесса разработки и согласования решений, принимаемых на различных уровнях, с позиций разных моделей, в различные моменты времени.

Частные модели разных уровней основаны на разной степени осреднения промысловых параметров. Например, для моделирования процесса разработки железорудных месторождений можно использовать несколько уровней представления [3]:

- 1) Модель нулевой размерности – уравнение материального баланса для залежи в целом.
- 2) Феноменологические модели.
- 3) Одномерная модель.
- 4) Крупноблочная балансовая модель.
- 5) Двухмерная динамическая модель.
- 6) Трехмерная динамическая модель.

Особенность иерархической структуры моделей и понятий позволяет получить избыточную информацию, которая не используется непосредственно при описании состояния системы на определенном иерархическом уровне. При этом одним из важных факторов анализа состояния сложной системы металлургического производства является согласование решений, принимаемых на основе моделей разных уровней [1].

Смысл предлагаемого подхода заключается в следующем. Рассматриваемый объект исследования представляется некоторой укрупненной моделью, ко-

торая охватывает объект целиком, т.е. учитывает его основные системные свойства. Это может быть, например, балансовая, эволюционная модель, двухмерная или крупноблочная балансовая модель.

Связь параметров между моделями различной детализации аналогична связи подсчетных параметров при оценке запасов железной руды. Каждый блок в принципе может быть развернут в более детальную модель. Например, интересный двухмерный блок может быть развернут в трехмерный куб, крупный трехмерный блок может быть представлен более измельченной сеткой.

Практическая применимость такого подхода связана с исследованием возможности и корректности использования системы вложенных моделей для моделирования сложных объектов разработки в условиях неопределенности информации.

При выполнении расчетов для вложенной модели блока в качестве граничных условий берутся соответствующие давления укрупненной модели. Однако прямое включение вложенной модели отдельного блока в общую модель и параллельный расчет по ним несколько искажают целостную картину. В общем случае необходим обмен информацией между этими моделями.

В рассмотренном одномерном случае это представляется следующим образом.

- 1) Рассчитывается один временной шаг по укрупненной модели.
- 2) Используя результаты расчета, определяем граничные условия для локальных вложенных моделей.
- 3) Производится расчет соответствующего временного шага по локальным вложенным моделям.
- 4) По результатам расчета предыдущего шага выполняется корректировка найденных значений для общей укрупненной модели.

Результаты расчета таким способом практически совпадают с результатами расчетов, когда общая модель объекта изначально включает в себя все локальные вложенные модели [2,3].

С помощью метода материального баланса решают ряд задач разработки железорудных месторождений. Точность рассчитанных с помощью уравнения материального баланса показателей зависит от достоверности исходных данных, а также от полноты, некоторых допущений, положенных в основу расчетных уравнений.

Можно указать на ряд недостатков метода материального баланса. Тем не менее, многолетняя практика его применения с целью анализа и прогнозирования показателей разработки железорудных месторождений показала хорошую сходимость расчетных величин с фактическими. Особенно важно подчеркнуть, что в некоторых случаях решение различных задач разработки возможно только с помощью этого метода [4].

Таким образом, предлагаемый алгоритм принятия решений основан на согласовании избыточной информации, которая появляется при наличии такой двухуровневой системы моделей, и последующей корректировки решений по уровням описания.

Таким образом, был проведен сравнительный анализ различных систем управления освещением «Умный дом». Этот анализ показал, что перспективной является система на базе микроконтроллера Arduino. Пользователь самостоятельно решает, какие модули должны стоять в его доме и как они должны работать [9]. При самостоятельной разработке экономически выгоднее и целесообразнее создавать такую систему самостоятельно.

#### Литература:

1. <http://www.directinfo.net> (дата обращения 26.04.2015г.)
2. <http://www.insyte.ru/> (дата обращения 26.04.2015г.)
3. <http://www.domintell.su/> (дата обращения 26.04.2015г.)
4. <http://www.vitrum-ural.ru/> (дата обращения 26.04.2015г.)
5. <http://www.amx.ru/> (дата обращения 26.04.2015г.)
6. <http://www.aptech.ru/upravlenie-osveshheniem> (дата обращения 26.04.2015г.)
7. <http://mcucpu.ru/index.php/index.php/platformy-8-bit/arduino> (дата обращения 26.04.2015г.)
8. <http://stroyface.ru/houses/lighting.html> (дата обращения 26.04.2015г.)
9. <http://craft-tech.ru/blog/archive/2014/01/01/koncepciya-umnogo-doma.html> (дата обращения 26.04.2015г.)

**Kameshova S.S.**

*master of natural sciences*

**Rauyl Olzhas**

*1<sup>st</sup> year student of the specialty «Informatics»*

*Kostanay state university named after A. Baytursynov, Kostanay, Kazakhstan.*

## RECOGNITION TECHNOLOGY OF SPEECH SIGNAL

The introduction of highly complex, but highly intelligent information and computer technologies in the sphere of human activity requires a change in the management of automated systems for more convenient and efficient to use them. To the greatest extent it stimulates the existence of specific areas of computing, where voice commands are the most goals. These include, for example, include telephone access to self-help systems, management of remote computer or a mobile handheld device, carried out while driving.

Creating a full-fledged language interfaces that support language dialogue «user-computer» – very promising, but difficult direction of the modern computer systems.

шить основные затраты, связанные с разработкой встраиваемых систем управления. Управлять почти всеми (кроме безусловно автоматизированных) функциями можно с любого компьютера, смартфона планшета или голосом.

Минимальный набор для создания программно-аппаратного комплекса «Управление освещением в умном доме», включает в себя плату Arduino, реле, светодиодные или энергосберегающие лампочки, диммер, фоторезистор, bluetooth или wifi модуль и провода.

Для демонстрации возможностей использования микроконтроллера Arduino нами создан обучающий стенд, который наглядно показывает как работает каждый модуль системы (Рис. 1).

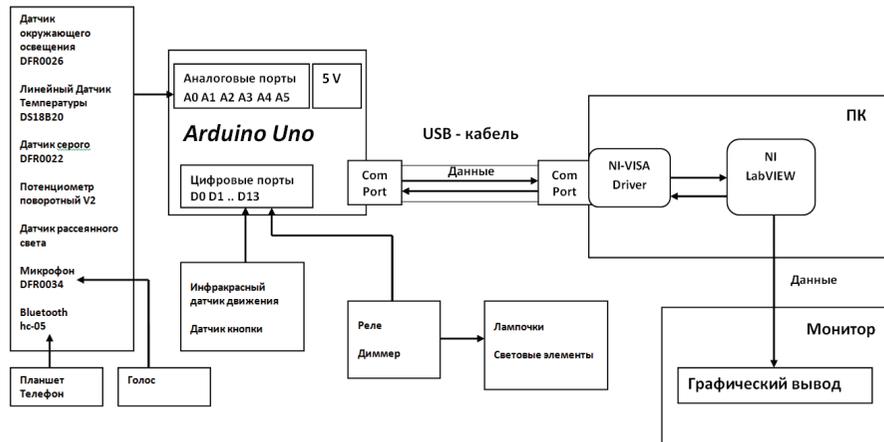


Рисунок 1. Структурная схема программно – аппаратного стенда.

В данном комплексе реализована возможность включения или выключения света, регулировка яркости различных источников света по таймеру. Управление освещением может происходить по датчикам движения, с установкой времени задержки на выключение света. Через заданный интервал времени после того как датчик перестал «видеть» человека, свет выключается [8].

Управление всеми источниками света происходит согласно заданному сценарию. Возможен еще один способ управления освещением через компьютер. Осуществляется это через популярную программу NI LabVIEW [9], в которой можно создавать простые и понятные программы, не прибегая к помощи браузеров.

Комплекс рассчитан на возможное управление различными источниками света с мобильного телефона или планшета. Пользователю не нужно подходить к компьютеру или заглядывать в щиток управления, достаточно воспользоваться мобильным телефоном и управлять системами с него.

Согласование нечетких решений ведется по известной процедуре для иерархических систем. Причем, для моделирования истории разработки в согласовании используются фактические промышленные данные.

#### Литература:

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем.- Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». – М.: 1968.- 356 стр.
2. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. – СПб.: ВHV-Санкт-Петербург. – 432 с.
3. Морозов С.А., Манжула В.Г., Федосеев СВ. Принципы построения математических моделей сложных систем в условиях неопределенности // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 4 – С. 74-75.
4. Семухин М.В. Многоуровневая система подсчета запасов газа на основе теории нечетких множеств // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. –М.: ВНИИОЭНГ,2007. – № 5 – С. 30-34.
5. Открытые горные работы: справочник / К.Н. Трубецкой [ и др.]. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.

Таттибеков К.С.

Таразский государственный педагогический институт, Казахстан

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНЕТИКОВ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ РЕШЕТКОЙ

Для численного решения нелинейных уравнений математической физики широко используются конечно-разностные методы. Суть данного метода заключается в том, что область непрерывного изменения аргумента  $x$  заменяется конечно-разностной сеткой, а дифференциальные операторы, определяющие уравнения – разностными соотношениями. При этом решение дифференциальной задачи сводится к решению системы разностных уравнений.

Для изучения динамики нелинейных волн и солитонов в магнитоупорядоченных кристаллах часто используют макроскопическое описание магнетиков на основе уравнения Ландау-Лифшица (ЛЛ) [1]:

$$\dot{\vec{S}}_i = \vec{S}_i \times \vec{S}_{i+1} + \vec{S}_i \times \vec{J} \vec{S}_i,$$

где  $\vec{S} = (S_1, S_2, S_3)$ ,  $|\vec{S}| = 1$ ,  $J = \text{diag}(J_1, J_2, J_3)$ ,  $\times$  – означает векторное произведение в  $\mathbb{R}^3$ .

При температурах отличных от нуля, атомы ферромагнетика не являются неподвижными, а совершают малые колебания около положений равновесия – узлов кристаллической решетки. Из за этого меняется энергия обменного взаимодействия и возникают взаимодействия между спиновыми волнами и колебаниями решетки (фононами). Поэтому актуален вопрос о математическом исследовании моделей соответствующих ферромагнетикам с деформируемой решеткой.

В этой работе проведена численная реализация задачи Коши для системы нелинейных эволюционных уравнений, предложенной в работах [2], описывающая магнон-фононные взаимодействия в 1Д магнетиках:

$$4iS_z = 2[S, S_{xxx}] + (2u + \{S, S_3\})[S, S_3],$$

$$2(u_x + u_{xx}) - \lambda(S_3)_{xx} = 0.$$

где  $S = \sum_{i=1}^3 S_i \sigma_i$ ,  $\sigma_i$  – матрицы Паули,  $S(x, t), u(x, t)$  – неизвестные функции, индексы  $x, t$  означают соответствующие частные производные по этим переменным,  $\alpha, \beta, \Delta, \lambda$  – постоянные действительные числа (параметры уравнений),  $[\cdot, \cdot]$  – коммутатор,  $\{\cdot, \cdot\}$  – антикоммутатор.

Неизвестная матрица-функция  $S(x, t)$  должна удовлетворят условию

$$S^2 = I,$$

где  $I$  – единичная 2x2 матрица, или в «компонентах»

$$S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 = 1.$$

Вектор  $\vec{S} = (S_1, S_2, S_3)$  описывает классический спин атомов магнетика, скалярная функция  $u(x, t)$  характеризует деформацию решетки – смещение атома.

Для численного решения системы уравнений удобно перейти от спинового вектора  $\vec{S}$  к функциям  $p, q$  с помощью формул:

$$S_1 = \frac{2p}{1+p^2+q^2}, \quad S_2 = \frac{2q}{1+p^2+q^2}, \quad S_3 = \frac{1-p^2-q^2}{1+p^2+q^2},$$

которые согласуются с условием  $S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 = 1$ .

Тогда, система переписывается в виде

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = 2 \frac{2pqxqx - q(p_x^2 - q_x^2)}{1+p^2+q^2} (\Delta S_3 + u)q, \quad (1a)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = -2 \frac{2qpxqx + p(p_x^2 - q_x^2)}{1+p^2+q^2} (\Delta S_3 + u)p, \quad (1b)$$

безопасность и ресурсосбережение. В простейшем случае система должна уметь распознавать возникающие ситуации, происходящие в доме, и соответствующим образом на них реагировать. Одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам [1].

На сегодняшний день на рынке представлен большой спектр компаний предоставляющих услуги в сфере автоматизации освещения в домах. Существуют как зарубежные крупные фирмы – Think Simple Spa, AMX США, так и Российские динамично развивающиеся компании – INSYTE Electronics, DOMINTELL [2,3].

В целом лидирующие позиции разделяют между собой Европейские страны и США. Самые крупные европейские производители Think Simple Spa – Италия (славится своей отдельной серией Vitrum – сенсорные беспроводные выключатели и светорегуляторы) и BASALTE [4]. Серия SENTIDO – это бельгийский производитель сенсорных выключателей для Умного дома. У США это корпорация AMX (Даллас, США) [5].

Проанализировав преимущества, которыми обладают решения этих компаний, можно отметить недостатки этих систем: в частности, модули управления, устанавливаются, как правило, одним блоком (модулем). Наиболее оптимально, дешево и практично сделать интеллектуальную систему освещения в домах на основе микроконтроллера Arduino [1].

Владельцам больших домов и офисных зданий будет полезна возможность управления светом в любом помещении из одной панели. Постояльцы гостиниц оценят новый уровень комфорта благодаря голосовому управлению освещением. При помощи таймера можно настроить рациональное использование осветительных приборов, что существенно сэкономит электроэнергию.

Возможен дистанционный и централизованный контроль над освещением. Включение и отключение всех осветительных приборов в системе «Умный дом» может осуществляться по сигналу, отправляемому с одного автоматизированного устройства. С этой целью используется автоматическое и дистанционное управление освещением. Для обеспечения контроля над осветительными приборами применяются пульты ДУ и встроенные панели, используя которые можно непосредственно из спальни отключить свет по всему дому. При наличии данной системы Вы никогда не забудете выключить свет, уходя из дома: нажатием одной кнопки дистанционного управления, находящейся у выхода, осветительные приборы отключатся во всех комнатах [6].

Проект Arduino сегодня представляет популярную в мире программно-аппаратную платформу, предназначенную для начального изучения микроконтроллеров и любительского конструирования. Огромное количество проектов, примеров кода и модулей расширения доступно любому желающему [7].

Благодаря этим качествам, Arduino найдет широкое применение в системах освещения «Умного дома». Применение микроконтроллеров позволяет умень-

**Выводы**

На рис. 4. изображены графики зависимости ошибки обучения от числа эпох при переменном шаге расчета с отсеканием локальных минимумов, что существенно уменьшает время работы нейроидентификатора. На рис. 5. изображены графики зависимостей времени нейроидентификации от числа эпох обучения при переменном шаге расчета, из которых видно, что быстродействие обучения нейронной сети с переменным шагом расчета приблизительно увеличивается в пять раз по сравнению с постоянным шагом.

**Литература:**

1. Буянкин, В. М. Применение искусственной нейронной сети в режиме идентификации динамических параметров электродвигателя // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». — 2006. — №3. — С. 25—30.
2. Буянкин В.М. Нейронные сети в управлении. Издание LAMBERN Academic Publishing Germany, 2011г 265 С.
3. Буянкин, В.М. Нейроидентификация физических процессов при ионно-плазменном напылении // Нейроинформатика-2009: труды 11-й Всероссийской научно-технической конференции. — Москва, 2009. — С. 58—65.
4. Буянкин, В.М. Разработка метода синтеза многопараметрической нейропрогнозирующей идентификации с использованием ансамбля нейронных сетей с нечеткой логикой для сложных технологических установок // Промышленные АСУ и контроллеры. — 2012. — №6. — С. 31—35.

**Канд. техн. наук Хрусталева В.И., Пинясов-Потёмкин Е.А.**

*ФГБОУ ВПО Хакасский государственный университет им.Н.Ф. Катанова*

### **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ARDUINO ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА «УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ В УМНОМ ДОМЕ»**

На сегодняшний день проблема энергосбережения, является одной из самых актуальных. На этом фоне вопрос управления освещением – является одним из основных в концепции умных домов. Дистанционное включение света голосом, выключение фонарей на заднем дворе по расписанию и многие другие функции позволяют оптимизировать расходы электроэнергии.

«Умный дом» это жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. Под «Умным домом» следует понимать систему, которая обеспечивает комфорт,

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\lambda}{2}(S_2)_x = 0. \quad (1в)$$

В дальнейшем нас будут интересовать эволюция движения волн на оси  $x$ , имеющие локальные изменения в начальный момент времени, т.е. для уравнений (1) рассмотрена задача Коши с начальными условиями

$$p(x, 0) = p_0(x), \quad q(x, 0) = q_0(x), \quad u(x, 0) = u_0(x), \quad (2)$$

где  $|x| < \infty$ , а  $p_0, q_0, u_0$  – известные функции.

Система уравнений (1) является квазилинейной. Указать точные решения соответствующей задачи Коши вида (2) представляется невозможным. Следовательно, для детального изучения решений задачи (1)-(2) необходимо использовать приближенные методы.

С помощью Фурье – анализа проводится выбор алгоритма расчета, который является надежным по устойчивости и эффективным по соображениям численной реализации решений. Исследование устойчивости проведено в случае модельных уравнений. На основе разработанной методики проведены численные расчеты и анализ результатов.

Выяснения вопросов устойчивости решения используемых в дальнейшем разностных схем для нелинейных уравнений (1) в общем случае является затруднительным. Поэтому для получения практических рекомендации выбора шагов сетки  $\tau$  и  $h$  ограничимся исследованием устойчивости разностных схем для следующих уравнений, соответствующие линейной части системы (1а), (1б)

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = 0, \quad \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0. \quad (3)$$

Для системы (3) рассмотрим разностные схемы вида

$$p_i^{n+1} + A_n [\sigma q^{n+1} + (1 - \sigma)q^n] = 0,$$

$$q_i^{n+1} - A_n [\sigma p^{n+1} + (1 - \sigma)p^n] = 0. \quad (4)$$

где  $A_n$  – разностный оператор второй производной,

$p_i^{n+1} = (p^{n+1} - p^n)/\tau$ ,  $\sigma$  – некоторый вещественный параметр.

Легко показать, что разностная схема (4) аппроксимирует систему уравнений (3) с порядком  $O(\tau(\sigma - 0.5) | \tau^2 | h^2)$ , т.е. для  $\sigma \neq 0.5$  имеет первый порядок аппроксимации по  $\tau$ , а при  $\sigma = 0.5$  – второй.

Исследование устойчивости разностной схемы (4) проведем методом Фурье согласно критерию фон-Неймана [3]. В этом случае для множителей перехода гармоник получим следующее дисперсионное соотношение

$$\begin{vmatrix} \lambda - 1 & d \cdot [\sigma\lambda + (1 - \sigma)] \\ -d \cdot [\sigma\lambda + (1 - \sigma)] & \lambda - 1 \end{vmatrix} = 0$$

где  $d = 4k\sigma h^2 \left(\frac{\xi}{2}\right)$ ,  $k = \frac{\tau}{h^2}$ ,  $\xi = kh$ ,  $k$  - соответствующий номер гармоники. Отсюда имеем, что

$$(\lambda - 1)^2 + d^2[\sigma\lambda + (1 - \sigma)]^2 = 0.$$

Следовательно, множители перехода гармоник от одного временного слоя к другому временному слою удовлетворяют соотношению

$$|\lambda_{1,2}|^2 = \frac{1 + d^2(1 - 2\sigma + \sigma^2)}{1 + d^2\sigma^2}.$$

Отсюда видим, что, если  $\sigma \geq 1/2$ , то  $|\lambda_{1,2}| \leq 1$ , т.е. согласно критерия фон-Неймана разностная схема устойчива в норме пространства  $L_{2,h}(\infty, \infty)$  по начальным данным. Заметим, что явная разностная схема, соответствующая при  $\sigma = 0$  является абсолютно неустойчивой.

Руководствуясь вышеуказанными соображениями, будем рассматривать схему вида (4) с  $\sigma = 1$ . Тогда соответствующие разностные выражения для уравнений (1а), (1б) будут иметь вид

$$\begin{aligned} p_{\xi}^{n+1} + q_{\xi\xi}^{n+1} &= f(t_n, x), \\ q_{\xi}^{n+1} + p_{\xi\xi}^{n+1} &= g(t_n, x), \end{aligned} \quad (5)$$

где функции  $f$  и  $g$  соответствуют правым частям выражений (1а), (1б) соответственно, вычисленные в узлах сетки в момент времени  $t_n = n\tau$ .

Для аппроксимации уравнения смещения (1в) использовано соотношение

$$u_{\xi}^{n+1} + u_{\xi\xi}^n = -(S_{\xi}^n)_{\xi\xi} + \frac{\tau d}{2} u_{\xi\xi\xi}^n \quad (6)$$

где  $d$  - некоторый вещественный параметр.

Разностная схема (6) при  $\lambda = 0$ ,  $\sigma = 1$  соответствует схеме Лакса-Вендроффа, аппроксимирующая уравнение смещения с порядком  $O(\tau^2 + h^2)$ .

Основные расчеты были проведены по разностной схеме (5), (6) при сравнительно малых значениях  $\tau$  ( $\tau = 0.001 - 0.005$ ). Сходимость численного решения проверялась по последовательности сеток с числом узлов  $N = 1001, 2001$  при различных  $\tau$ . Сходимость в норме пространства  $L_{2,h}$  удовлетворительная. В худшем случае, когда  $\Delta = 50$ ,  $\lambda = 1$  относительная погрешность составляла  $\approx 2\%$ .

В данном методе анализируются крутизна характеристики ошибки обучения. На определенных этапах вычисляются первая и вторая производные этой характеристики, которые осуществляют динамическое управление шагом обучения нейронной сети по следующей формуле:

$$h = h_0 - \gamma \left( \frac{\frac{1}{\frac{d}{dt} \left( Y_T - \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^N w_{h2h1} \left[ \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^n w_{i\eta} x_i(n) + m \right) \right] + m \right) \right) + m}{1}}{\frac{d^2}{dt^2} \left( Y_T - \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^N w_{h2h1} \left[ \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^n w_{i\eta} x_i(n) + m \right) \right] + m \right) \right)} \right), \quad (10)$$

где

$\gamma$  - коэффициент масштабирования;

$h$  - переменный шаг расчета;

$h_0$  - постоянный шаг расчета;

$\frac{d}{dt} \left( Y_T - \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^N w_{h2h1} \left[ \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^n w_{i\eta} x_i(n) + m \right) \right] + m \right) \right) + m$  - первая производная ошибки обучения;

$\frac{d^2}{dt^2} \left( Y_T - \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^N w_{h2h1} \left[ \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^n w_{i\eta} x_i(n) + m \right) \right] + m \right) \right) + m$  - вторая производная ошибки обучения.

На рис. 5 изображены графики зависимостей времени нейроидентификации от числа эпох обучения при переменном шаге расчета, из которых видно, что быстродействие обучения нейронной сети с переменным шагом расчета приблизительно увеличивается в пять раз по сравнению с постоянным шагом.

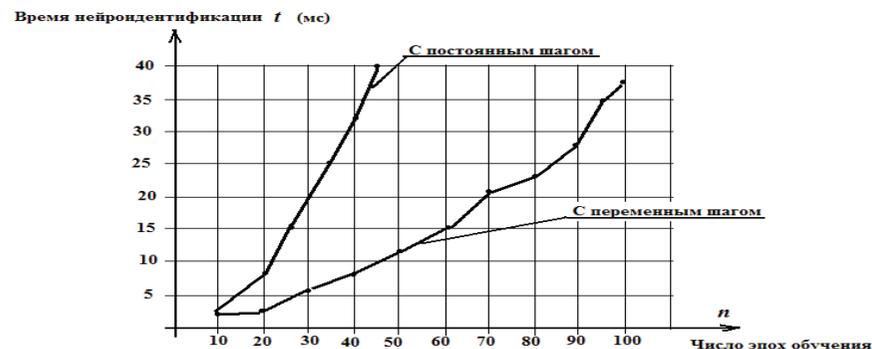


Рис. 5. Графики зависимостей времени нейроидентификации от величины шага расчета

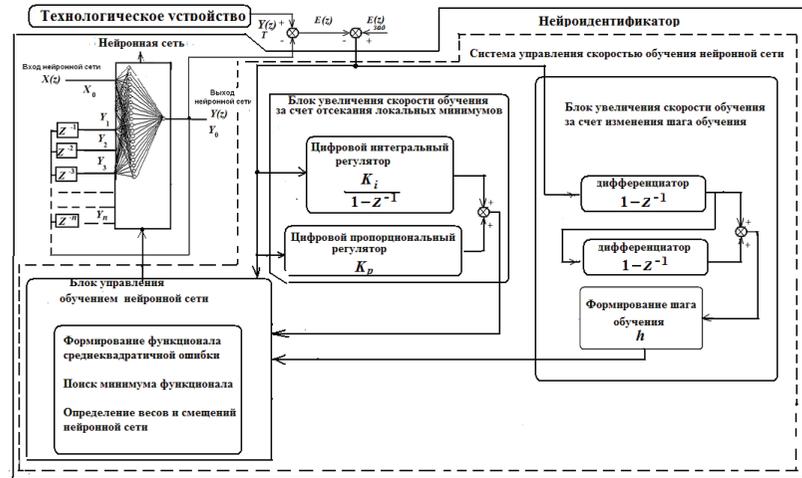


Рис. 3. Структурная схема нейроидентификатора с блоками увеличения скорости обучения нейронной сети

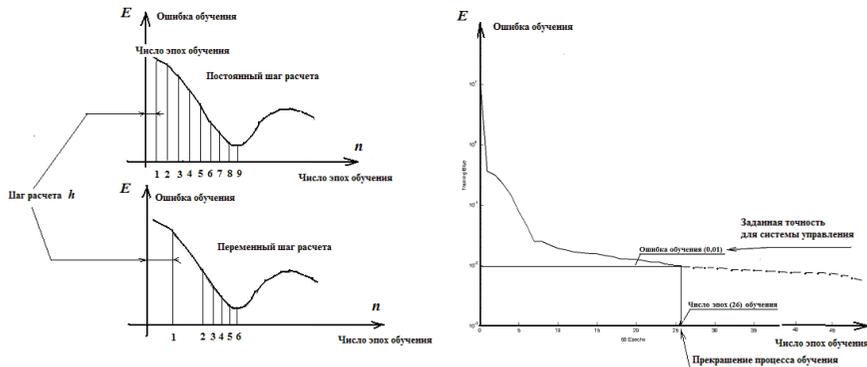


Рис. 4. Графики зависимости ошибки обучения от числа эпох при переменном шаге расчета с отсеканием локальных минимумов,

Литература

1. Косевич А.М., Иванов Б.А., Ковалев А.С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. -Киев:Наукова думка, 1983. -192с.
2. Мырзакулов Р. Новые солитонные модели 1D магнетиков с деформируемой решеткой /Изв.АНКаз ССР, сер. физ.-мат., 1989, №6, с. 7-10.
3. Ковеня В.М., Яненко Н.Н. Метод расщепления в задачах газовой динамики. -Новосибирск:Наука, 1981. -304с.

## PHYSICS

## THEORETICAL PHYSICS

Байгусова М.М.

*Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Казахстан*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Явление электронного парамагнитного резонанса было открыто в 1944 году Евгением Константиновичем Завойским, который обнаружил, что парамагнитный образец, помещенный в постоянное магнитное поле, может поглощать энергию подаваемого на него электромагнитного поля. Поглощение электромагнитного излучения парамагнитными образцами имело избирательный (резонансный) характер, поскольку оно наблюдалось лишь при определенном соотношении между напряженностью постоянного магнитного поля и частотой переменного электромагнитного поля. Поэтому открытое явление получило название электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Метод ЭПР нашел широкие применения в физике, химии, биологии и медицине. В статье рассмотрены история открытия и физические основы явления ЭПР, также влияние мобильной связи.

Открытие ЭПР предшествовали несколько работ выдающихся физиков. Еще в 1922 году А. Эйнштейн и П. Эренфест упомянули о возможности переходов между магнитными энергетическими подуровнями атомов под действием излучения. Исходя из этого, Я.Г. Дорфман в 1923 году предсказал резонансное поглощение электромагнитного излучения парамагнетиками. Голландский физик К.Й. Гортер пытался непосредственно зарегистрировать резонансное поглощение энергии парамагнетиками калориметрическим методом, основанным на измерении теплового эффекта. Однако этот метод оказался недостаточно чувствительным. Первую теоретическую интерпретацию явления ЭПР как индуцированного резонансного перехода между соседними зеемановскими уровнями дал Я.И. Френкель. Впервые зарегистрировать сигналы ЭПР удалось Е.К. Завойскому, который воспользовался для этого радиотехническим методом и разработал соответствующую высокочувствительную аппаратуру. Используя разработанный им оригинальный радиотехнический метод регистрации электромагнитного излучения метрового диапазона, Завойский обнаружил, что если на парамагнитный образец, помещенный в постоянное магнитное поле, подать слабое переменное

В процессе обучения нейронной сети ошибка  $e_m$  интегрируется, умножается на коэффициент интегральной составляющей и коэффициент пропорциональной составляющей:

$$E_o = k_i \int \left( Y_T - \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i\eta=0}^N w_{h2h1} \left[ \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^{\eta} w_{i\eta} x_i(n) \right) + m \right] + m \right) \right) + k_p \left( Y_T - \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i\eta=0}^N w_{h2h1} \left[ \frac{2m}{\pi} \operatorname{arctg} \left( \sum_{i=0}^{\eta} w_{i\eta} x_i(n) \right) + m \right] + m \right) \right). \quad (9)$$

Сумма интегральной и пропорциональной составляющих  $E_o$  поступает в блок обучения нейронной сети. Цифровая следящая система работает до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность обучения нейронной сети. Цифровые регуляторы обеспечивают точность и устойчивость следящей системы. Когда  $E(z)$  становится равна  $E_{зад}(z)$ , следящая система управления останавливает процесс обучения, отсекая поиск ненужных локальных минимумов.

Другой, предлагаемый в статье эффективный метод увеличения быстродействия работы нейроидентификаторов возможен за счет динамического изменения величины шага обучения. Система управления состоит из блоков, которые адаптивно изменяют скорость обучения при переменном шаге расчета (рис. 3). Достигнуть минимума ошибки обучения можно при постоянном и переменном шаге обучения. Однако, если в начале обучения нейронной сети установить некоторое максимальное значение шага и, по мере приближения к минимуму, шаг уменьшать, то можно резко уменьшить число эпох обучения поиска минимума функционала оптимизации параметров нейронной сети. На рис. 4 представлены графики зависимости ошибки обучения от числа эпох при переменном шаге расчета с отсеканием локальных минимумов, что существенно уменьшает время работы нейроидентификатора.

и параметров нейронов. Выходной сигнал с функциями активации типа  $\arctg$  для двухслойной нейронной сети имеет вид:

$$y = \frac{2m}{\pi} \arctg \left( \sum_{i\eta=0}^N w_{h_2 h_1} \left[ \frac{2m}{\pi} \arctg \left( \sum_{i=0}^n w_{i\eta} x_i(n) \right) + m \right] \right) + m, \quad (4)$$

где  $x_i$  - входы нейронной сети;  $y$  - выход нейронной сети;  $N$  - число входов нейронной сети;  $w$  - вес к  $h_2$ - му нейрону второго слоя от  $h_1$ - го нейрона первого слоя сети;  $m$  - смещение;  $w_{i\eta}$  - вес обратной связи.

Оперативное обучение веса связей нейронной сети корректируется на основе ошибки:

$$e_m = Y_T - \frac{2m}{\pi} \arctg \left( \sum_{i\eta=0}^N w_{h_2 h_1} \left[ \frac{2m}{\pi} \arctg \left( \sum_{i=0}^n w_{i\eta} x_i(n) \right) + m \right] \right) + m. \quad (5)$$

При оптимизации поиска параметров нейронной сети используется функционал минимизации средней квадратичной ошибки, который выглядит следующим образом:

$$\Phi(n) = \min \frac{1}{2} \sum_{hk=1}^a e_m^2(n). \quad (6)$$

Параллельный алгоритм настройки двухслойной нейронной сети имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{d\Phi(n)}{dw_{h_1, h_2}} &= \frac{d}{dw_{h_1, h_2}} \frac{1}{2} \left( \sum_{h_2=1}^a (y_{h_2}(n) - F(n + h_2))^2 \right) = \sum_{h_2=1}^a e_{h_2}(n) \frac{dy_{h_2}(n)}{dw_{h_2, h_1}} = \sum_{h_1=0}^a \frac{w_{h_2, h_1} 2m}{\pi(1 + g_{i\eta}^2(n))} \frac{d}{dw} * \\ &* \sum_{h_2=1}^a e_{h_2}(n) \sum_{h_2=1}^a \frac{2m e_{h_2}(n)}{\pi(1 + g_{h_2}^2(n))} = \sum_{h_2=1}^a \frac{2m e_{h_2}(n)}{\pi(1 + g_{h_2}^2(n))}, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $n$  - текущий момент времени;  $y_{h_2}$  - выход второго слоя нейронов;  $e_{h_2}$  - ошибка решения во втором слое нейронов для текущего момента времени;  $g_{i\eta}$  - активация  $i$ - слоя нейронов;  $g_{h_2}$  - активации во втором слое нейронов.

Веса нейронной сети в процессе обучения корректируются по следующей формуле:

$$w_{ij}(n+1) = w_{ij}(n) - k \frac{d\Phi(n)}{dw_{i\eta}}, \quad (8)$$

где  $k$  - коэффициент скорости обучения.

электромагнитное поле, то при определенном соотношении наблюдается поглощение энергии электромагнитного поля. Явление магнитного резонанса можно объяснить в рамках классической и квантовой физики.

Исследование рассеяния и поглощения электромагнитных волн неоднородными диэлектрическими телами представляет не только теоретический интерес. В первую очередь это связано с широкими возможностями практического использования результатов, например, при проектировании поглощающих и интерференционных покрытий для уменьшения эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) тел, для расчета обтекателей антенн, при изучении взаимодействия ЭМВ с биологическими структурами. В настоящее время во многих странах ведутся интенсивные научные исследования в области радиолокации, направленные на снижение уровня энергии, переизлученной объектом в заданном направлении. Для этого используют поглощающие и интерференционные покрытия, импедансные нагрузки. В первых двух случаях на металлический объект наносят диэлектрический слой из однородного или неоднородного материала, параметры которого и обеспечивают снижение уровня переизлученного электромагнитного поля. Развитие исследований в области анализа вторичных полей объектов с поглощающими покрытиями показало, что для значительного снижения коэффициента отражения необходимо в случае однородного покрытия увеличивать его толщину или же использовать неоднородные (многослойные) материалы [1]. Изготовление таких покрытий и последующие экспериментальные исследования требуют больших затрат, поэтому огромный интерес вызывают теоретические и численные исследования.

На протяжении многих лет к основным источникам радиоизлучения, охватывающим территории с высокой плотностью населения и воздействующим на людей, прежде всего относились системы эфирного телерадиовещания, международные и национальные системы спутниковой связи и глобальные навигационные системы. Поэтому с появлением и широким распространением в последнее десятилетие новых телекоммуникационных средств связи все чаще и чаще затрагиваются вопросы, связанные с опасностью облучения человеческого организма электромагнитными волнами. На сегодняшний день к перечисленным источникам добавились сотовые системы подвижной радиотелефонной связи, компьютеры, абонентские терминалы, бытовая техника и другие радиоэлектронные средства массового применения. Постоянно растущее число излучающих объектов приводит к тому, что совокупная плотность потока мощности техногенного электромагнитного излучения на несколько порядков выше естественного фона у поверхности Земли.

Мощности абонентских передающих устройств подвижной радиосвязи составляют от 10мВт до 10Вт, а во время сеанса связи эти источники облучения находятся в руках оператора и в непосредственной близости от жизненно важ-

ных органов. Учитывая огромную популярность, которой пользуются радиотелефоны, можно говорить о возможной опасности непрофессионального облучения как пользователей, так и населения в целом [2].

Вопросами влияния радиочастотного излучения на здоровье людей начали заниматься сравнительно давно, когда развивалась и внедрялась мощная радиопередающая и локационная техника. Однако имеющихся знаний недостаточно, так как в отличие от стационарной аппаратуры сотовые телефоны имеют более низкий уровень излучения и расположены в непосредственной близости от человека. Воздействие СВЧ полей антенн мобильных станций на пользователей является новой, мало изученной проблемой, актуальность которой подтверждается большим количеством конференций, по проблеме влияния сотовой радиотелефонной связи на здоровье людей. в исследовании влияния мобильной связи на объекта для практического использования результатов используются ЭПР спектрометры.

Спектрометр – прибор, в котором измерения и регистрация осуществляются спектральным сканированием и преобразованием оптического излучения в электрические сигналы приемниками излучения.

В данной научной работе рассмотрено влияния антенн сотовых телефонов на пользователей. Для решения поставленных задач разработаны эффективный алгоритм совместного использования и пакеты программ, которые были протестированы. При тестировании проводилось сравнение с результатами, полученными и опубликованными для частных случаев геометрии задачи другими авторами, а также с результатами, полученными другими методами.

Рассмотренные в научной работе решения позволяют получить результаты для практически важных задач (прямых и обратных) в радиолокации; в медицине для СВЧ-гипертермии, СВЧ-диагностики, для анализа степени облучения пользователей радиотелефонов; в дефектоскопии; при поиске полезных ископаемых, в геофизике при зондировании подповерхностных неоднородностей.

Исследование влияния антенн радиотелефонов на пользователей показало, что удельная поглощенная мощность излучения внутри биологических объектов может превышать предельно допустимую в несколько раз. Однако степень безопасности можно повысить, воспользовавшись приведенными в работе рекомендациями.

#### Литература

1. Инграм Д. Электронный парамагнитный резонанс в свободных радикалах. М.: Изд-во иностр. лит., 1961. 133 с.
2. Блюменфельд Л.А., Воеводский В.В., Семенов А.Г. Применение электронного парамагнитного резонанса в химии. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. 85с.

На рис. 2 элемент  $z$  в двухслойной нейронной сети осуществляет задержку сигнала на  $j$  шагов. На входы нейронной сети подается  $X(z)$  сигнал управления и  $n$  значений сигнала с выхода  $Y(z)$ . Величина  $n$  определяется порядком дифференциального уравнения, которое описывает работу электропривода. При этом используются два элемента входного вектора: текущего выхода  $Y(n)$  и задержанного выхода  $Y(n+1)$ . Процедура идентификации заключается в настройке весовых коэффициентов и параметров нейронов. Настройка производится на основании информации о сигнале ошибки между выходом технологического устройства и нейронной сети [3,4].

Система уравнений, описывающая работу рекуррентной нейронной сети, имеют вид:

$$Y_1 = Y_0 Z^{-1}, Y_2 = Y_0 Z^{-2}, Y_3 = Y_0 Z^{-3}, \dots, Y_n = Y_0 Z^{-n};$$

$$O_1 = X_0 W_{11} + Y_0 W_{12} + Y_1 W_{13} + Y_2 W_{14} + Y_3 W_{15} + \dots + Y_n W_{1n} + B_1;$$

$$O_2 = X_0 W_{21} + Y_0 W_{22} + Y_1 W_{23} + Y_2 W_{24} + Y_3 W_{25} + \dots + Y_n W_{2n} + B_2;$$

$$\dots \dots \dots$$

$$O_m = X_0 W_{m1} + Y_0 W_{m2} + Y_1 W_{m3} + Y_2 W_{m4} + Y_3 W_{m5} + \dots + Y_n W_{mn} + B_m;$$

$$R_1 = \tan \operatorname{sig}(O_1);$$

$$\dots \dots \dots$$

$$R_m = \tan \operatorname{sig}(O_m);$$

(3)

$$Y'_0 = R_1 W'_1 + \dots + R_m W'_{2m} + B'_1;$$

$$Y_0 = \tan \operatorname{sig} Y'_0,$$

где  $Y_0$  - выходной сигнал нейронной сети;  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  - входные сигналы нейронной сети, задержанные на один, два, три, ..  $n$  количество тактов;

$O_1 \dots O_m$  - выходные сигналы первого слоя нейронов;  $W_1 \dots W_{mn}$  - веса первого слоя нейронов;  $B_1 \dots B_m$  - смещения первого слоя нейронов;  $R_1 \dots R_m$  - сигналы на выходе блоков активации первого слоя нейронов;  $Y'_0$  - сигнал на выходе второго слоя нейронов;  $W'_1 \dots W'_{mn}$  - веса второго слоя нейронов;  $B'_1$  - смещение второго слоя нейронов;  $Y_0$  - сигнал на выходе второго слоя нейронов,  $\tan \operatorname{sig}$  функция активации, имеющая тангенциальную форму.

В нейронной сети используются элементы входного вектора:  $X(n)$  текущего выхода  $Y(n)$  и задержанного выхода  $Y(n-1)$ . Процедура нейроидентификации технологического устройства заключается в настройке весовых коэффициентов

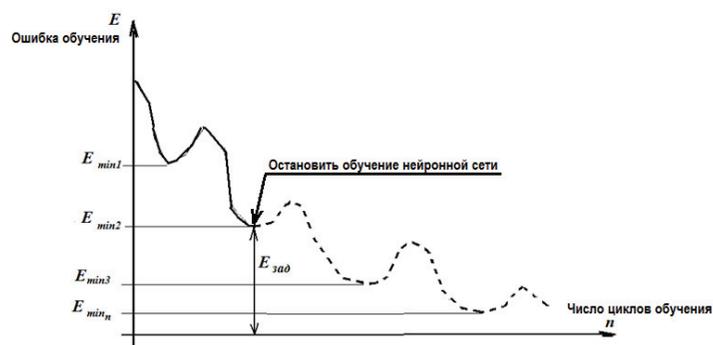


Рис. 1. Ошибка обучения нейронной сети

Для увеличения быстродействия работы нейроидентификаторов была разработана следящая система управления обучением нейронной сети (рис. 2), которая может следить за заданной точностью, отсекая поиск ненужных локальных минимумов ошибки обучения.

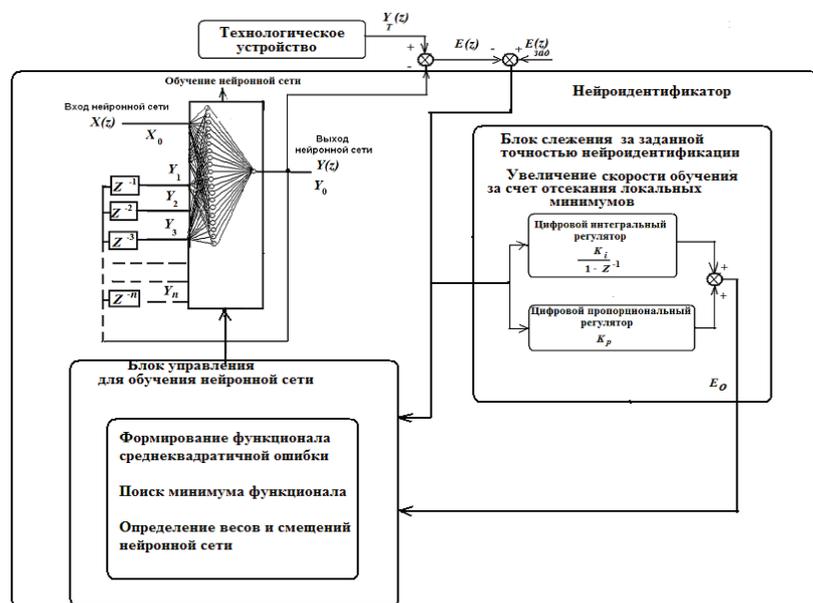


Рис. 2. Структура нейроидентификатора со следящей системой управления обучением нейронной сети

## SOLID-STATE PHYSICS

Сичікова Я.О.

Бердянський державний педагогічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯМОК ТРАВЛЕННЯ ЯК МЕТОД СПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЕФЕКТНОЇ СТРУКТУРИ INP

Низькорозмірні напівпровідники є предметом активних досліджень завдяки модифікованим оптичним й електричним властивостям, обумовленими квантово-розмірними ефектами, що мають місце в нанорозмірних структурах [1 – 3]. Робота присвячена дослідженню дефектної структури фосфіду індію по ямкам травлення, що виникають під час електрохімічного травлення кристалу і можуть слугувати джерелом корисної інформації про стан напівпровідника.

Для експерименту нами були використані монокристалічні зразки блочного  $n$ -InP, вирощеного за методом Чохральського з кристалографічною орієнтацією (111) та концентрацією носіїв заряду  $2,3 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . Порувата поверхня формувалася шляхом анодного електролітичного травлення. У якості основи електроліту нами була обрана плавикова кислота (HF), травники на основі якої є найбільш хімічно активні по пороутворенню в монокристалах інтерметалевих сполук  $A^3B^5$ . Використовувався розчин плавикової кислоти (48%), етилового спирту ( $C_2H_5OH$ ) та води у відношенні 1:2:1. Морфологія поверхні досліджувалася на рastroвому електронному мікроскопі JSM-6490.

При вивченні мікроструктур поруватих шарів дуже часто виявляється загальна для всіх напівпровідникових сполук  $A^3B^5$  особливість пороутворення, що виразно виявляється у визначеному для кожного з матеріалів діапазоні складів електролітів і електричних напруг зсуву та струмів, часів травлення і стану поверхні. Цією особливістю є негетомогенне в площині з кристалографічною орієнтацією [111] розповсюдження пор. Пори, що розвиваються у кристалографічних напрямках [111], мають практично симетричний (близький до колового) поперечний перетин.

Поруваті шари з вираженою вглиб зразка анізотропною структурою формуються порами, що розповсюджуються від поверхні і гілкуються в об'ємі переважно вздовж кристалографічної осі [111] по напрямках A або B.

Глибина пор залежить від дефектності матеріалу в місцях формування пор. Затравками пор слугують дислокації, що є джерелами пружних механічних напружень, породжуючи навколо себе пружні деформації. Пружні взаємодії вихідних дислокацій з точковими дефектами кристалічної структури приводять до підвищення концентрації остаточних дефектів поблизу осі дислокації і створення хмарки Котрелла. Відомо, що дислокації суттєво впливають на механічні властивості кристалів завдяки порушенню регулярності кристалічної ґратки в ядрі дислокації. Така ситуація призводить до зменшення внутрішньої енергії

кристалу, а отож, і до ослаблення хімічної стійкості речовини в ядрі дислокації та поблизу нього, при цьому, деякі реагенти створюють ямки травлення.

При використуванні електролітів, що містять аніони одного сорту, виділенними напрямками розповсюдження (мультиплікації) пор завжди виявляються поверхні (111)В, формування пор в площині якої є енергетично більш вигідним. У ряді випадків має місце електрохімічна дія домішкових атомів кристала на процеси розчинення у області виходу дислокацій на поверхню, оскільки локалізація домішки часто здійснюється у області ліній дислокацій. Симетрія та періодичність ансамблю пор повторює симетрію та періодичність дефектної структури InP, що виникає у приповерхневому шарі напівпровідника.

У InP пори в площині поверхні (111)В виникають у всьому діапазоні електричних потенціалів формування пор, відповідних умовам пороутворення, у всіх фторидних електролітах.

Вельми істотне значення для утворення добре сформованих крупних ямок має склад травника (селективного розчинника). Часто до складу травника вводять речовини, що адсорбуються на поверхні кристала і забезпечують велику контрастність виявлення виходів дислокацій.

При травленні кристалу фосфіду індію вдалося спостерігати ще один феномен – дефекти кристалічної ґратки впливають не лише на поверхневу морфологію (розмір пор, поруватість), а й на глибину поруватого шару. Так, в області, що була щільно населена дефектами (сегрегація домішки, скупчення дислокацій), пори проросли на значно більшу глибину, ніж на ділянках з меншою концентрацією дефектів.

Таким чином, дослідження ямок травлення – важливий метод спостереження дефектної структури кристалу. Він дозволяє якісно і кількісно оцінити структуру реальних кристалів, яка не являється ідеальною навіть при використанні новітніх методів росту. В роботі встановлено вплив дефектів на пороутворення фосфіду індію, основні спостереження зроблено на основі аналізу ямок травлення, які утворюються під час електрохімічної обробки кристалу.

Слід зауважити, що електрохімічний процес розглядається не тільки як метод спостереження дефектів, але й як спосіб отримання принципово нового класу матеріалів, що мають унікальні властивості, які дозволяють розглядати вже відомі і добре досліджені напівпровідники в нових галузях техніки, електроніки, оптики.

#### Література

1. Spiecker E. Morphology, interface polarity and branching of electrochemically etched pores in InP / E.Spiecker, M.Rudel // Phys. Stat. Sol. (a). – 2005. – № 202 (15). – P. 2950 – 2962.
2. Suchikova Y.A. Morphology of porous n-InP (100) obtained by electrochemical etching in HCl solution / Y.A. Suchikova, V.V. Kidalov, G.A. Sukach // Functional Materials. – 2010. – Vol.17, №1. – P. 1 – 4.
3. Сычкова Я.А. Влияние типа аниона электролита на морфологию пористого InP, полученного методом электролитического травления / Я.А. Сычкова, В.В.Кидалов, Г.А. Сукач // Журнал нано- і електронної фізики – 2009. – Т. 1, № 4. – С. 69 – 77.

## COMPUTER ENGINEERING AND PROGRAMMING

**Буянкин В. М.**

*Действительный член, профессор РАН, Почетный доктор наук РАН,  
Заслуженный работник науки и образования РАН,  
к. т. н. ВАК РФ, доц. ВАК РФ*

*Московский Государственный технический университет им. Н.Э.Баумана, Россия*

### ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОИДЕНТИФИКАТОРОВ

#### Аннотация

При нейроидентификации различных систем управления технологическими устройствами, которые работают в реальном масштабе времени, необходимо решать задачу выбора нейронной сети с минимальным временем обучения. В статье предлагается эффективный метод увеличения быстродействия работы нейроидентификаторов с отсеканием локальных минимумов ошибки обучения. Другой, предлагаемый в статье эффективный метод увеличения быстродействия работы нейроидентификаторов возможен за счет динамического изменения величины шага обучения. Система управления состоит из блоков, которые адаптивно изменяют скорость обучения при переменном шаге расчета.

#### Решение проблемы

При обучении нейроидентификаторов минимизируется ошибка предсказания:

$$E = e_m = Y_T - Y, \quad (1)$$

где  $E, e_m$  - ошибка предсказания;

$Y$  – выходной сигнал нейронной сети;

$Y_T$ -выходной сигнал сложной технической установки.

В качестве функции критерия качества чаще всего берется сумма квадратов ошибки предсказания. Для нейронных сетей с нелинейными функциями активации в общем случае нельзя гарантировать достижения глобального минимума функции ошибки. Графики функции ошибки  $E$  могут иметь сложную нелинейную форму с большим числом локальных минимумов  $E_{\min 1}, E_{\min 2}, E_{\min 3}, \dots, E_{\min n}$  (рис. 1). На поиск каждого минимума может быть затрачено много времени, много циклов обучения нейронной сети. Нужно добавить, что при размерности поискового пространства от 100 до 1000 количество локальных минимумов для большинства практических задач обучения исчисляется миллионами [1,2].

Предложенный конвейерно-тактовый подход и правила формирования и реструктуризации (оптимизации) структурного описания предметных задач, позволили распараллелить функциональную структуру задачи с учетом информационной связности действий.

Разработанное формальное описание реструктуризации системы предметных действий по тактам позволило перейти к разработке формального описания реструктуризации СПД по конвейерам и алгоритмов, позволяющих моделировать функциональную составляющую предметных задач и оптимизировать процесс их решения для сокращения временных затрат в вычислительной среде [4, 5].

Литература:

1. Г.Д. Волкова. Методология автоматизации интеллектуального труда. – М.: Янус-К, 2013. – 104 с.
2. Волкова Г.Д., Курьшев С.М. Анализ и моделирование традиционных процессов решения предметных задач // Автоматизация и управление в машиностроении, 1999. №7. [Электронный ресурс]. URL: <http://magazine.stankin.ru/art/index.html>.
3. Волкова Г.Д., Ефромеев Н.М. Моделирование предметных задач на ранних этапах автоматизации // Тезисы докладов Международной научной конференции, посвященной памяти профессора А.М. Богомолова «Компьютерные науки и технологии». – Саратов: СГУ им. Н.Г. Чернышевского, 2012.
4. Новоселова О.В. Моделирование традиционных процессов решения предметных задач на начальном этапе автоматизации // Материалы X Международной научно-практической конференции «Эффективные инструменты современных наук – 2014». – Чехия, Прага: Publishing House «Education and science» s.r.o., 2014 – с. 23-30.
5. Любчикова О.В., Солодовникова Н.В. Моделирование традиционных процессов решения предметных задач /Материалы студенческой научно-практической конференции «Автоматизация и информационные технологии (АИТ-2014)». Первый тур. Факультет информационных технологий и систем управления. Сборник тезисов докладов. – М: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2014, 154 с. – с. 96-97.

Магистр физики Дунский М.М.

Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, Казахстан

## СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СВОЙСТВА ТВЁРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Как известно, при нормальных условиях ионный перенос в обычных твёрдых телах – как кристаллических, так и аморфных – не очень значителен и при комнатной температуре проводимость не превышает  $10^{-10} - 10^{-12} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ . Рекордными электропроводностями, близкими к электропроводности концентрированных водных растворов электролитов, среди относительно простых супериоников характеризуются  $\text{RbAg}_4\text{I}_5$  и  $\text{Rb}_4\text{Cu}_{16}\text{I}_7\text{Cl}_{13}$ . Такие высокие значения электропроводности для ионных кристаллов объясняется их строением. Многие суперионики можно представить в виде ажурного жёсткого анионного остова, «пропитанного катионной жидкостью». Кристаллическая решётка твёрдых электролитов построена из ионов одного или нескольких сортов, тогда как другие ионы – ионы проводимости – статистически распределены по большому числу мест и образуют подобие ионной жидкости, «пропитывающей» кристалл. В некотором смысле можно провести аналогию между твёрдыми электролитами и металлами. И те, и другие обладают жёстким ионным остовом, а электронной квазижидкости в металлах соответствует ионная квазижидкость в твёрдых электролитах. Во многих случаях высокопроводящие ионные структуры образуются как промежуточные фазы между нормальным упорядоченными кристаллами и расплавленными солями. Таким образом имеет место явление, которое можно рассматривать как раздельное плавление катионной и анионной подрешёток. Фазовый переход от нормального кристалла к высокпроводящему сопровождается перестройкой одной из подрешёток и плавлением другой. Отличие собственных твёрдых электролитов от примесных связано с тем, что в последнем случае разупорядоченная структура навязывается ионами примеси, которые обеспечивают присутствие необходимого числа вакантных узлов водной из ионных подрешёток.

Поскольку любой твёрдый электролит наряду с «расплавленной» содержит обычную подрешётку, постольку он обладает также и свойствами обычных ионных кристаллов. В жёсткой подрешётке существует тепловые и примесные дефекты, а её ионы могут перемещаться; хотя и вклад в ионную проводимость обычно весьма мал, однако они могут принимать участие в различных электрохимических процессах и оказывают влияние на свойства металл-твёрдый электролит или границы твёрдый электролит – жидкий электролит

Твёрдые электролиты, таким образом, представляют собой вещества, промежуточные по своей структуре и свойствам между нормальными кристаллическими твёрдыми телами с регулярной трёхмерной структурой, построенной из

неподвижных (в обычном смысле) атомов или ионов, с одной стороны, и жидкими электролитами, не имеющим регулярной структуры, но обладающие подвижными ионами, с другой стороны. Нередко твёрдые электролиты устойчивы только при повышенных температурах. Модель расплавленной подрешётки для ионной проводимости в твёрдом теле впервые предложена в 1936 г на основании структурных и термодинамических данных по AgI. В большинстве ТИП энтропия фазового перехода в проводящее состояние больше энтропии плавления.

Твёрдые электролиты сочетают в себе свойства жидкостей (проводимость, характерная для расплава или раствора, ионная термоЭДС) и твёрдых тел (механическая жёсткость кристаллов). Возможность суперионной проводимости во многом зависит от структурных особенностей материала.

Другая важная структурная особенность ряда супериоников – слоистая структура, содержащая непрерывную трёхмерную сетку туннелей, по которым возможно движение катионов.

Проводимость по типу ионных проводников может наблюдаться в одном, двух или трёх измерениях в зависимости от кристаллической структуры фазы.

Важной количественной характеристикой ТЭ служит зависимость проводимости электропроводности от температуры. Для супериоников проводимость не столь сильно возрастает с повышением температуры, как для классических ионных кристаллов, т.е. энергия активации проводимости для высокопроводящих электролитов существенно ниже. Опыты показали, что ионная проводимость твёрдых электролитов (и числа переноса) сильно зависят от температуры и может возрастать также в результате постепенного увеличения концентрации дефектов при повышении температуры. Впервые вопрос о причинах ионной проводимости твёрдых тел был рассмотрен Френкелем (1926). Проводимость зависит как от температуры, так и от чистоты исследуемого препарата, а также от условий его приготовления.

Многие твёрдые электролиты обнаруживают необычные оптические, магнитные и другие важные свойства для практических приложений и активно используются в физике полупроводников.

Твёрдые электролиты всех типов могут существенно могут существенно изменять свои свойства при одном и том же химическом и фазовом составе в зависимости от условий приготовления и микроструктуры образцов.

Другая характерная особенность этих электролитов – ограниченный интервал температур из существования. Ограничение со стороны высоких температур вызвано плавлением твёрдых электролитов или их разложением. При плавлении проводимость супериоников иногда даже несколько снижается.

Коэффициенты диффузии проводящих ионов в супериониках ( $10^{-9}$ - $10^{-10}$  м<sup>2</sup>/с) близких к коэффициентам диффузии ионов в водных растворах и расплавах.

Как уже отмечалось выше, суперионики обладают униполярной (чаще всего катионной) проводимостью.

$$= \begin{bmatrix} (b_{10}^k)^{l-ps} & (b_{11}^k)^{2-ps} & \dots & (b_{1n}^k)^{2-ps} & \dots & (b_{1n}^k)^{2-ps} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (b_{i0}^k)^{l-ps} & (b_{i1}^k)^{2-ps} & \dots & (b_{in}^k)^{2-ps} & \dots & (b_{in}^k)^{2-ps} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (b_{n0}^k)^{l-ps} & (b_{n1}^k)^{2-ps} & \dots & (b_{nn}^k)^{2-ps} & \dots & (b_{nn}^k)^{2-ps} \\ \hline (b_{(n+1)0}^k)^{l-ps} & (b_{(n+1)1}^k)^{3-ps} & \dots & (b_{(n+1)n}^k)^{3-ps} & \dots & (b_{(n+1)n}^k)^{3-ps} \end{bmatrix}$$

при этом  $(b_{ql}^k)^{2-ps} = (b_{lq}^k)^{2-ps}$ , то есть для любого элемента  $(b_{ql}^k)^{2-ps}$  первоначально индекс  $k = 1$ .

1) для каждого элемента  $(b_{ql}^k)^{2-ps}$  матрицы  $B_{ps}^2$ , при  $q = l = 1, \dots, n; k = 1$  выполняются следующие шаги:

для элемента, стоящего на главной диагонали:  $(b_{lq}^k)^{2-ps} = y_{(p+1)k}$ , при  $q = l = t; k = 1$  проверяется условие для элемента  $(b_{ql}^k)^{2-ps}$ , где  $q = t, l = t-1$ :

✓ если  $(b_{t(t-1)}^k)^{2-ps} = 1$ , то столбец сдвига не определяется ( $i = t$ ) и элемент  $y_{(p+1)k}$  остается на прежнем месте;

✓ если  $(b_{t(t-1)}^k)^{2-ps} = 0$ , то столбец сдвига определяется как  $i = t-1$  и все элементы из столбца  $t$  переносятся в столбец  $(t-1)$  по нижеприведенным правилам.

Правила перемещения элементов:

• перемещаем элемент, стоящий на главной диагонали

$(b_{lq}^k)^{2-ps} = y_{(p+1)k}$ , при  $q = l = t; k = 1$ :

$(b_{t(t-1)}^k)^{2-ps} = (b_{it}^k)^{2-ps} = y_{(p+1)k}$

• для всех остальных элементов столбца  $t$ :

$(b_{q(t-1)}^k)^{2-ps} = (b_{qt}^k)^{2-ps}$ , где  $q = 1, \dots, t-1; t+1, \dots, n; k = 1$ .

В общем случае в ячейке формируется строка значений:

$(b_{q(t-1)}^k)^{2-ps} = [b_{q(t-1)}^k, b_{q(t-1)}^k, \dots, b_{q(t-1)}^k]$ , то есть  $k = 1, \dots, w$ .

• все элементы столбца  $t$  обнуляются:  $(b_{qt}^k)^{2-ps} = 0$ , после данный столбец уничтожается.

2) находим элемент  $(b_{(n+1)l}^k)^{3-ps}$  матрицы  $B_{ps}^3$ ,

при этом  $(b_{(n+1)l}^k)^{3-ps} \equiv (b_{ll}^k)^{3-ps}$  при  $l = 1, \dots, n; k = 1, \dots, w$

и  $(b_{ll}^k)^{3-ps}$  связан с  $(b_{nl}^k)^{2-ps}$ , то есть значение элемента матрицы-строки  $B_{ps}^3$  является выходной информацией для элемента матрицы  $B_{ps}^2$ .

Для элемента  $(b_{ll}^k)^{3-ps}$  выполняются следующие шаги:

✓ если столбец сдвига для элемента  $(b_{nl}^k)^{2-ps}$  матрицы  $B_{ps}^2$  не определен ( $i = t$ ), то элемент  $(b_{ll}^k)^{3-ps}$  остается на месте в том же столбце  $l$ ;

✓ если столбец сдвига для элемента  $(b_{nl}^k)^{2-ps}$  матрицы  $B_{ps}^2$  определен ( $i = t-1$ ), то в матрице  $B_{ps}^3$  элемент  $(b_{l(t-1)}^k)^{3-ps} = (b_{lt}^k)^{3-ps}$ .

3) блоки  $B_{ps}^1, B_{ps}^4$  блочной матрицы  $B_{ps}$  остаются без изменений.

В результате выполнения вышеописанных действий получается блочная матрица  $B_{ps}$ , которая содержит сжатое по горизонтали структурное описание матрицы  $A_{ps}^*$ . После реструктуризации по тактам проводится реструктуризация (минимизация) по пространственной характеристике (конвейерам).

внешние выходные информационные связи СПД;  $A^4_{ps}$  – описывает тип конструкции СПД. Блочная матрица  $A_{ps}$ :

$$A_{ps} = \begin{array}{c|c} A^1_{ps} & A^2_{ps} \\ \hline A^4_{ps} & A^3_{ps} \end{array}$$

Для реструктурирования системы предметных действий сначала необходимо выполнить формирование полного и расширенного структурного описания для предметной задачи в целом [3,4]. Для этого итеративно в исходном структурном представлении СПД верхнего уровня  $A_{ps}$  на каждом шаге раскрывается какое-либо действие, являющееся сложным, и получается, что  $A_{ps}$  дополняется структурным представлением СПД нижнего уровня  $A_{(p+1)h}$ . Процедура выполняется до тех пор, пока все сложные предметные действия не будут раскрыты и представлены структурами из простых предметных действий. Матрица полного структурного описания  $A^*_{ps}$  позволяет получить целостное представление предметной задачи, которое учитывает ее разложение по тактам (столбцам) и конвейерам (строкам) и информационную связность между предметными действиями. В работах [3,4] приведено формальное описание правил формирования блоков и элементов блоков полного структурного описания для задачи в целом.

Только после построения полного ( $A^*_{ps}$ ) и расширенного ( $A^*_{ps}$ ) структурного описания можно приступать к реструктуризации системы предметных действий и формировать оптимальное структурное описание в соответствии с критериями пространственно-временных характеристик. Формальное описание формирования полного и расширенного структурного описания для предметной задачи в целом приведено в работах [3,4].

Формальное описание реструктуризации системы предметных действий по временной характеристике предполагает сокращение количества столбцов, определяющих такты, в блочной матрице расширенного структурного описания  $A^*_{ps}$ . Для упрощения описания блочная матрица  $A^*_{ps}$  копируется в блочную матрицу  $B_{ps}$ :  $A^*_{ps} = B_{ps}$ .

$$B_{ps} = \begin{array}{c|cccc} \vdots & a^{*1-ps}_{i0} & a^{*2-ps}_{i1} & \dots & a^{*2-ps}_{it} & \dots & a^{*2-ps}_{in} \\ \vdots & a^{*1-ps}_{i0} & a^{*2-ps}_{i1} & \dots & a^{*2-ps}_{it} & \dots & a^{*2-ps}_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a^{*1-ps}_{n0} & a^{*2-ps}_{n1} & \dots & a^{*2-ps}_{nt} & \dots & a^{*2-ps}_{nn} \\ \hline a^{*4-ps}_{(n+1)0} & a^{*3-ps}_{(n+1)1} & \dots & a^{*3-ps}_{(n+1)t} & \dots & a^{*3-ps}_{(n+1)n} \end{array} =$$

В некоторых условиях в результате взаимодействия между пустыми нормальными узлами и междуузельными ионами происходит чрезвычайно резкий рост числа дефектов, что приводит к появлению качественно нового состояния (его то и называют иногда «сверхпроводящим»).

Обращает на себя внимание тот факт, что многие материалы с простой кристаллической структурой (например, NaCl) проявляют сложную зависимость проводимости, тогда как материалы со сложной структурой и стехиометрией (к примеру бета-глинозём), напротив, демонстрируют простое поведение.

Другой важной особенностью поведения твёрдых электролитов является то, что в отличие от других ионных проводников, подобных NaCl, их электропроводность, как правило, хорошо воспроизводится от образца к образцу, даже если исследования выполнены в различных лабораториях, что доказывает низкую чувствительность проводимости этих материалов к присутствию примесей в малых количествах.

Характерное свойство твёрдых электролитов – способность к замещению одних ионов проводимости на другие.

Литература:

1. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твёрдого тела. В 2 т. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1979
2. Блейкор Дж. Физика твёрдого тела. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 608 с.
3. Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твёрдого тела. – М.: Физматлит, 2000
4. Иванов-Шиц А.К., Мурин И.В. Ионика твёрдого тела: В 2 т. Т. 1. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2000. – 616 с.
5. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М.: Изд-во Химия, 1970 – 639с.
6. Киттель Ч. Введение в физику твёрдого тела /Пер. с 4-го амер.изд. – М.: Наука, 1978. – 792 с.
7. Чеботин В.Н. Физическая химия твёрдого тела. – М.Химия, 1982. – 320 с.
8. Чеботи В.Н. Химическая диффузия в твёрдых телах. – М.: Наука, 1989. – 208с.
9. Эткинс. П. Физическая химия. В 2 т. Т. 2./Пер. с англ. – М: Мир, 1980.–584с.

## MOLECULAR PHYSICS

Поленов В.С.

Воронежский институт экономики и права, Воронеж

### РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКОВЫХ ВОЛН В НАСЫЩЕННОЙ ЖИДКОСТЬЮ НАСЛЕДСТВЕННО УПРУГОЙ ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Динамическому деформированию насыщенных жидкостью пористых сред посвящены работы [1-4], в которых отражена теория распространения упругих стационарных и нестационарных волн.

Наличие и степень пористости в твердой фазе учитывается с помощью коэффициента пористости равного отношению объема пор к общему объему, занимаемому твердой фазой и сжимаемой жидкостью.

Введение Ю.Н. Работновым [5] дробно-экспоненциальных функций в качестве ядер интегральных операторов, оказывается весьма эффективными при применении принципа Вольтерра к решению динамических задач [6] наследственной теории упругости. Это объясняется тем, что дробно-экспоненциальные ядра допускают расшифровку соответствующих упругих операторов по вполне определенным правилам. Исследование диссипативных процессов при гармоническом деформировании таких сред позволяет установить эквивалентность между дробно-экспоненциальными ядрами и функциями распределения констант релаксации (ретардации).

В данном докладе предлагается дальнейшее исследование диссипативных процессов на примере звуковых волн распространяющихся в насыщенной жидкостью упругой пористой среде, упругие операторы которой определяются дробно-экспоненциальными функциями памяти.

**1. Постановка задачи.** Система уравнений теории наследственной упругости позволяет записать уравнения движения двухкомпонентной среды относительно вектора перемещения  $u_i^{(1)}$  твердой фазы (скелета пористой среды) и вектора перемещения  $u_i^{(2)}$  жидкости в следующем виде [1,2]

$$(\tilde{\lambda} + \tilde{\mu})u_{j,i}^{(1)} + \tilde{\mu}u_{i,j}^{(1)} + \tilde{A}_1 u_{j,i}^{(2)} = \rho_{11} \ddot{u}_i^{(1)} + \rho_{12} \ddot{u}_i^{(2)} \quad (1.1)$$

$$\tilde{A}_1 u_{j,i}^{(1)} + \tilde{A}_2 u_{j,i}^{(2)} = \rho_{12} \ddot{u}_i^{(1)} + \rho_{22} \ddot{u}_i^{(2)}$$

Здесь  $\tilde{\lambda}$ ,  $\tilde{\mu}$  — упругие операторы,  $\tilde{A}_1$ ,  $\tilde{A}_2$  — операторы, зависящие от пористости среды и модуля сжимаемости жидкости;  $\rho_{12}$  — интенсивность перехода

## MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

## COMPUTER ENGINEERING

Новоселова О.В., Любчикова О.В.

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,  
Россия

### РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ВРЕМЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ НА ЭТАПЕ ПРЕДПРОЕКТНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

Процесс создания автоматизированных систем (АС) по методологии автоматизации интеллектуального труда (МАИТ) включает этапы предпроектного обследования, проектирования, подготовки реализации и реализации (разработки и тестирования системы). Методология автоматизации интеллектуального труда была разработана в МГТУ «СТАНКИН», она определяет набор модельных представлений для обеспечения промышленного способа создания и развития автоматизированных систем [1]. Важным преимуществом процесса создания автоматизированных систем по МАИТ является наличие модели, которая не зависит от программно-технической среды и средств реализации.

На этапе предпроектного обследования выполняется анализ задачи и формируется модель, которая отражает процесс ее решения с точки зрения предметного специалиста. Описание модели фиксируется в виде диаграмм и спецификаций для функциональной и информационной составляющих и их увязки (модели в целом).

Функциональная составляющая задачи описывает декомпозицию задачи на подзадачи в виде системы предметных действий, которая строится с использованием базовых (последовательность, итерация, альтернатива) и типовых алгоритмических конструкций (цикл, переключатель). Для определения возможности параллельного выполнения подзадач было предложено структурное представление алгоритмических конструкций, которое вводит пространственно-временные характеристики для процесса решения задачи. Это позволяет проводить реструктуризацию системы предметных действий по временным характеристикам (тактам) и пространственным (конвейерам) [2].

Структурное представление основывается на математическом аппарате блочных матриц [2], где каждое сложное предметное действие (СПД)  $y_{ps}$  ( $s$ -е предметное действие на  $p$ -м уровне декомпозиции) можно представить матрицей  $A_{ps}$ , которая включает следующие блоки:  $A_{ps}^1$  — описывает внешние входные информационные связи СПД;  $A_{ps}^2$  — описывает структуру простых предметных действий в рамках СПД, их внутренние информационные связи;  $A_{ps}^3$  — описывает

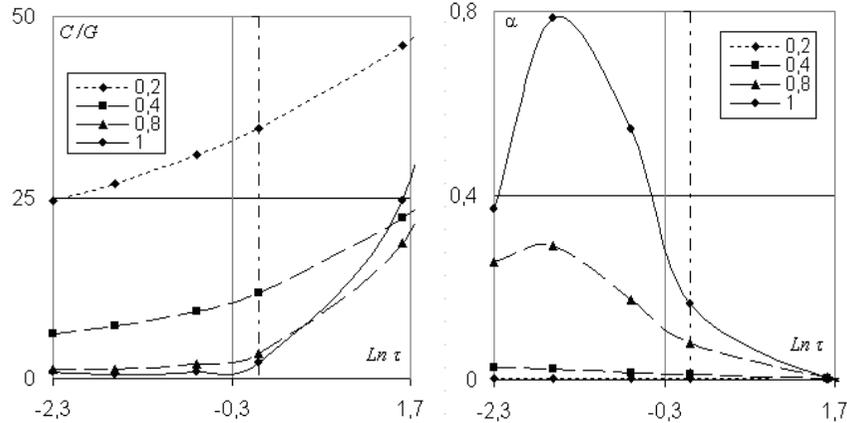


Рис.1. Зависимость скорости от температуры Рис.2. Зависимость коэффициента затухания от температуры

Литература

1. Biot M.A. Theory propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid I. Low-Frequency Range // J. Acoust. Soc. America.- 1956. -v. 28.- № 2. -P. 168-178.
2. Biot M. A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid.II. Higher Frequency Range // J. Acoust. Soc. America. 1956. V. 28. №2. P. 179-191.
3. Косачевский Л.Я. О распространении упругих волн в двухкомпонентных средах // Л.Я. Косачевский // ПММ.-1959.-Т. 23 -Вып. 6.-С. 1115 – 1123.
4. Масликова Т.И. О распространении нестационарных упругих волн в однородных пористых средах // Т.И. Масликова, В.С. Поленов // Изв. РАН. МТТ. - 2005. -№ 1.-С. 104 – 108.
5. Работнов Ю.Н. Равновесие упругой среды с последствием // Ю.Н. Работнов // ПММ. -1948.-Т. 12.-Вып. 1.-С.53-62.
6. Шермергор Т.Д. Теория упругости микронеоднородных сред // Т.Д. Шермергор // М. Наука.-1977.- 399 с.
7. Мешков С.И. О распространении звуковых волн в наследственно упругой среде // С.И. Мешков, Ю.А. Росихин // ПМТФ.-1968.-№5. –С.89-93.
8. Постников В.С. Внутреннее трение в металлах // В.С. Постников // М. Металлургия, -1974.- 351 с.
9. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций // Ю.Н. Работнов // М. Наука.- 1966.- 752 с.

массы из второй фазы в первую;  $\rho_{11} = \frac{\rho_1}{\alpha_1}$  и  $\rho_{22} = \frac{\rho_2}{\alpha_2}$  — истинные плотности твердой фазы и жидкости в порах;  $\rho_1$  — масса твердой фазы в единице объема среды;  $\rho_2$  — масса жидкости в единице объема среды;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — величины, характеризующие доли объема смеси, занимаемые каждой фазой ( $\alpha_1 + \alpha_2 = 1, \alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0$ ).

Индексы, стоящие сверху в круглых скобках, относятся соответственно: 1 — к твердой фазе, 2 — к жидкости. Точка над буквой  $u_i$  означает производную по времени, а индекс внизу, стоящий после запятой, указывает пространственное дифференцирование по соответствующей координате.

Упругие операторы в (1.1) определены следующим образом

$$\tilde{\lambda} = \lambda(1 + \Lambda^*), \Lambda^* \varepsilon = \int_0^\infty \Lambda(s) \varepsilon(t-s) ds \quad (1.2)$$

$$\tilde{\mu} = \mu(1 + M^*), M^* \varepsilon = \int_0^\infty M(s) \varepsilon(t-s) ds,$$

а операторы  $\tilde{A}_1$  и  $\tilde{A}_2$  равны коэффициентам  $A_1$  и  $A_2$ .

Систему (1.1) преобразуем к виду

$$V_c^2 \left[ \frac{\tilde{\lambda}}{H} u_{j,i,j} + \frac{\tilde{\mu}}{H} (u_{j,i,j} + u_{i,j,j}) + \sigma_{12} u_{j,i,j} \right] = \gamma_{11} \ddot{u}_i^{(1)} + \gamma_{12} \ddot{u}_i^{(2)} \quad (1.3)$$

$$V_c^2 [\sigma_{12} u_{j,i,j} + \sigma_{22} u_{j,i,j}] = \gamma_{12} \ddot{u}_i^{(1)} + \gamma_{22} \ddot{u}_i^{(2)}$$

Здесь

$$\gamma_{11} = \frac{\rho_{11}}{\rho}, \gamma_{12} = \frac{\rho_{12}}{\rho}, \gamma_{22} = \frac{\rho_{22}}{\rho}, \rho = \rho_{11} + 2\rho_{12} + \rho_{22}$$

$$\sigma_{12} = \frac{A_1}{H}, \sigma_{22} = \frac{A_2}{H}, H = \lambda + 2\mu + 2A_1 + A_2$$

Решение системы (1.3) будем искать в виде затухающих волн

$$u_i^{(\beta)} = C_i^{(\beta)} \exp [\omega t - (\alpha + i \frac{\omega}{c}) x_k v_k] \quad (\beta = 1, 2) \quad (1.4)$$

где  $C_i^{(\beta)}$  — амплитуды колебания волн в фазах,  $v_k$  — координаты единичного вектора в направлении распространения волн со скоростью  $c > 0$ , частотой  $\omega > 0$  и коэффициентом затухания  $\alpha > 0$ .

Подставим (1.4) в систему (1.3), получим

$$[\gamma_{11}\omega^2 + V_c^2 \frac{\mu(1+M(\omega))}{H} (\alpha + i\frac{\omega}{c})^2] C_k^{(1)} + V_c^2 [\frac{\lambda(1+A(\omega))}{H} +$$

$$+ \frac{\mu(1+M(\omega))}{H}] (\alpha + i\frac{\omega}{c})^2 C_j^{(1)} v_k v_j + \gamma_{12}\omega^2 C_k^{(2)} +$$

$$+ V_c^2 \sigma_{12} (\alpha + i\frac{\omega}{c})^2 C_j^{(2)} v_k v_j = 0$$

$$\gamma_{12}\omega^2 C_k^{(1)} - V_c^2 \sigma_{12} (\alpha + i\frac{\omega}{c})^2 C_j^{(1)} v_k v_j + \gamma_{22}\omega^2 C_k^{(2)} +$$

$$+ V_c^2 \sigma_{22} (\alpha + i\frac{\omega}{c})^2 C_j^{(2)} v_k v_j = 0$$

$$\Lambda(\omega) = \int_0^{\infty} \Lambda(s) e^{-i\omega s} ds, \quad M(\omega) = \int_0^{\infty} M(s) e^{-i\omega s} ds \quad (1.6)$$

Соотношения (1.5) позволяют определить характеристики поперечных и продольных звуковых волн в двухкомпонентных средах в процессе их распространения.

2. **Поперечная звуковая волна.** Характеристики поперечной звуковой волны: скорость волны  $c_\beta$ , и коэффициент поглощения  $\alpha_\beta$  можно определить из (1.5) если положить  $C_j^{(\beta)} v_j = 0$ , ( $\beta = 1, 2$ ). В результате получим

$$V_c^2 \gamma_{22} \frac{\mu(1+M(\omega))}{H} (\alpha + i\frac{\omega}{c_\beta})^2 + (\gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2)\omega^2 = 0 \quad (2.1)$$

Отсюда, после разделения действительной и мнимой частей, получим

$$c_\beta^2 = V_c^2 \gamma_{22} \frac{\mu|1+M(\omega)|/H}{\gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2} \sec^2 \frac{\varphi_\beta}{2}, \quad \alpha_\beta = \frac{\omega}{c_\beta} \operatorname{tg} \frac{\varphi_\beta}{2} \quad (2.2)$$

Тангенс угла механических потерь для одномерного случая

$$\operatorname{tg} \varphi_\beta = \frac{\operatorname{Im}[1+M(\omega)]}{\operatorname{Re}[1+M(\omega)]} \quad (2.3)$$

Зная тангенс угла механических потерь, можно вычислить декремент затухания  $\delta_\beta$  и динамический модуль  $\mu_1$

$$b_2 = \gamma_{22} \left[ \left( \frac{K_\infty (1 - \frac{k_0}{k_\infty})}{h_k} \sin\left(\frac{\pi\gamma}{2}\right)_k \right) + \frac{4}{3} \frac{M_\infty (1 - \frac{\mu_0}{\mu_\infty})}{h_\mu} \sin\left(\frac{\pi\gamma}{2}\right)_\mu \right] \pm \pm \sqrt{r_1} \sin \frac{\varphi}{2}$$

$$r_1 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{2[\alpha_1 \alpha_2 - 2(\gamma_{12} \gamma_{22} - \gamma_{12}^2) \gamma_{22}]}{\gamma_1^2 - \gamma_2^2 - 4(\gamma_{11} \gamma_{22} - \gamma_{12}^2) \gamma_1}$$

где индексы  $\mu$  и  $k$  означают соответствующие величины, характеризующие сдвиговые и объемные релаксации.

Для стандартного линейного тела ( $\gamma = 1$ ) формулы (4.3), (4.8) упрощаются и принимают вид

$$g_\mu = (\mu_0/\mu_\infty)(\omega\tau_\mu)^{-1} + (\omega\tau_\mu), \quad h_\mu = (\omega\tau_\mu)^{-1} + \omega\tau_\mu \quad (4.10)$$

$$g_k = (k_0/k_\infty)(\omega\tau_k)^{-1} + (\omega\tau_k), \quad h_k = (\omega\tau_k)^{-1} + \omega\tau_k.$$

По формулам (3.8) и (3.9) с учетом (4.6) – (4.9) при различных значениях параметра  $\gamma$  находим скорости, коэффициенты поглощения, тангенс угла механических потерь и декремент затухания продольных звуковых волн в наследственно упругой двухкомпонентной среде.

На Рис. 1-2 представлены зависимости скорости и коэффициента затухания фаз от логарифма температуры при следующих данных:  $\gamma_{11} = 0.95$ ,  $\gamma_{12} = -0.05$ ,  $\gamma_{22} = 0.05$ ,  $M_\infty = 0.8$ ,  $\frac{\mu_2}{\mu_0} = 0.1$ . Значения параметра  $\gamma$  указаны на рисунках.

$$\alpha_{\varepsilon} = \frac{\omega}{c_l} \operatorname{tg} \frac{\varphi_l}{2}, \quad \delta_{\varepsilon} = 2\pi t g \frac{\varphi_l}{2} \quad (4.5)$$

Получим характеристики продольных звуковых волн для случая, когда ядро объемной релаксации также выражается дробно – экспоненциальной функцией Ю.Н. Работнова (4.1).

Тогда коэффициенты  $\chi_1, \chi_2, \gamma_1, \gamma_2, a_1, a_2, b_1, b_2$ , входящие в (3.6) и (3.7) запишем в виде

$$\chi_1 = \gamma_{11} \sigma_{22} - 2\gamma_{12} \sigma_{12} + \gamma_{22} \left( \frac{K_{\infty} g_k}{h_k} + \frac{4M_{\infty} g_{\mu}}{3h_{\mu}} \right) \quad (4.6)$$

$$\chi_2 = \gamma_{22} \left[ \frac{K_{\infty} (1 - \frac{k_0}{k_{\infty}})}{h_k} \sin \left( \frac{\pi \gamma}{2} \right)_k + \frac{4M_{\infty} (1 - \frac{\mu_0}{\mu_{\infty}})}{3h_{\mu}} \sin \left( \frac{\pi \gamma}{2} \right)_{\mu} \right]$$

$$\gamma_1 = \sigma_{22} \left( \frac{K_{\infty} g_k}{h_k} + \frac{4M_{\infty} g_{\mu}}{3h_{\mu}} \right) - \sigma_{12}^2, \quad \gamma_2 = \sigma_{22} \left[ \frac{K_{\infty} (1 - \frac{k_0}{k_{\infty}})}{h_k} \sin \left( \frac{\pi \gamma}{2} \right)_k + \right.$$

$$\left. + \frac{4M_{\infty} (1 - \frac{\mu_0}{\mu_{\infty}})}{3h_{\mu}} \sin \left( \frac{\pi \gamma}{2} \right)_{\mu} \right], \quad K_{\infty} = \frac{k_0}{H}$$

$$g_k = \frac{k_0/k_{\infty}}{(\omega \tau_k)^{\gamma}} + (\omega \tau_k)^{\gamma} + \left( 1 + \frac{k_0}{k_{\infty}} \right) \cos \left( \frac{\pi \gamma}{2} \right)_k \quad (4.8)$$

$$h_k = \frac{1}{(\omega \tau_k)^{\gamma}} + (\omega \tau_k)^{\gamma} + 2 \cos \left( \frac{\pi \gamma}{2} \right)_k$$

$$a_1 = \chi_1^2 - \chi_2^2 - 4(\gamma_{11} \gamma_{22} - \gamma_{12}^2) \gamma_1$$

$$a_2 = 2\chi_1 \chi_2 - 4(\gamma_{11} \gamma_{22} - \gamma_{12}^2) \gamma_2$$

$$b_1 = \left[ \gamma_{11} \sigma_{22} - 2\gamma_{12} \sigma_{12} + \gamma_{22} \left( \frac{K_{\infty} g_k}{h_k} + \frac{4M_{\infty} g_{\mu}}{3h_{\mu}} \right) \right] \pm \sqrt{\tau_1} \cos \frac{\varphi}{2} \quad (4.9)$$

$$\delta_{\varepsilon} = 2\pi t g \frac{\varphi_l}{2}, \quad \mu_1 = \mu |1 + M(\omega)|/H \quad (2.4)$$

3. **Продольные звуковые волны.** Характеристики продольных звуковых волн находятся из соотношений (1.5), если в них оба уравнения умножить на  $\nu_k$  и положить  $C_k^{(1)} \nu_k = D_1 \neq 0$ ,  $C_k^{(2)} \nu_k = D_2 \neq 0$ , получим

$$\begin{aligned} & \left\{ \gamma_{11} \omega^2 + V_c^2 \left[ \frac{\lambda(1 + \Lambda(\omega))}{H} + 2 \frac{\mu(1 + M(\omega))}{H} \right] \left( \alpha - i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right\} D_1 + \\ & + \left\{ \gamma_{12} \omega^2 + V_c^2 \sigma_{12} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right\} D_2 = 0 \\ & \left[ \gamma_{12} \omega^2 + V_c^2 \sigma_{12} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right] D_1 + \left[ \gamma_{22} \omega^2 + \right. \\ & \left. V_c^2 \sigma_{22} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right] D_2 = 0 \end{aligned} \quad (3.1)$$

Для дальнейшего исследования характеристик продольных волн выразим упругие операторы  $\tilde{\lambda}$  и  $\tilde{\mu}$  через операторы объемного сжатия  $\tilde{K}$  и сдвига  $\tilde{\mu}$  следующим образом [7]

$$P^* = k(1 + K^*) + \frac{4}{3} \mu(1 + M^*) \quad (3.2)$$

Тогда (3.1) запишем в виде

$$\begin{aligned} & \left[ \gamma_{11} \omega^2 + V_c^2 \frac{P(1 + P(\omega))}{H} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right] D_1 + \left[ \gamma_{12} \omega^2 + \right. \\ & \left. + V_c^2 \sigma_{12} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right] D_2 = 0 \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$\left[ \gamma_{12} \omega^2 + V_c^2 \sigma_{12} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right] D_1 + \left[ \gamma_{22} \omega^2 + V_c^2 \sigma_{22} \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^2 \right] D_2 = 0$$

Система (3.3) имеет нетривиальное решение при условии, когда определитель системы равен нулю. Раскрывая определитель, получим

$$\left[ \frac{p(1 - P(\omega))}{H} \sigma_{22} - \sigma_{12}^2 \right] V_c^4 \left( \alpha + i \frac{\omega}{c_l} \right)^4 + \left[ \gamma_{11} \sigma_{22} - 2\gamma_{12} \sigma_{12} + \right. \quad (3.4)$$

$$+ \gamma_{22} \frac{\mu(1+P(\omega))}{H} \omega^2 V_c^2 (\alpha + i \frac{\omega}{c_1})^2 + (\gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2) \omega^4 = 0$$

Разделим (3.4) на  $(\alpha + i \frac{\omega}{c_1})^4$  и введем следующее обозначение

$$z^* = (\alpha + i \frac{\omega}{c_1})^{-2} \quad (3.5)$$

где  $z^*$  – комплексное число.

Тогда (3.4) с учетом (3.2) запишем в виде

$$a\omega^4 z^{*2} + (\chi_1 + i\chi_2)V_2^2 \omega^2 z^* + (\gamma_1 + i\gamma_2)V_c^4 = 0 \quad (3.6)$$

$$\chi_1 = \gamma_{11}\sigma_{22} - 2\gamma_{12}\sigma_{12} + \gamma_{22} \left[ \operatorname{Re} \left[ \frac{k(1+K(\omega))}{H} + \frac{4\mu(1+M(\omega))}{3H} \right] \right]$$

$$\chi_2 = \gamma_{22} \operatorname{Im} \left[ \frac{k(1+K(\omega))}{H} + \frac{4\mu(1+M(\omega))}{3H} \right]$$

$$\gamma_1 = \sigma_{22} \operatorname{Re} \left[ \frac{k(1+K(\omega))}{H} + \frac{4\mu(1+M(\omega))}{3H} \right] - \sigma_{12}^2$$

$$\gamma_2 = \sigma_{22} \operatorname{Im} \left[ \frac{k(1+K(\omega))}{H} + \frac{4\mu(1+M(\omega))}{3H} \right], \quad a = \gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2$$

Из уравнения (3.6) находим  $z_{1,2}^*$

$$z_{1,2}^* = -\frac{b_1 + ib_2}{2a\omega^2} V_c^2 \quad (3.7)$$

$$b_1 = \chi_1 \pm \sqrt{\chi_1^2 - 4a\gamma_1}, \quad b_2 = \chi_2 \pm \sqrt{\chi_1^2 - 4a\gamma_1}, \quad \varphi = \arctg \left( \frac{\chi_2 \chi_1 - 4a\gamma_2}{\chi_1^2 - \chi_2^2 - 4a\gamma_1} \right)$$

$$r_1 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \quad a_1 = \chi_1^2 - \chi_2^2 - 4a\gamma_1, \quad a_2 = 2\chi_1\chi_2 - 4a\gamma_2$$

Из (3.5) и (3.7) после несложных преобразований и разделения действительной и мнимой частей, получим формулы для нахождения скорости распространения продольных звуковых волн, коэффициента поглощения и декремента затухания

$$c_t^2 = \frac{r_1 V_c^2}{2(\gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2)} \sec^2 \frac{\varphi_1}{2}, \quad \alpha_t = \frac{\omega}{c_t} \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2}, \quad \delta_t = 2\pi \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} \quad (3.8)$$

Тангенс угла механических потерь найдем по следующей формуле

$$\operatorname{tg} \varphi_t = \frac{\chi_2 \pm \sqrt{\chi_1^2 - 4a\gamma_1}}{\chi_1 \pm \sqrt{\chi_1^2 - 4a\gamma_1}}, \quad r_1 = \sqrt{b_1^2 + b_2^2} \quad (3.9)$$

Так как  $b_1$  и  $b_2$  имеют знаки  $\pm$ , то следует, что в наследственно упругой двухкомпонентной среде существует две продольные звуковые волны первого и второго типов.

**4. Пример.** В качестве примера рассмотрим поперечную волну, когда ядро оператора  $M(t)$  есть дробно-экспоненциальная функция Работнова [8]

$$M(t) = -\frac{\Delta\mu}{\mu_{\infty}\tau_{\mu}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{\Gamma[\gamma(n+1)]} \left(\frac{t}{\tau_{\mu}}\right)^{\gamma(n+1)-1} \quad (4.1)$$

$$\Delta\mu = \mu_{\infty} - \mu_0, \quad 0 < \gamma \leq 1$$

где  $\mu_{\infty}$  и  $\mu_0$  – соответственно нерелаксированное и релаксированное значения модуля сдвига  $\mu$ ;  $\tau_{\mu}$  – время релаксации сдвиговых напряжений,  $\gamma$  – параметр дробности, учитывающий структурные изменения, связанные с различными видами обработки и эксплуатации материалов,  $\Gamma[\gamma(n+1)]$  – гамма функция.

Подставим (4.1), записанное в пространстве Фурье [9] в (2.3) и (2.4), получим формулы для определения тангенса угла механических потерь  $\operatorname{tg} \varphi_t$  и динамического модуля  $\mu_1$

$$\operatorname{tg} \varphi_t = \frac{(1 - \frac{\mu_0}{\mu_{\infty}}) \sin \frac{\pi\gamma}{2}}{g_{\mu}}, \quad \mu_1 = \frac{\mu_{\infty} \mu_0}{h_{\mu}} \sec \varphi_t, \quad M_{\infty} = \frac{\mu_{\infty}}{H} \quad (4.2)$$

$$g_{\mu} = \frac{\mu_0/\mu_{\infty}}{(\omega\tau_{\mu})^{\gamma}} + (\omega\tau_{\mu})^{\gamma} + (1 + \frac{\mu_0}{\mu_{\infty}}) \cos \frac{\pi\gamma}{2}, \quad h_{\mu} = \frac{1}{(\omega\tau_{\mu})^{\gamma} + 2\cos \frac{\pi\gamma}{2}} \quad (4.3)$$

Зная  $\operatorname{tg} \varphi_t$ , по формулам (2.2) определим скорость  $c_t$ , коэффициент поглощения  $\alpha_t$  и логарифмический декремент затухания  $\delta_t$  поперечной звуковой волны в наследственно упругой двухкомпонентной среде

$$c_t^2 = \frac{V_c^2 M_{\infty} g_{\mu} \sec \varphi_t}{h_{\mu} \gamma_{11} \left(1 - \frac{\gamma_{12}^2}{\gamma_{11}\gamma_{22}}\right)} \sec^2 \frac{\varphi_t}{2} \quad (4.4)$$