

**Науковий  
пошук  
МОЛОДИХ  
ДОСЛІДНИКІВ**

---

**Збірник наукових  
праць студентів**

**№ 4**

---

**2014**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД  
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»**

**СТУДЕНТСЬКЕ НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО**

**НАУКОВИЙ ПОШУК  
МОЛОДИХ ДОСЛІДНИКІВ**

**№ 4, 2014**

**Фізико-математичні науки**

**Збірник наукових праць студентів**

**Луганськ  
ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»  
2014**

У збірнику розкриваються напрямки наукових досліджень студентів з фізико-математичних наук.

Рекомендовано до друку Вченою Радою  
Луганського національного університету  
імені Тараса Шевченка  
(протокол № 7 від 28 лютого 2014 р.)

**Редакційна колегія:**

Головний редактор:

проф. Меньяйленко О. С.

Члени редколегії:

проф. Жучок А. В.  
доц. Могильний Г. А.  
доц. Краснякова Т. В.  
доц. Сквірський В. Д.  
доц. Жовтан Л. В.  
доц. Малюк О. Ю.  
доц. Горбенко Є. Є.

Відповідальні за випуск:

доц. Горбенко Є. Є.

Видавництво Державного закладу  
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»  
вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. Тел./факс: (0642) 58-03-20

# Зміст

## ФІЗИКА

<b>Бабич М. В., Кара-Мурза С. В., Грицких В. А., Жихарев И. В., Николаенко Ю. М., Тихий А. А., Корчикова Н. В.</b> Оптические свойства LSMO-пленок на кристаллических подложках $Al_2O_3$ .....	5
<b>Васильченко А. А.</b> Калориметрические исследования пентапласта, наполненного каолином.....	11
<b>Еребакан И. В., Грицких В. А., Кара-Мурза С. В., Корчикова Н. В., Тихий А. А., Жихарев И. В.</b> Обобщение метода Малина-Ведама и его модификации для решения обратной задачи эллипсометрии в случае многослойных и сильнопоглощающих систем.....	16
<b>Краснякова Т. В., Никитенко Д. В., Бондарец И. В.</b> Присоединение $CH_3OH$ к тройной $C\equiv C$ связи ацетилена на поверхности механоактивированной соли $K_2PdCl_4$ .....	22
<b>Кушавіна П. С., Харченко О. М.</b> Використання НІТ у шкільному лабораторному експерименті.....	29
<b>Техтелев Ю. В., Радкевич Н. А., Свиридов В. В.</b> Получение цифрового изображения спектра и его обработка.....	35
<b>Фараджова М. Ф.</b> Сучасні тенденції розвитку шкільного фізичного експерименту.....	42
<b>Хуторской А. Е.</b> Дилатометрические исследования модифицированного поливинилиденфторида.....	51
<b>Чигринская Ю. В.</b> Межатомный потенциал для сжатых кристаллов инертных газов с учетом неадиабатических эффектов.....	56

## МАТЕМАТИКА

<b>Деменков І. О.</b> Основні проблеми викладання курсу вищої математики для студентів комп'ютерних та технічних спеціальностей у ВНЗ України.....	62
<b>Єремєєва Ю. Д.</b> Використання нових інформаційних технологій під час навчання учнів математиці.....	66

**Омельченко М. А.** Розвиток логічного мислення учнів на уроках математики..... 73

**Прасолова Н. О.** Загадка Григорія Перельмана..... 78

### **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Бавыка М. А.** Проблема організації безпроводного доступу к ресурсам кафедри..... 86

**Барабанщикова Е. П.** Преимущества автоматизированного контроля знаний..... 91

**Калініченко В. О.** Впровадження рекомендаційних систем на он-лайн ресурсах..... 96

**Калініченко В. О.** Розробка моделі рекомендаційної системи на комбінованій колаборативній основі..... 101

**Калиниченко Н А.** Анализ использования методов главных компонент и линейного дискриминантного анализа для решения задач по распознаванию лиц..... 106

**Козуб В. Ю.** Використання освітлення тривимірних об'єктів при візуалізації..... 112

**Мосийчук В. А.** Разработка универсального алгоритма автоматического распознавания автомобильных номеров..... 116

**Подкуйко Я. М.** Розробка моделі інтелектуального агенту для збору та сортування ресурсів..... 122

**Пономарев Н. В.** Анализ неразрушающих методов контроля..... 125

**Попов Е. Г., Орунов Б. Т.** Алгоритм визуального представления фрагмента онтографа предметной дисциплины..... 130

**Торченко К. В.** Розробка алгоритму адаптивного тестування знань... 133

### **ДОКУМЕНТОЗНАВСТВО**

**Біктімірова К. В.** Роль секретаря-референта у системі управління підприємством..... 138

**Рубан Є. Р.** Вимоги до складання електронного ділового листа..... 145

**Відомості про авторів**..... 152

## ФІЗИКА

УДК 538.958:538.975

**М. В. Бабич, С. В. Кара-Мурза, В. А. Грицких, И. В. Жихарев,  
Ю. М. Николаенко, А. А. Тихий, Н. В. Корчикова**

### **ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА LSMO-ПЛЕНОК НА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДЛОЖКАХ $Al_2O_3$**

Допированные стронцием манганиты лантана  $La_{0,7}Sr_{0,3}MnO_3$  – материалы современной электроники, важнейшими свойствами которых являются высокая температура фазового перехода ферромагнетик-парамагнетик ( $T_c=360$  К) и эффект колоссального магнитосопротивления. Последний обусловлен существованием ферромагнитных (проводящих) включений в диамагнитной (непроводящей) матрице при температурах ниже температуры Кюри. Ферромагнитные проводящие включения в непроводящей матрице обусловлены наличием наряду с ионами  $Mn^{3+}$  магнитных ионов  $Mn^{4+}$ , которые, в свою очередь, появляются благодаря примесным ионам  $Sr^{2+}$  [1, с. 231; 2, с. 833; 3, с. 121].

Переход современной электроники к планарным технологиям непосредственно связан и с переходом от массивных кристаллических манганитов лантана к эпитаксиальным LSMO-пленкам, свойства которых практически не отличаются от свойств массивных материалов [4, с. 93; 5, с. 133; 6, с. 401; 7, с. 52]. Так, температура Кюри таких пленок практически не отличается от температуры Кюри массивных материалов, а спектральные зависимости оптической проводимости содержат характерный низкоэнергетический максимум (поляронный максимум) вблизи энергии фотонов 1 эВ, отвечающий за двойной обмен  $Mn^{3+} - O - Mn^{4+}$  [5, с. 93] и обеспечивающий уникальные свойства манганитов лантана  $La_{0,7}Sr_{0,3}MnO_3$ .

В некоторых случаях возникает необходимость использования подложек, кристаллические параметры которых сильно отличаются от параметров решетки наносимого материала. Такие тонкие пленки получаются дефектными и поликристаллическими [8, с. 55; 9, с. 256; 10, с. 48]. Дополнительный отжиг приводит к снятию механических напряжений, но поликристаллическая структура пленок сохраняется. Свойства таких поликристаллических тонких пленок значительно отличаются от свойств эпитаксиальных пленок – их сопротивление постоянному току возрастает, а температура перехода металл-полупроводник и температура Кюри понижаются до 180 К [9, с. 256; 10, с. 48]. Тем не менее, спектральные зависимости проводимости тонких поликристаллических LSMO-пленок, нанесенных на кристаллические подложки  $Al_2O_3$ , содержат низкоэнергетический максимум, что свидетельствует о наличии ферромагнитных включений в этих пленках и

при комнатных температурах [10, с. 48]. Однако, как показано в работах [8, с. 59; 9, с. 56], этот максимум сдвинут в область более высоких энергий фотонов примерно на 0,5 эВ. При этом возникает вопрос о природе такого сдвига – он может быть связан как с некорректностью соответствующих расчетов, так и с поликристаллической структурой пленок. Для выяснения природы сдвига низкоэнергетического максимума на спектрах оптической проводимости необходимо непосредственное изучение дисперсии коэффициента экстинкции и показателя преломления, чему и посвящена настоящая работа.

Нами исследовались LSMO-пленки, полученные магнетронным распылением керамической мишени состава  $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$  в атмосфере аргон-кислород на кристаллические подложки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (плоскость (012)). Температура подложек составляла 850 К, время напыления - 15 мин., 30 мин. и 45 мин., отжиг на воздухе осуществлялся при температуре 1100 К в течение двух часов [4, с. 19]. Оптические исследования полученных пленок выполнялись с помощью спектрофотометра SHIMADSU UV-2450 – измерялся коэффициент пропускания в диапазоне длин волн 300 – 1000 нм. Толщина пленки, показатель преломления и коэффициент экстинкции на длине волны 632,8 нм гелий-неонового лазера измерялись методом отражательной многоугловой эллипсометрии [10, с. 329].

Для системы пленка-прозрачная подложка коэффициент пропускания определяется выражением [10, с. 329]

$$T = \frac{64n_f^2 n_s^2}{(1+n_f)^2 (n_f+n_s)^2 (n_s+1)^2} e^{-\frac{4\pi}{\lambda} \kappa d}, \quad (1)$$

где  $n_f$  – показатель преломления пленки,  $n_s$  – показатель преломления материала подложки,  $\kappa$  – коэффициент экстинкции материала пленки,  $d$  – толщина пленки.

Для двух пленок с одинаковыми оптическими свойствами, но разной известной толщины можно получить расчетное выражение для нахождения спектральной зависимости  $\kappa$  по результатам экспериментально измеренных коэффициентах пропускания  $T_1$  и  $T_2$ :

$$\ln \frac{T_1}{T_2} = \frac{4\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \kappa. \quad (2)$$

Зная зависимость  $\kappa(\lambda)$ , для любой из исследованных пленок можно рассчитать спектральную зависимость  $n(\lambda)$  в соответствии с выражением (1). Дисперсия действительной и мнимой частей относительной диэлектрической проницаемости рассчитывается в соответствии с известными соотношениями

$$\varepsilon' = n^2 - \kappa^2 \quad \text{и} \quad \varepsilon'' = 2n\kappa,$$

а оптическая проводимость связана с мнимой частью диэлектрической проницаемости выражением

$$\sigma_{opt} = \varepsilon_0 \omega \varepsilon'' = \frac{4\pi n_f \kappa}{\lambda Z_0},$$

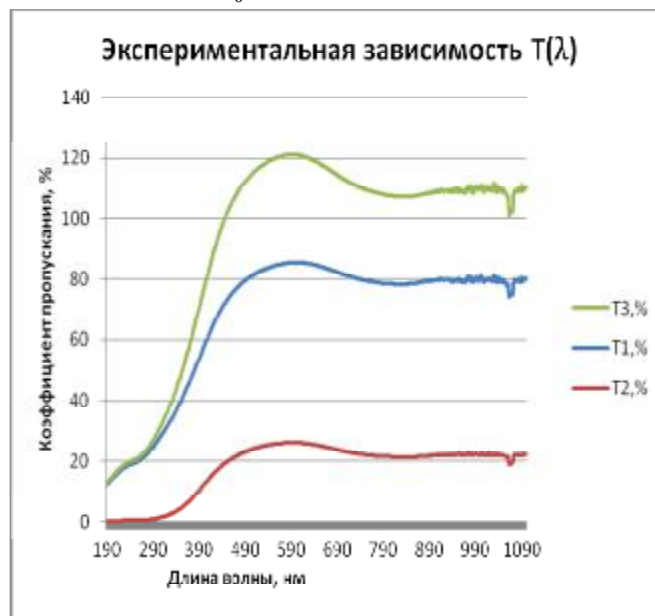


Рис. 1. Экспериментальная зависимость T(λ).

где  $Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 377$  Ом – импеданс вакуума.

На рис.1 представлены экспериментальные зависимости коэффициента пропускания от энергии фотонов для трех отожженных LSMO-пленок различной толщины, нанесенных на кристаллические подложки  $Al_2O_3$ , а в таблице 1 – значения  $n_f$ ,  $\kappa$  и  $d$ , полученные из эллипсометрических измерений на длине волны гелий-неонового лазера 632,8 нм, для этих пленок, Здесь же представлены рассчитанные на этой длине волны и экспериментально измеренные значения коэффициента пропускания.

Таблица 1

$d$ , нм	$n_f$	$\kappa$	$\sigma$ , Ом <sup>-1</sup> м <sup>-1</sup>	$T_{exp}$	$T_{theor}$
27	2,07	0,54	588	0,59	0,6
100	1,78	0,5	425	0,35	0,31
130	1,88	0,43	468	0,26	0,28

На рис. 2 представлены рассчитанные нами в соответствии с изложенной методикой спектральные зависимости  $n_f$  и  $\kappa$ , а на рис. 3 – рассчитанный по этим зависимостям спектр оптической проводимости. На этом же рисунке для сравнения показан характерный спектр оптической проводимости эпитаксиальных LSMO-пленок [5, с. 133].



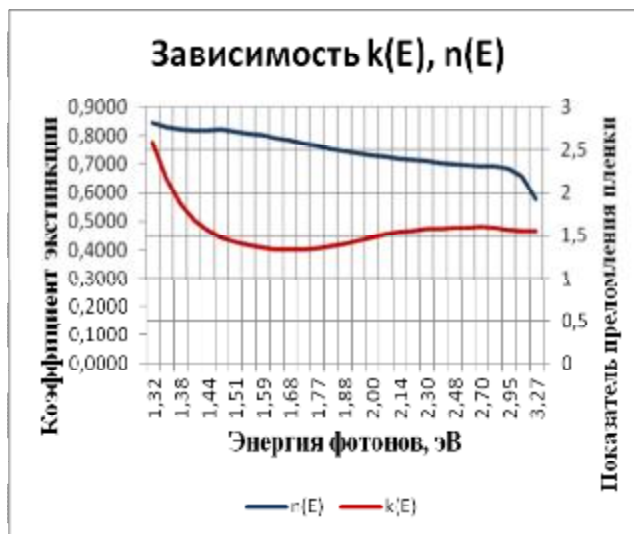


Рис. 2. Зависимость  $k(E)$ ,  $n(E)$ .

Как видно из рис. 3, спектр оптической проводимости поликристаллических LSMO-пленок в целом повторяет соответствующий спектр проводимости эпитаксиальных пленок. Однако размытый низкоэнергетический максимум, отвечающий за механизм двойного обмена, в LSMO поликристаллических пленках сдвинут в область более высоких энергий фотонов на 0,44 эВ. Такое смещение энергии активации механизма поляронной проводимости возможно обусловлено наличием дополнительных барьеров между отдельными зернами.

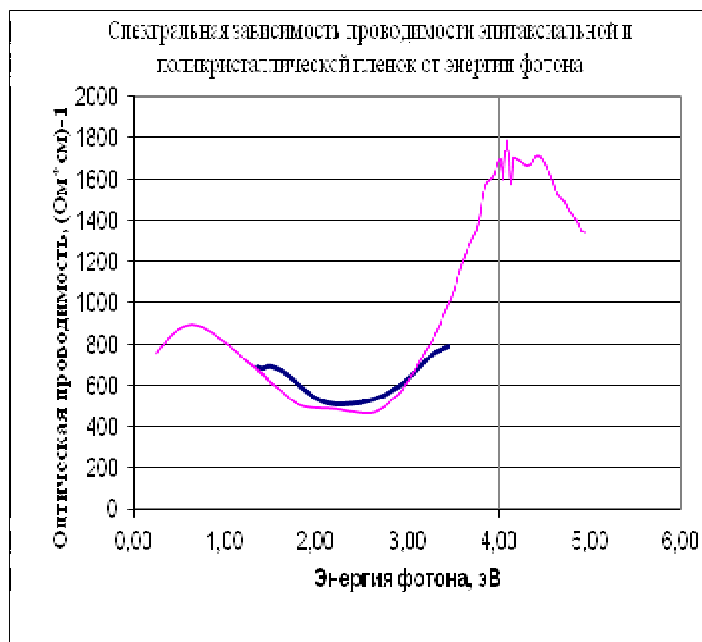


Рис. 3. Спектральная зависимость проводимости эпитаксиальной и поликристаллической пленок от энергии фотона.

Отметим, что в сверхтонких поликристаллических пленках, в которых размеры зерен соизмеримы или меньше размеров магнитных поляронов ( $r \sim 10$  нм) поляронный максимум вообще не наблюдается. В таких пленках при комнатных температурах в непроводящей матрице отсутствуют проводящие ферромагнитные включения и, следовательно, в них отсутствует эффект колоссального магнитосопротивления. Таким образом, как показали наши исследования, и в поликристаллических отожженных LSMO-пленках при комнатной температуре имеют место ферромагнитные включения при условии, что толщина пленок не меньше 30 нм.

### Литература

**1. Локтев В. М.,** Погорелов Ю.Г. Особенности физических свойств и колоссальное магнитосопротивление манганитов //ФНТ. – 2000. – Т. 26, №3. – С. 231 – 261. **2. Нагаев Э. Л.** Манганиты лантана и другие магнитные проводники с гигантским магнитосопротивлением.//Успехи физических наук. – 1996. – Т.166. – №8. – С.833 – 858. **3. Ю. А. Изюмов,** Э. З. Курмаев. Материалы с сильными электронными корреляциями.// Успехи физических наук. – 2008. – Т. 178. – №1. – С.25 – 59. **4. Ю. М. Николаенко,** А. Б. Мухин, В. А. Чайка, В. В. Бурховецкий. //ЖТФ 80, – 2010. – С.115. **5. M. Quijada,** J. Cerne, J. R. Simpson, H. D. Drew, K. H. Ahn, A. J. Millis, R. Shreekala, R. Ramesh, M. Rajeswari, and T. Venkatesan. //Phys. Rev. B 58, 1998. – 93 с. **6. В. Н. Варюхин, Ю.В.,** Медведев, Ю.М. Николаенко, А. Б. Мухин, Б. В. Беляев, В. А. Грицких, И. В. Жихарев, С. В. Кара-Мурза, Н. В. Корчицова, А. А. Тихий. // Письма в ЖТФ 35, 2009. – 19 с. **7. А. Tikhii,** V. Gritskih, S. Kara-Murza, N. Korchikova, Yu. Nikolaenko, and I. Zhikharev. // Phys. Status Solidi, 2013 – С. 10, 673. **8. Abdullah Goktas,** Ferhat Aslan, Ibrahim Halil Mutlu. J Mater Sci: Mater Electron, 2012. – С. 23, 605. **9. Yu. M. Nikolaenko,** V. N. Varyukhin, Yu. V. Medvedev, N. B. Efros, I. V. Zhikharev, S. V. Kara-Murza, A. A. Tikhii. // ArXiv: Phys. D/1111.7180. **10. С. В. Кара-Мурза,** В. А. Грицких, Ю. М. Николаенко, И. В. Жихарев, А. А. Тихий. // Оптика и спектроскопия 112, 329, №2 – 2012. **11. Розенберг Г. В.** Оптика тонкослойных покрытий. – М.: Гос.изд.-во физ.-мат.лит., 1958. – 570с. **12. Раков А. В.** Спектрофотометрия тонкопленочных полупроводниковых структур. – М.: Сов.радио, 1975. – 256с.

**Бабич М. В., Кара-Мурза С. В., Грицьких В. О., Жихарев І. В., Ніколенко Ю. М., Тихий О. О., Корчицова Н. В. Оптичні властивості LSMO-плівок на підкладках Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

У наведеній роботі надані результати оптичних досліджень полікристалічних LSMO-плівок різної товщини, що отримані магнетронним розпилюванням керамічної мішені складу La<sub>0,7</sub>St<sub>0,3</sub>MnO<sub>3</sub> на підкладку Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Методами відбивної еліпсометрії та спектрофотометрії визначені спектральні залежності показника

заломлення та коефіцієнту екстинкції плівок. Розраховано спектри опричної провідності. Зроблено висновки відносно того, що у полікристалічних LSMO-плівках присутні ферромагнітні включення при кімнатній температурі.

**Ключові слова:** манганіти лантана, полікристалічні LSMO-плівки, оптична провідність.

**Бабич М. В., Кара-Мурза С. В., Грицких В. А., Жихарев И. В., Николаенко Ю. М., Тихий А. А., Корчикова Н. В. Оптические свойства LSMO-пленок на кристаллических подложках  $Al_2O_3$**

В настоящей работе представлены результаты оптических исследований поликристаллических LSMO-пленок различной толщины, полученных осаждением методом магнетронного распыления керамической мишени состава  $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$  на подложки  $Al_2O_3$ . Методами отражательной эллипсометрии и спектрофотометрии определены спектральные зависимости показателя преломления и коэффициента экстинкции. Рассчитаны спектры оптической проводимости, сделан вывод о существовании ферромагнитных включений в LSMO-пленках при комнатной температуре.

**Ключевые слова:** манганиты лантана, поликристаллические LSMO-пленки, оптическая проводимость.

**Babich M. V., Kara-Murza S. V., Gricikh V. A., Zhikharev I. V., Nikolaenko Yu. M., Tikhii A. A., Korchikova N. V. Optical Properties Polycrystalline LSMO Films Deposited on the Substrates of  $Al_2O_3$**

In this paper were investigated optical properties polycrystalline LSMO films deposited on the substrates of  $Al_2O_3$  by the magnetron sputtering of  $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$  target. The spectral dependences of refractive index and extinction coefficient were defined by methods of spectrometry and reflective ellipsometry. The optical conductivity spectra were calculated. It was concluded that ferromagnetic inclusions are present in polycrystalline LSMO films at the room temperature.

**Key words:** lanthanum manganite, polycrystalline LSMO films, optical conductivity.

**А. А. Васильченко**

## **КАЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕНТАПЛАСТА, НАПОЛНЕННОГО КАОЛИНОМ**

Обеспечение полимерными материалами потребностей разнообразных отраслей техники, особенно химической, авиационной, космической, машиностроительной и радиоэлектронной, может развиваться в двух направлениях. Первый путь – синтез новых полимерных материалов. Второй связан с модификацией уже известных высокомолекулярных соединений. Основная тенденция современного полимерного материаловедения – разработка методов модификации существующих полимеров [1, с. 133]. Среди физических методов модификации наиболее распространенным, благодаря своей простоте, эффективности и экономичности, является метод введения в полимер различных наполнителей. Как правило, наполнители не только вносят аддитивный вклад своих свойств в комплекс физических свойств композиции, но и активно влияют на структурные параметры полимерной матрицы. Это влияние усиливается с увеличением степени дисперсности наполнителя и однородности распределения добавок в связующем. Эффективность этих факторов возрастает с прививкой к поверхности частиц наполнителя поверхностноактивных веществ (ПАВ).

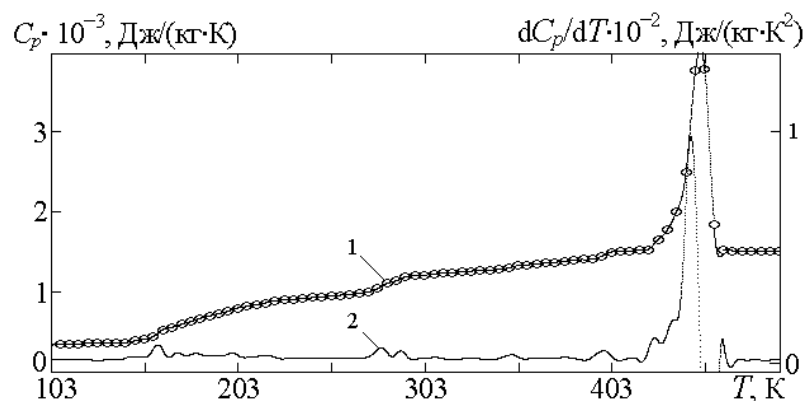
Современные калориметрические методы исследования позволяют изучать особенности теплового движения в полимерах, термические характеристики переходов и релаксационных процессов, тепловые процессы, которые протекают при наложении механических нагрузок к полимерам, и другие свойства и процессы.

С этой точки зрения актуальной является задача исследования структурных превращений и изменения теплофизических свойств частично кристаллического полимера в процессах наполнения и нагревания.

В данной работе проведено исследование влияния добавок каолина и каолина, модифицированного ПАВ, на структурные превращения в матрице частично-кристаллического простого полиэфира – поли-3,3бис(хлорметил)оксациклобутана (пентапласта) калориметрическим методом теплового анализа [2, с. 54].

Образцы приготовлены методом горячего прессования из расплава смеси порошков пентапласта и мелкодисперсного каолина или модифицированного каолина с выдержкой расплава при температуре 525 К в течение 20 мин. для потери структурной памяти.

На рис.1 изображены температурные зависимости удельной теплоемкости и первой производной от удельной теплоемкости по температуре ненаполненного пентапласта.



**Рис. 1.** Температурные зависимости удельной теплоемкости (1) и первой производной от удельной теплоемкости по температуре (2) ненаполненного пентапласта.

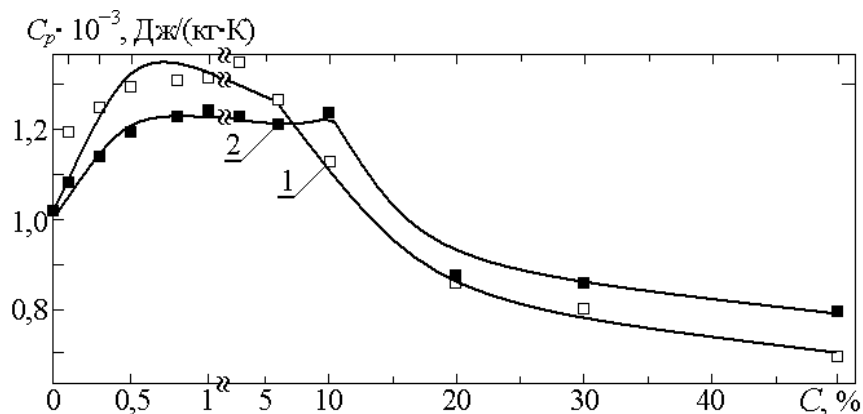
Последняя кривая очень чувствительна к любым изменениям, которые происходят со структурой полимера в процессе нагревания. В температурном интервале (103 ÷ 153) К зависимость удельной теплоемкости имеет линейный характер. Первый пик на дифференциальной кривой в температурном интервале (153 ÷ 168) К имеет кинетический характер и отвечает размораживанию колебательного движения боковых групп.

В интервале температур (168 ÷ 278) К теплоемкость пентапласта постепенно растет, а зависимость первой производной от удельной теплоемкости по температуре аппроксимируется практически линейной зависимостью, с небольшим негативным коэффициентом, который следует объяснять уменьшениям при увеличенные температуры вклада скелетных колебаний [3, с. 14].

Дальше на кривой температурной зависимости теплоемкости пентапласта в интервале температур (278 ÷ 290) К мы наблюдаем скачок теплоемкости, который отвечает основному кинетическому переходу размораживания сегментальной подвижности макроцепей.

Следующий пик на дифференциальной кривой в температурном интервале (293 ÷ 298) К отвечает плавлению малоупорядоченных структур, которые сформировались в результате длительной выдержки при комнатной температуре (293 ÷ 298) К.

Пик на кривой температурной зависимости удельной теплоемкости пентапласта в температурном интервале (423 ÷ 463) К отвечает основному фазовому переходу плавления. Его площадь пропорциональна тепловому эффекту фазового перехода.

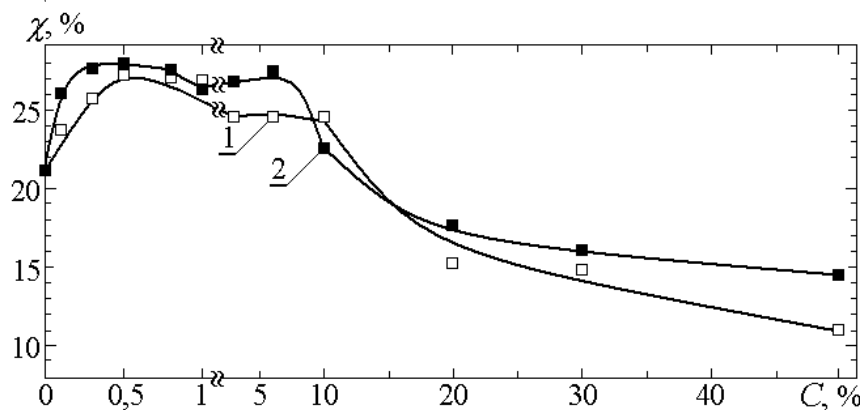


**Рис. 2.** Концентрационные зависимости удельной теплоемкости пентапласта, наполненного каолином (1) и каолином, модифицированным ПАВ (2), при 303 К.

На рис.2 и рис.3 изображены соответственно концентрационные зависимости удельной теплоемкости при 303 К и calorиметрической степени кристалличности пентапласта, наполненного каолином, а также пентапласта, наполненного каолином, модифицированным ПАВ.

Видно, что при малых концентрациях (0,1 ÷ 1) % наполнителя удельная теплоёмкость композиций увеличивается с ростом концентрации (рис. 2). Объясняется это процессами разрыхления полимерной матрицы. Растёт при этом и calorиметрическая степень кристалличности: от 21 % у ненаполненного до 27 % при концентрации 0,3 % немодифицированного наполнителя и 29 % модифицированного.

Внедряясь в среду расплавленного полимера, частицы наполнителя выступают в роли искусственных центров зародышеобразования (ИЦЗ), вовлекают в кристаллические области частично-кристаллического полимера дополнительную долю связующего.



**Рис. 3.** Концентрационные зависимости степени кристалличности пентапласта, наполненного каолином (1) и каолином, модифицированным ПАВ (2).

В материале с немодифицированным каолином, частицы которого склонны к интенсивной коагуляции, вследствие превышения интенсивности взаимодействия между частицами над взаимодействием частица – наполнитель, меньший прирост степени кристалличности и интенсивнее разрыхление. ПАВ, привитые к поверхности мелкодисперсных частиц каолина, уменьшают поверхностное натяжение на границе раздела, позволяют снизить интенсивность процессов коагуляции и способствуют равномерному частиц распределению по объёму образца. Увеличение концентрации ИЦЗ ведёт к дополнительному приросту степени кристалличности, уменьшению средних размеров кристаллитов, увеличению однородности структуры и, как правило, улучшению всего комплекса физико-эксплуатационных характеристик изделий.

В интервале (1 ÷ 10) % степень кристалличности для всех композиций в пределах (25 ÷ 26) %. При концентрациях наполнителя выше 10% степень кристаллической постепенно уменьшается до (14÷15) %. Температура плавления композиций, как правило, на (1 ÷ 2) К превышает температуру плавления ненаполненного пентапласта.

В интервале температуры (353÷432) К для наполненных композиций наблюдается быстрый рост значений удельной теплоемкости, который не наблюдается у ненаполненного пентапласта. Связано оно, очевидно, с плавлением структур, инициированных к развитию частицами наполнителя. Эти структуры, которые сформировались в условиях ограничения подвижности макромолекул, малоупорядочены и плавятся при температуре ниже температуры плавления высокоупорядоченных областей. Описанный эффект уменьшается при модификации поверхности наполнителя.

Для проведения представленных в работе расчетов температурной зависимости удельной теплоемкости и теплового эффекта плавления разработана компьютерная программа на языке Qbasic.

Проведенное исследование обнаруживает существенное влияние концентрации наполнителя на процессы структурирования в полимерном связующем. Модификация поверхности частиц наполнителя увеличивает структурную однородность композиций, что безусловно улучшает весь комплекс его эксплуатационных характеристик.

## Литература

1. **Слонимский Г. Л.** Проблемы современной физики полимеров // Синтез и модификация полимеров.– М.: Наука, 1976.– С. 133 – 139.
2. **Барановський В. М., Черенков О. В., Куландіна О. М., Віленський В. О.** Спеціальний фізичний практикум з елементами інформаційних технологій. – К.–Луганськ: ЛДПІ, 1996.– 174 с.
3. **Черенков А. В.** Теплофизические и механические свойства пентапласта. – Луганск–К.: ЛГПИ, 1996.– 181 с.

**Васильченко Г. О. Калориметричні дослідження пентапласта, наповненого каоліном**

У даній статті представлені результати калориметричних досліджень пентапласта, наповненого каоліном і каоліном, модифікованим ПАС. Встановлено, що введення високодисперсного наповнювача ініціює процеси структуризації полімерної матриці. Ефект посилюється щепленням до поверхні частинок наповнювача ланцюжків ПАС. Очевидно, частинки модифікованого наповнювача втрачають схильність до коагуляції, що сприяє більш рівномірному розподілу їх по об'єму композиції, інтенсивно впливає на формування кристалічних областей.

**Ключові слова:** калориметрія, полімери, питома теплоємність, ступінь кристалічності.

**Васильченко А. А. Калориметрические исследования пентапласта, наполненного каолином**

В данной статье представлены результаты калориметрических исследования пентапласта, наполненного каолином и каолином, модифицированным ПАВ. Установлено, что введение высокодисперсного наполнителя инициирует процессы структуризации полимерной матрицы. Эффект усиливается прививкой к поверхности частиц наполнителя цепочек ПАВ. Очевидно, частицы модифицированного наполнителя теряют склонность к коагуляции, равномернее распределяются по объёму композиции, интенсивно влияют на формирование кристаллических областей.

**Ключевые слова:** калориметрия, полимеры, удельная теплоёмкость, степень кристалличности.

**Vasil'chenko A. A. Calorimetric Studies Pentaplast Filled with Kaolin**

This article presents the results of calorimetric investigations of Pentaplast filled with kaolin and kaolin, modified bathrooms surfactants. Found that the introduction of highly filler initiates processes structuring polymer matrix. The effect is enhanced by grafting to the surface of the filler particles chain surfactants. Obviously, the modified filler particles lose their tendency to coagulation, evenly distributed in terms of composition, intensely affect the formation of crystalline regions.

**Key words:** calorimetry, polymers, specific heat capacity, the degree of crystallinity.



**И. В. Еребакан, В. А. Грицких, С. В. Кара-Мурза,  
Н. В. Корчикова, А. А. Тихий, И. В. Жихарев**

**ОБОБЩЕНИЕ МЕТОДА МАЛИНА-ВЕДАМА И ЕГО  
МОДИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ  
ЭЛЛИПСОМЕТРИИ В СЛУЧАЕ МНОГОСЛОЙНЫХ И  
СИЛЬНОПОГЛОЩАЮЩИХ СИСТЕМ**

Эллипсометрия является высокочувствительным и точным поляризационно-оптическим методом исследования поверхностей и границ раздела различных сред (твердых, жидких, газообразных). В его основе лежит измерение изменения состояния поляризации в результате взаимодействия света с поверхностью (границей раздела). Изменения состояния поляризации характеризуются эллипсометрическими углами  $\Psi$  и  $\Delta$ , чувствительными к состоянию отражающей поверхности: наличию физических переходных слоев, обусловленных обработкой поверхности, молекулярным взаимодействием на границе раздела и пр. При исследовании поверхностей и тонкоплёночных покрытий эллипсометрия обладает существенными преимуществами перед другими методами, поскольку не требует специальной подготовки поверхностей и позволяет вести наблюдения за поверхностями непосредственно в момент оказания на них различных физических и химических воздействий [1, с. 5].

Значения углов  $\Psi$  и  $\Delta$ , измеренные в различных условиях (угол падения, длина волны зондирующего излучения, показатель преломления иммерсионной среды), могут использоваться непосредственно для контроля идентичности образцов, с одной стороны, с другой – эллипсометрический метод можно использовать и для восстановления значений оптических характеристик и толщины исследуемых поверхностных слоёв. Такая задача носит название обратной задачи эллипсометрии. Существует большое число методов решения этой задачи, что обусловлено множеством различных моделей поверхности и методов проведения эллипсометрических измерений. Однако ни один из методов решения обратной задачи эллипсометрии не является действительно общим. Тем не менее, пожалуй, наиболее универсальным подходом к решению обратной задачи являются методы, основанные на минимизации целевой функции [1, с. 167]. Эффективность таких методов принципиально зависит как от выбора целевых функций, так и от алгоритма их минимизации.

При решении исследовательских задач часто возникает потребность в визуализации возможных решений основного уравнения эллипсометрии; такая визуализация также может рассматриваться как решение обратной задачи, при этом такое решение сводится к

построению различного рода номограмм. К графическим методам решения обратной задачи относится метод Малина-Ведама, и его модифицированная версия, описанные в работах [2, с. 127; 3]. Эти методы предназначены для решения обратной задачи эллипсометрии в случае, если исследуемую систему можно смоделировать, как изотропную плёнку с математически резкими границами, заключённую между двумя изотропными полупространствами – бесконечно толстой подложкой и внешней средой. При этом искомыми являются параметры плёнки (показатель преломления  $n$ , показателя поглощения  $k$ , геометрическая толщина  $d$ ), а параметры среды и подложки полагаются известными.

Целью настоящей работы является обобщение модифицированного метода Малина-Ведама на случай нахождения параметров одного из слоёв многослойной структуры при известных параметрах остальных слоёв и обрамляющих сред (например, при текущем контроле в процессе создания многослойной структуры). Поставленная задача решается нами обобщением биквадратного представления основного уравнения эллипсометрии на случай многослойных систем.

Основное уравнение эллипсометрии связывает экспериментально измеряемые величины  $\Psi$  и  $\Delta$  с оптическими характеристиками поверхностных слоёв и их толщинами. Для отражательной эллипсометрии основное уравнение имеет вид:

$$\operatorname{tg}\psi \cdot e^{j\Delta} = \frac{R^{(p)}}{R^{(s)}}, \quad (1)$$

где  $R^{(p)}$  и  $R^{(s)}$  – амплитудные коэффициенты отражения системы для р- и s- компонент падающего света, а  $j$  – мнимая единица. Они определяются элементами матрицы рассеяния системы  $\hat{S}$ , которая описывает процессы преломления и многократных отражений в многослойных структурах:

$$R^{(p)} = \frac{\hat{S}_{21}^{(p)}}{\hat{S}_{11}^{(p)}}, \quad R^{(s)} = \frac{\hat{S}_{21}^{(s)}}{\hat{S}_{11}^{(s)}}.$$

Представим матрицы рассеяния для р- и s- компонент падающего света в виде:

$$\hat{S}^{(p)} = \hat{A}^{(p)} \cdot \hat{B}^{(p)} \cdot \hat{C}^{(p)}, \quad (2)$$

$$\hat{S}^{(s)} = \hat{A}^{(s)} \cdot \hat{B}^{(s)} \cdot \hat{C}^{(s)}. \quad (3)$$

Здесь, матрица  $\hat{B}$  соответствует слою с искомыми параметрами. В общем случае, этот слой может быть расположен внутри многослойной структуры и отделён от внешней среды слоями, которые описываются матрицами  $\hat{A}$  и  $\hat{C}$ . Матрица  $\hat{A}$  описывает процессы, протекающие в среде и слоях со стороны падающего света, а матрица  $\hat{C}$  – в последующих слоях и подложке. Для р- и s- компонент эти матрицы имеют идентичный вид:

$$\hat{A} = \prod_{i=q+1}^{m-1} \hat{I}_{i,i+1} \cdot \hat{F}_i \quad (4)$$

$$\hat{B} = \hat{I}_q \cdot \hat{F}_q \quad (5)$$

$$\hat{C} = \prod_{i=1}^{q-1} \hat{I}_{i,i+1} \cdot \hat{F}_i \cdot \hat{I}_0, \quad (6)$$

где  $\hat{I}_{i,i+1}$  – матрица отражения на границе  $i$ -того и  $i+1$ -го слоёв,  $\hat{F}_i$  – матрицы набега фазы в  $i$ -том слое. Индексы 0,  $q$ , и  $m$  соответствуют подложке, слою с неизвестными параметрами, и внешней среде соответственно. Независимо от поляризации, матрица  $F_i$  имеет вид:

$$\hat{F}_i = \begin{pmatrix} e^{j\frac{4\pi}{\lambda}d_i N_i \cos\varphi_i} & 0 \\ 0 & e^{-j\frac{4\pi}{\lambda}d_i N_i \cos\varphi_i} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где  $N_i = n_i - j\kappa_i$  – комплексный показатель преломления,  $\varphi_i$  – угол преломления в  $i$ -том слое.

Матрицы  $\hat{I}_{i,i+1}$ , для р- и s- компонентов имеют вид:

$$\hat{I}_{i,i+1}^{(p)} = \frac{\cos\varphi_i}{T_{i,i+1}^{(p)} \cos\varphi_{i+1}} \begin{pmatrix} 1 & -R_{i,i+1}^{(p)} \\ -R_{i,i+1}^{(p)} & 1 \end{pmatrix}, \quad (8)$$

$$\hat{I}_{i,i+1}^{(s)} = \frac{1}{T_{i,i+1}^{(s)}} \begin{pmatrix} 1 & R_{i,i+1}^{(s)} \\ R_{i,i+1}^{(s)} & 1 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

где  $R$  и  $T$  – амплитудные коэффициенты отражения и преломления Френеля на границе раздела двух сред для s- и р- составляющих света.

В соответствии с модифицированного метода Малина-Ведама, введём обозначение

$$e^{-j\frac{4\pi}{\lambda}d_q N_q \cos\varphi_q} = x \quad (10)$$

и представим основное уравнение эллипсометрии (1) в виде:

$$ax^2 + bx + c = 0. \quad (11)$$

Коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$  получим уже из выражений (2) и (3).

Дальнейшее решение полученного уравнения следует производить так же, как описано в [2, с. 127] и [3]:

– для нескольких углов падения производится поиск всех пар значений  $n_q$ ,  $\kappa_q$ , удовлетворяющих определённому критерию отбора;

– отобранные пары значений  $n_q$ ,  $\kappa_q$ , образуют номограммы, пересечениям которых соответствует решение обратной задачи эллипсометрии.

Для метода Малина-Ведама критерий отбора состоит в равенстве нулю мнимой части толщины, выраженной из (10), а для

модифицированного – в равенстве толщин получаемых из мнимой и действительной частей корней (10).

Предложенное обобщение позволяет графически находить параметры одного из слоёв многослойной системы, а также анализировать получаемые номограммы с целью установления единственности найденного решения.

Предлагаемая методика была успешно реализована и апробирована в программной среде MathCAD, на примере нахождения эффективных параметров переходного слоя на границе раздела поликристаллической плёнки состава  $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$  и подложки  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (012). Поиск параметров слоя производился в рамках двухслойной модели исследуемой пленки; при этом параметры наружного слоя принимались известными. Соответствующие номограммы представлены на рис. 1. Обработка номограмм даёт  $n=1,86$ ,  $\kappa=0,1$ ,  $d=170 \text{ \AA}$ , что согласуется с представлениями о формировании LSMO плёнок на подложках создающих большое рассогласование решётки [4].

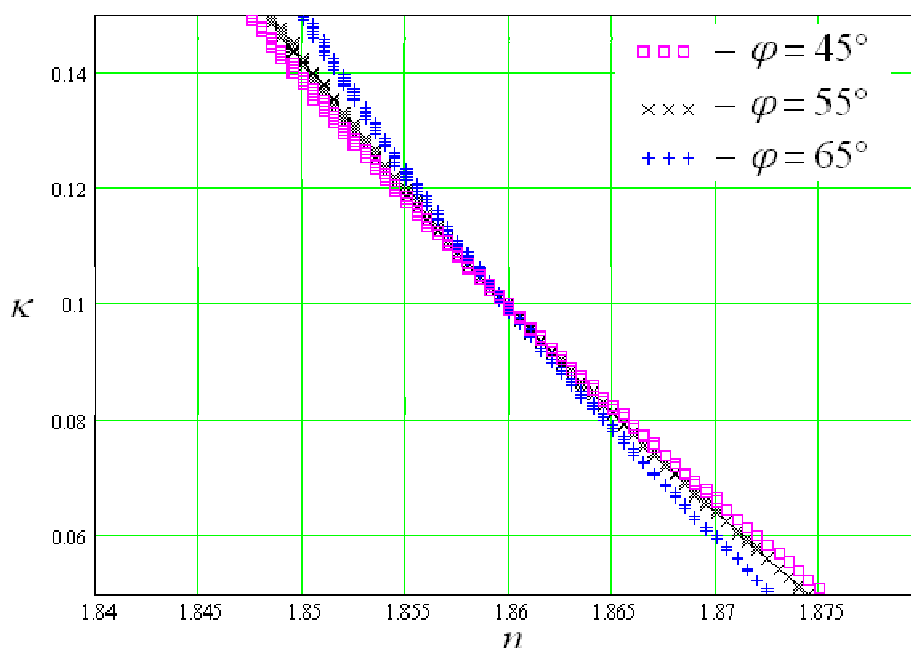


Рис. 1. Номограммы решений основного уравнения эллипсометрии.

## Литература

1. Горшков М. М. Эллипсометрия / М. М. Горшков. – М.: Сов. радио, 1974. – 200 с. 2. Громов В. К. Введение в эллипсометрию: учебное пособие / В. К. Громов – Ленинград: Изд.-во Ленинградского ун.-та, 1986. – 192 с. 3. А. А. Тихий, В. А. Грицких, С. В. Кара-Мурза, Ю. М. Николаенко, И. В. Жихарев. Особенности интерпретации результатов эллипсометрических измерений. Оптика и спектроскопия. Т.112, №2, 2012. – с. 329. 4. S. Y. Yang, W. L. Kuang, Y. Liou, W. S. Tse, S. F. Lee, Y. D. Yao. Growth and characterization of  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  films on various substrates. JMMM. v. 268, 2004. – p. 326.

**Єребакан І. В., Грицьких В. О., Кара-Мурза С. В., Корчикова Н. В., Тихий О. О., Жихарєв І. В. Узагальнення методу Маліна-Ведама та його модифікації для розв'язання оберненої задачі еліпсометрії у випадку багат шарових та сильнопоглинаючих систем**

У цій статті наводиться узагальнення методу Маліна-Ведама та його модифікованої версії для розв'язання оберненої задачі еліпсометрії у випадку багат шарових систем. Запропоноване узагальнення дозволяє графічно знаходити параметри одного з шарів багат шарової системи, а також аналізувати отримані номограми з метою встановлення єдиності знайденого розв'язку. Методика успішно апробована на прикладі знайдення ефективних параметрів неоднорідної LSMO плівки.

**Ключові слова:** еліпсометрія, багат шарові покриття, обернена задача, метод Маліна-Ведама.

**Єребакан И. В., Грицких В. А., Кара-Мурза С. В., Корчикова Н. В., Тихий А. А., Жихарев И. В. Обобщение метода Малина-Ведама и его модификации для решения обратной задачи эллипсометрии в случае многослойных и сильнопоглощающих систем**

В данной статье приводится обобщение метода Малина-Ведама и его модифицированной версии для решения обратной задачи эллипсометрии в случае многослойных систем. Предложенное обобщение позволяет графически находить параметры одного из слоёв многослойной системы, а также анализировать получаемые номограммы с целью установления единственности найденного решения. Методика успешно апробирована на примере нахождения эффективных параметров неоднородной LSMO плёнки.

**Ключевые слова:** эллипсометрия, многослойные покрытия, обратная задача, метод Малина-Ведама.

**Yerebakan I. V., Gritskikh V. A., Kara-Murza S. V.,  
Korchikova N. V., Tikhii A. A., Zhikharev I. V. The Generalization of  
Malin-Vedam Method and its Modifications for Solving the Inverse  
Problem of Ellipsometry in the case of Multilayer and Strongly Absorbing  
Systems**

This article presents generalization of Malin-Vedam method and its modified version for solving the inverse problem of ellipsometry in the case of multilayer systems. The proposed generalization makes it possible to determine the parameters of one of the layers of the multilayer system graphically, as well as analyze the obtained nomograms to ascertain the uniqueness of the found solution. The method is successfully tested by finding of the effective parameters of heterogeneous LSMO film, as example.

**Key words:** ellipsometry, multilayer coats, inverse problem, Malin-Vedam method.

Т. В. Краснякова, Д. В. Никитенко, И. В. Бондарец

**ПРИСОЕДИНЕНИЕ  $\text{CH}_3\text{OH}$  К ТРОЙНОЙ  
 $\text{C} \equiv \text{C}$  СВЯЗИ АЦЕТИЛЕНА НА ПОВЕРХНОСТИ  
МЕХАНОАКТИВИРОВАННОЙ СОЛИ  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$**

Диспергирование твердого вещества в результате пластической деформации приводит к накоплению избыточной энергии и возникновению различного рода дефектов [1]. Релаксация запасенной энергии может протекать по разным каналам, в частности, одним из следствий механической деструкции может быть увеличение реакционной способности твердых тел [2].

Ранее было обнаружено, что поверхность механоактивированных в атмосфере ацетилена или пропилена хлоридных солей платины [3, 4] и палладия [5] проявляет каталитическую активность в реакции гидрогалогенирования ацетилена газообразным галогеноводородом. Механизм реакции включает  $\pi$ -координацию ацетилена к комплексам металла с вакансией в координационной сфере, последующее скорость-определяющее галогенметаллирование под действием молекулы  $\text{HX}$  ( $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$ ) при участии соседнего комплекса металла с образованием  $\sigma$ -винильного производного соответствующего металла и регенерацией комплекса с координационной вакансией. Завершает цикл протодеметаллирование указанного интермедиата с образованием конечного продукта.

Если галоген в молекуле  $\text{HX}$  заменить на метоксигруппу  $\text{X} = \text{OMe}$ , то можно было полагать, что в подобных условиях по аналогичному механизму будет протекать реакция гидрометоксилирования ацетилена, т.е. присоединение к тройной связи молекулы спирта.

Действительно, предварительно механоактивированная в атмосфере ацетилена сухая соль  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$  проявляет активность в реакции присоединения метилового спирта к ацетилену.

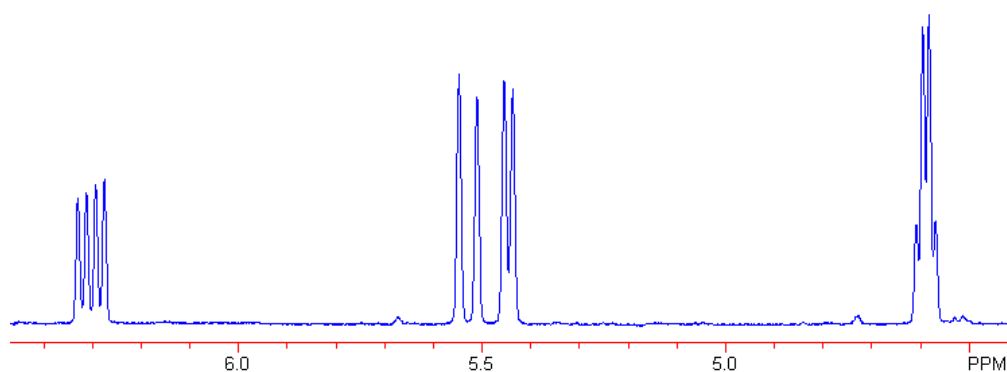


Однако в этом случае реакция не останавливается на образовании метилвинилового эфира: последний быстро присоединяет вторую молекулу спирта с образованием ацетала.



Более того, кроме ожидаемого в этом случае продукта реакции гидрометоксилирования – диметилацетала – образуется побочный продукт – винилхлорид (рис. 1).

Каталитическая реакция протекает при температуре  $50^\circ\text{C}$ . Поглощение ацетилена наблюдается в отсутствие непрерывной механической обработки.



**Рис.1.** Фрагмент ЯМР-спектра продуктов  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OCH}_3)_2$  и  $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$  реакции гидрометоксилирования ацетилена на поверхности механоактивированной соли  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$ .

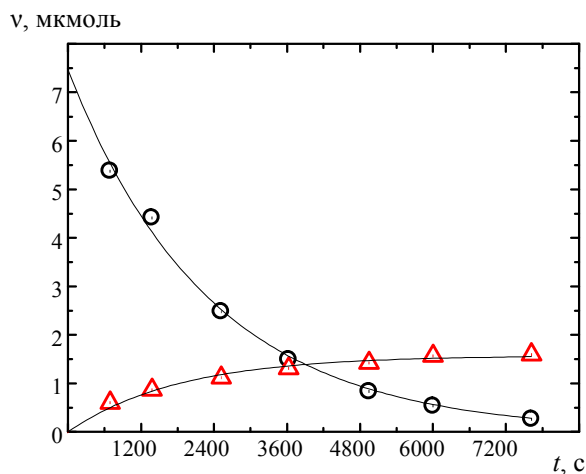
После проведения более 190 каталитических циклов в расчете на палладий, находящийся на поверхности соли, что составляет примерно 2.4 каталитических цикла в расчете на массивный палладий, существенного падения каталитической активности не наблюдалось.

При избытке метилового спирта расходование ацетилена из газовой фазы замкнутого реактора отвечает кинетическому уравнению первого порядка (рис. 2). Наблюдаемая константа скорости расходования ацетилена в приведенных ниже условиях составляет  $(1.7 \pm 0.1) \cdot 10^{-4} \text{ c}^{-1}$ .

Проведение реакции гидрометоксилирования ацетилена в атмосфере дейтерированного метилового спирта показало, что наблюдаемая константа скорости расходования ацетилена в пределах экспериментальной погрешности совпадает с константой, полученной в аналогичных условиях в среде недеийтерированного спирта. Это может указывать на неучастие молекулы спирта в лимитирующей стадии реакции.

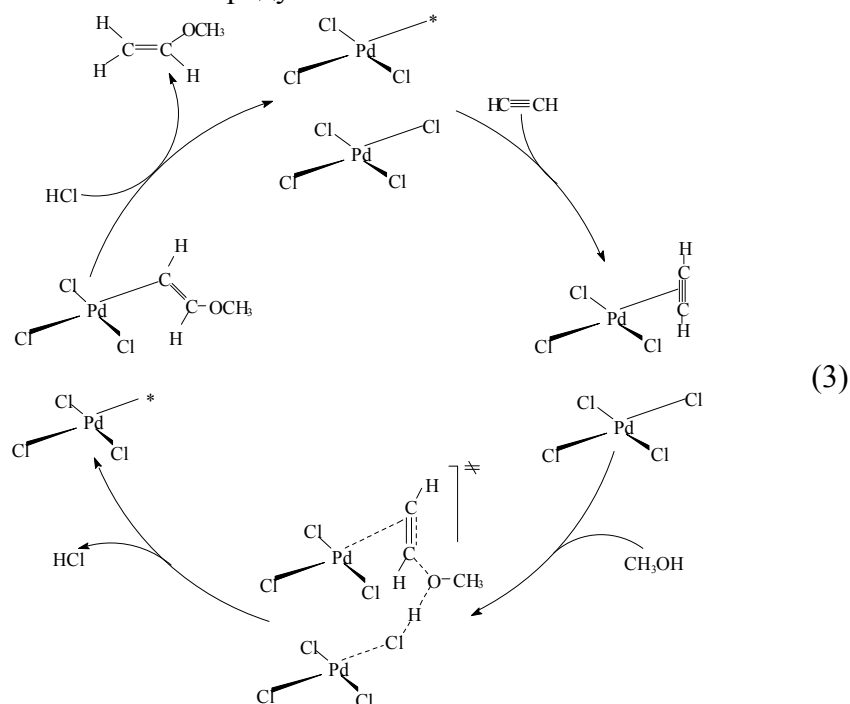
По аналогии с реакцией каталитического гидрохлорирования ацетилена газообразным  $\text{HCl}$  [6], возможный стадийный механизм гидрометоксилирования ацетилена на поверхности механообработанной соли  $\text{K}_2\text{PdCl}_4$  можно представить схемой (3). В реакции принимают участие два соседних поверхностных комплекса палладия(II), расположенных на кристаллографической плоскости (100) [7], один из которых – комплекс с вакансией в координационной сфере  $[\text{PdCl}_3]$ .  $\pi$ -Координация ацетилена к комплексам  $\text{Pd(II)}$  с координационной вакансией и последующее метоксипалладирование  $\pi$ -координированного





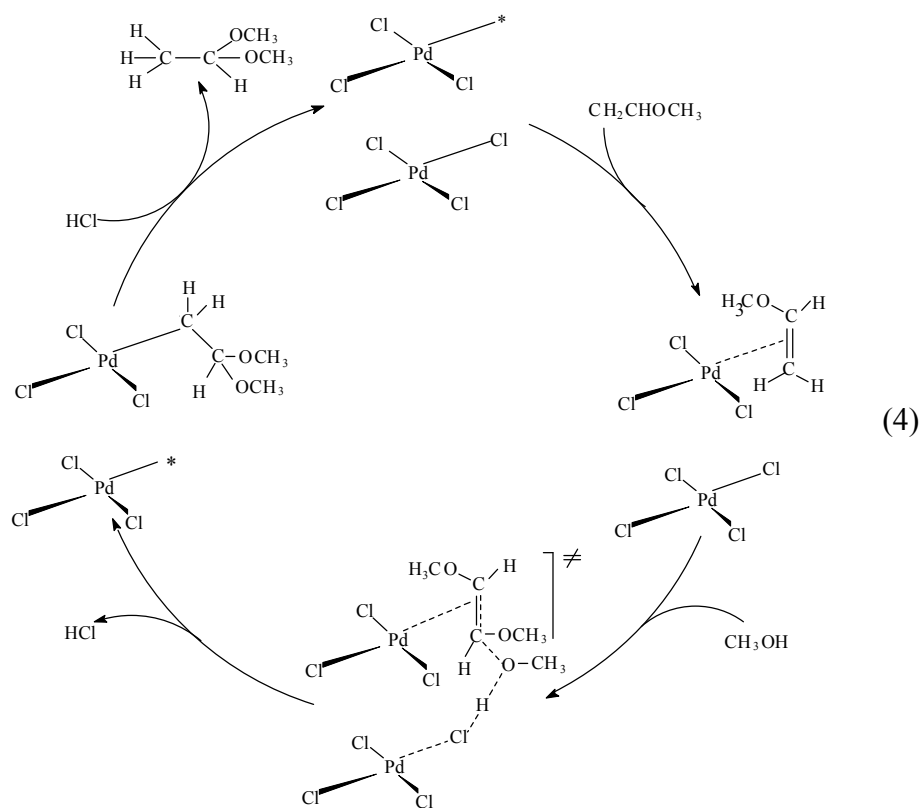
**Рис. 2.** Типичная кинетика расходования ацетилена и накопления винилхлорида в реакции гидрометоксилирования ацетилена на поверхности механоактивированной соли  $K_2PdCl_4$ .

ацетилена под действием молекулы  $CH_3OH$  при участии соседнего комплекса палладия приводит к  $\sigma$ -винильному производному Pd(II) и регенерирует комплекс с координационной вакансией. Протодеметаллирование  $\sigma$ -винильного производного палладия приводит к образованию конечного продукта.



Как было отмечено выше каталитическая реакция гидрометоксилирования ацетилена, протекающая на поверхности механоактивированной в атмосфере ацетилена соли  $K_2PdCl_4$  не

останавливается на стадии образования метилвинилового эфира: двойная C=C связь последнего координируется к комплексу с координационной вакансией и присоединяет еще одну молекулу спирта (схема (4)).



Отметим, что подобная ситуация наблюдалась ранее [5] в случае участия в реакции гидрохлорирования в качестве ненасыщенного углеводорода пропилена вместо ацетилена: диспергированная соль палладия активирует двойную связь C=C связь в пропилене, который количественно гидрохлорируется до изопропилхлорида.

Поскольку указанный механизм предполагает участие молекулы  $\text{CH}_3\text{OH}$  на стадии метоксипалладирования  $\pi$ -координированного ацетилена, а протолиз обычно протекает быстро, можно полагать, что лимитирующей стадией реакции является первая стадия -  $\pi$ -координация ацетилена. Отметим, что в случае реакции газовой гидрохлорирования ацетилена [4] эта стадия была быстрой и очевидной причиной ее замедления в случае участия в реакции молекулы  $\text{CH}_3\text{OH}$  является возможность спирта координироваться к активному центру – комплексу палладия с координационной вакансией, что приводит к конкуренции молекул спирта и ацетилена. Для гидрохлорирования ацетилена полярная молекула хлористого водорода связывалась

поверхность катализатора вблизи активного центра электростатическими силами.

В ходе реакции гидрометоксилирования ацетилена как побочный продукт выделяется винилхлорид. Это может быть следствием того, что в процессе присоединения молекулы спирта к тройной  $C \equiv C$  связи ацетилена на стадии метоксипалладирования  $\pi$ -координированного ацетилена выделяется молекула  $HCl$ , которая может принимать участие как в следующей стадии реакции гидрометоксилирования ацетилена, так и приводить к хлорпалладированию  $\pi$ -координированного ацетилена. В результате последнего процесса на поверхности механоактивированной соли  $K_2PdCl_4$  должны образовываться метоксикомплексы палладия(II). Подобные комплексы могут вносить искажения в кристаллическую структуру соли. Это должно проявляться в дифракционной картине либо в виде уширения рентгеновских рефлексов механоактивированной соли, либо в их смещении в сторону меньших углов, что отвечает увеличению параметров решетки. Однако вышеперечисленные изменения в рентгенограмме катализатора после проведения реакции гидрометоксилирования ацетилена не были обнаружены. Объяснением такого результата может быть участие в каталитической реакции одного монослоя (или нескольких приповерхностных слоев) катализатора или малая глубина реакции образования винилхлорида.

#### ***Методика эксперимента***

Ацетилен получали методом [8], соль  $K_2PdCl_4$  – по стандартной методике [9] и высушивали в сушильном шкафу при температуре 120-140 °С в течение 3 сут. Навески соли массой 0.25 г подвергали предварительной механической обработке в атмосфере воздуха, ацетилена или пропилена в течение 1 ч. Механообработку образцов  $K_2PdCl_4$  осуществляли в стеклянном виброреакторе объемом 13.7 мл, содержащем стеклянные мелющие тела, при помощи микровибромельницы MMVE-0.005, рабочая частота и амплитуда которой 50 Гц и 5.5 мм соответственно, что отвечает удельной энергонапряженности ~15 Вт/кг.

После предварительной механообработки соли реактор продували аргоном. Затем реактор герметизировали и через резиновую уплотняющую прокладку вводили необходимое количество  $CH_3OH$  (х.ч.) при помощи микрошприца, ацетилен и этан (метан) в качестве внутреннего стандарта. Реактор, содержащий катализатор и газовую смесь, помещали в термостат. Пробы газовой фазы замкнутого реактора отбирали через определенные промежутки времени шприцем-дозатором фиксированного объема 0.121 мл, не нарушая герметичности реактора, и анализировали при помощи газожидкостного хроматографа.

Расходование ацетилена и накопление винилхлорида контролировали методом ГЖХ с использованием хроматографа ЛХМ-8-МД с пламенно-ионизационным детектором и набивной колонкой,

заполненной Силахромом С 120. Сбор и обработка данных осуществлялись системой МультиХром фирмы Амперсенд.

Относительную концентрацию ацетилена и винилхлорида определяли по отношению площадей соответствующих хроматографических пиков и этана. Количество вещества рассчитывали с использованием калибровочных зависимостей для ацетилена. Калибровку хроматографа проводили путем введения в пустой реактор известного количества  $C_2H_2$ , после чего состав газовой фазы подвергался хроматографическому анализу. Количество выделившегося винилхлорида оценивали с учетом различия в 1.26 раза чувствительности детектора ионизации пламени хроматографа к  $C_2H_2$  и  $C_2H_3Cl$ .

Независимо выход продуктов реакции определяли ЯМР-спектрометрически. Для этого после проведения реакции гидрометоксилирования ацетилена в реактор вводили 1 мл дейтерированного хлороформа, в полученную взвесь добавляли 1 мкл ГМДС в качестве внутреннего стандарта. Содержимое реактора извлекали в пробирку и центрифугировали, фугат отбирали пипеткой фиксированного объема и помещали в ЯМР-ампулу. ЯМР-спектры продуктов реакции гидрометоксилирования ацетилена  $H_3C-CH(OCH_3)_2$  и  $H_2C=CHCl$  регистрировали на приборе «AVANCE-II-400» фирмы «Bruker BioSpin GmbH» с рабочей частотой 400 МГц, программное обеспечение к которому позволяло проводить интегрирование сигнала.

Для определения кинетического изотопного эффекта реакцию проводили в присутствии MeOD (х.ч., коммерческий реактив фирмы Merck) на предварительно обработанном в течение 1 часа в атмосфере ацетилена катализаторе. Затем содержимое газовой фазы экстрагировали дейтерохлороформом с ГМДС в качестве внутреннего стандарта, центрифугировали и помещали в ЯМР-ампулу, как это описано ранее.

## Литература

1. **Болдырев В. В.** Экспериментальные методы в механохимии твёрдых неорганических веществ. – Новосибирск: Наука, 1983.
2. **Митченко С.А.** Механохимия в гетерогенном катализе / С.А. Митченко // Теорет. и эксперим. химия. – 2007. – Т. 43, № 4. – С. 199 – 214.
3. **Митченко Р. С.** Механизм каталитического действия механоактивированной соли  $K_2PtCl_4$  в реакции газофазного гидрохлорирования ацетилена / Р. С. Митченко, А. А. Шубин, Т. В. Краснякова // Теорет. и эксперим. химия. – 2006. – Т. 42, № 5. – С. 306 - 311.
4. **Acetylene catalytic hydrochlorination over powder catalyst prepared by premilling of  $K_2PtCl_4$  salt** / S. A. Mitchenko, T. V. Krasnyakova, R. S. Mitchenko, A. N. Korduban // J. Mol. Catal. A: Chemical. – 2007. – V. 275. – P. 101 – 108.
5. **Митченко С.А.** Каталитическое гидрохлорирование ацетилена на подвергнутом механохимической активации  $K_2PdCl_4$  / С. А. Митченко, Т. В. Краснякова, И. В. Жихарев // Теорет. и эксперим. химия – 2008. – Т.44, № 5. – С. 306 – 309.

6. **T. V. Krasnyakova**, I. V. Zhikharev, R. S. Mitchenko, V. I. Burkhovetski, A. M. Korduban, T. V. Kryshchuk, S. A. Mitchenko Acetylene catalytic hydrochlorination over mechanically pre-activated  $K_2PdCl_4$  salt: A study of the reaction mechanisms // Journal of Catalysis. –2012. – V. 288. – P. 33 – 43.
7. **JCPDS**: International Centre for Diffraction Data, No.9 – 367.
8. **Рапопорт Ф. М.**, Ильинская А. А. Лабораторные методы получения чистых газов. М.: Госхимиздат, 1963. – С. 362.
9. **Синтез** комплексных соединений металлов платиновой группы. Справочник / Под ред. Черняева И. Н. М.: Наука, 1964. – С.239.

**Краснякова Т. В., Никитенко Д. В., Бондарец І. В.**  
**Приєднання  $CH_3OH$  до потрійного зв'язку  $C \equiv C$  ацетилену на поверхні механоактивованої солі  $K_2PdCl_4$**

Механічна обробка металокомплексної солі  $K_2PdCl_4$  призводить до формування каталізатора парофазного гідрометоксилювання ацетилену. Реакція протікає при температурі  $50\text{ }^\circ\text{C}$  у відсутність безперервної механічної обробки. Продуктами реакції є диметилацеталь і вінілхлорид. Запропоновано можливий стадійний механізм реакції гідрометоксилювання.

**Ключові слова:** механоактивація, гідрометоксилювання ацетилену, гетерогенний каталізатор, активні центри.

**Краснякова Т. В., Никитенко Д. В., Бондарец И. В.**  
**Присоединение  $CH_3OH$  к тройной  $C \equiv C$  связи ацетилена на поверхности механоактивированной соли  $K_2PdCl_4$**

Механическая обработка металлокомплексной соли  $K_2PdCl_4$  приводит к формированию каталізатора парофазного гидрометоксилювання ацетилену. Реакция протекает при температуре  $50\text{ }^\circ\text{C}$  в отсутствие непрерывной механической обработки. Продуктами реакции являются диметилацеталь и винилхлорид. Предложен возможный стадийный механизм реакции гидрометоксилювання.

**Ключевые слова:** механоактивация, гидрометоксилювание ацетилену, гетерогенный каталізатор, активные центри.

**Krasnyakova T. V., Nikitenko D. V., Bondarets I. V. Joining  $CH_3OH$  to the Triple Bond  $C \equiv C$  Acetylene on the Surface of Mechanically Activated Salt  $K_2PdCl_4$**

Machining of metal-salt  $K_2PdCl_4$  leads to the formation of vapor-phase catalyst hidrometoksylyuvannya acetylene. The reaction proceeds at a temperature of  $50\text{ }^\circ\text{C}$  in the absence of continuous machining. The reaction product is dimetilatsetal and vinyl chloride. A possible reaction mechanism phasic hidrometoksylyuvannya.

**Key words:** mechanical activation hidrometoksylyuvannya acetylene, heterogeneous catalyst active centers.

**П. С. Кушавіна, О. М. Харченко**

## **ВИКОРИСТАННЯ НІТ У ШКІЛЬНОМУ ЛАБОРАТОРНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ**

Фізика – наука експериментальна, тому процес пізнання її основ учнями неможливе без використання навчального, спеціально розробленого для цієї мети, шкільного фізичного експерименту (ШФЕ).

Традиційний експеримент у шкільному курсі фізики – це, як правило, відображення наукового методу дослідження, що властивий дослідженню того чи іншого явища, процесу у фізиці. Постановка дослідів і спостережень має визначальне значення для ознайомлення учнів із сутністю експериментального методу, з його роллю в наукових дослідженнях з фізики, а також для озброєння школярів деякими практичними навичками. Вивчення явищ на основі фізичного експерименту сприяє формуванню наукового світогляду учнів, більш глибокому засвоєнню фізичних законів, підвищує інтерес школярів до вивчення предмета [1, с. 3].

Але сьогодні проблема неуккомплектованості та старіння устаткування фізичних кабінетів призводить до того, що багатьом учителям фізики доводиться відмовлятися від експериментального методу навчання. Аналіз робіт С.П. Величка, М.І. Жалдака, Ю.О. Жука, Є.В. Коршака, В.В. Мендерецького, А.Н. Петриці та ін. дозволяє зробити висновок, що рішення проблеми матеріально-технічного оснащення кабінетів фізики можна вирішити за рахунок впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, які дозволяють імітувати фізичні явища, доповнити і замінити традиційне виконання всіх видів ШФЕ.

Спеціальні педагогічні дослідження, а також практика використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті переконують, що ІКТ позитивно впливають на результат навчального процесу, зокрема, на вивчення предметів природничого циклу. Це підтверджується появою в Україні навчальних посібників нового покоління, в яких докладно висвітлюються методики використання ІКТ у навчальному процесі, зокрема й для проведення навчального фізичного експерименту в школі.

В ХХІ столітті фізичні кабінети почали оновлювати, впроваджуючи обладнання харківського виробництва універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад «Фізика».

Універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад використовується в навчальному процесі природничих і технічних дисциплін для вимірювання фізичних величин, створення «мультимедійних проектів» – електронних засобів навчання на основі даних вимірювань та

відеозаписи. Вимірювальний прилад призначений для роботи з аналоговими та цифровими вимірювальними датчиками, а так само джерелами цифрових і аналогових відеосигналів [2].

Наведемо приклад використання такого новітнього обладнання при виконанні лабораторної роботи «Дослідження електричних кіл», яка передбачена програмою з фізики для загальноосвітніх закладів. Зазначимо, що дана робота потребує обробки результатів за допомогою новітніх засобів експериментування, а саме: виведення результатів експерименту на екран ПК, побудова графіків.

### Дослідження електричних кіл

**Мета:** дослідження залежностей корисної і повної потужності та коефіцієнта корисної дії (ККД) від сили струму в колі.

**Обладнання:** джерело постійного струму у вигляді батареї акумуляторів, датчик-вольтметр, датчик-амперметр, реостат, два ключі, провідники.

### Теоретичні відомості

Будь-яке джерело постійного струму характеризується ЕРС  $\varepsilon$ , яку можна обчислити, під'єднавши до клем джерела струму вольтметр, та внутрішнім опором  $r$ . Повна потужність, що виділяється в колі, складається з потужностей, що виділяються у зовнішній та внутрішній частинах кола:

$$P = I^2 R \quad (1)$$

або

$$P = I^2 (R + r). \quad (2)$$

Оскільки за законом Ома для повного кола  $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ , ця потужність розвивається за рахунок сторонніх сил (зокрема, для акумулятора, за рахунок хімічних реакцій).

Потужність, що розвивається у зовнішньому колі

$$P_{кор} = UI = I^2 R, \quad (3)$$

де  $P_{кор}$  – корисна потужність.

Відношення корисної потужності до повної називають коефіцієнтом корисної дії (ККД)  $\eta$ :

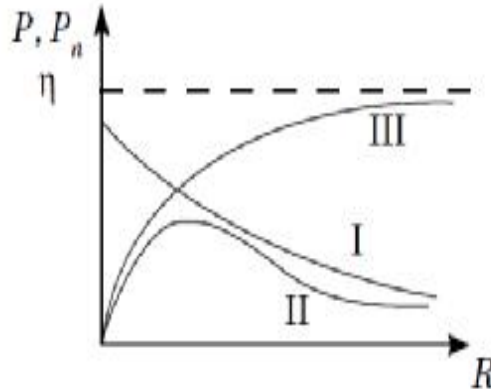
$$\eta = \frac{P_{кор}}{P}. \quad (4)$$

Формулу (4) можна представити як

$$\eta = \frac{U}{\varepsilon}. \quad (5)$$

Використовуючи співвідношення (2) – (5), можна показати що

$$P = \varepsilon^2 \frac{1}{R+r}, \quad P_{кор} = \varepsilon^2 \frac{R}{(R+r)^2}, \quad \eta = \frac{R}{R+r}. \quad (6)$$



**Рис.1.** Повна  $P$  й корисна  $P_{кор}$  потужності, та ККД  $\eta$  в залежності від зовнішнього опору.

Проаналізуємо залежності від зовнішнього опору повної потужності  $P(R)$ , корисної потужності  $P_{кор}(R)$  та ККД  $\eta(R)$ . Із формул (6) видно, що повна потужність, що розвивається джерелом струму, досягає максимуму в режимі короткого замикання, тобто при  $R = 0$ . У цьому випадку вся теплова потужність виділяється всередині джерела струму на його внутрішньому опорі. За збільшенням зовнішнього опору повна потужність зменшується, асимптотично наближуючись до нульового значення (крива I, рис. 1).

Корисна потужність змінюється залежно від зовнішнього опору більш складним чином. Дійсно,  $P_{кор} = 0$  при крайніх значеннях зовнішнього опору при  $R = 0$  та  $R \rightarrow \infty$  (розімкнене зовнішнє коло).

Таким чином, максимум корисної потужності має припадати на проміжні значення зовнішнього опору (крива II, рис. 1). Величину зовнішнього опору, що відповідає максимуму корисної потужності, можна знайти, використовуючи метод диференціального обчислення. Можна показати, що максимум корисної потужності відповідає  $R=r$ , тобто рівності зовнішнього та внутрішнього опорів.

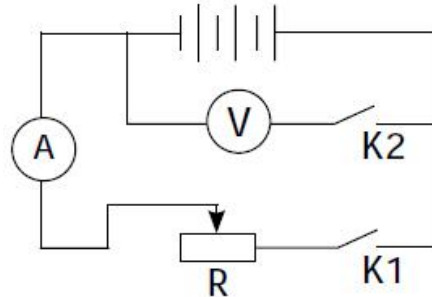
Із формул (6) для визначення ККД видно, що при  $R=0$  –  $\eta=0$ , а при збільшенні  $R$  –  $\eta$  збільшується, наближаючись до одиниці при  $R \gg r$  (крива III, рис.1).

### Виконання роботи

1. Знайдіть на робочому столі та натисніть іконку «ITMLab».
2. Зберіть електричне коло за схемою (рис. 2).



3. Перейдіть до вікна «Новий експеримент». Підключить роз'єм датчика до вибраного входу електронного блоку (амперметр, вольтметр). Вибрати режим «Проведення».



**Рис.2.** Схема електричного кола.

4. Залишивши ключ 1 розімкнутим, замкніть ключ 2. Показання датчика вольтметра можна приблизно вважати рівним ЕРС  $\varepsilon$  джерела струму.

5. Уведіть увесь опір R та замкніть ключ 1. Збільшуючи поступово силу струму за допомогою опору R, доведіть її до максимального значення. Результати роботи фіксуються на екрані ПК у вигляді графіків залежностей  $I(t)$ ,  $U(t)$  (рис. 3).

6. Обчисліть для кожного значення часу  $P$ ,  $P_{\text{кор}}$ ,  $\eta$ .

7. Побудуйте на одних і тих самих осях графіки залежностей  $P(I)$ ,  $P_{\text{кор}}(I)$ ,  $\eta(I)$ .

8. Зробіть висновки.

#### **Контрольні питання та завдання**

1. За якої умови ККД джерела струму досягається максимального значення?

2. Чому завжди  $\text{ККД} < 1$ ?

3. Виведіть формули залежностей  $P(I)$ ,  $P_{\text{кор}}(I)$ ,  $\eta(I)$ .

Сучасне інформаційно-комунікаційне обладнання універсальний комп'ютерний вимірювальний прилад «Фізика» дає можливість безпосередньо вивчати реальні об'єкти, процеси, формувати та удосконалювати експериментальні уміння та навички та здібності до

самостійної творчої роботи школярів. Дане обладнання може використовуватись в навчально-виховному процесі для вирішення проблеми матеріального забезпечення кабінетів фізики.

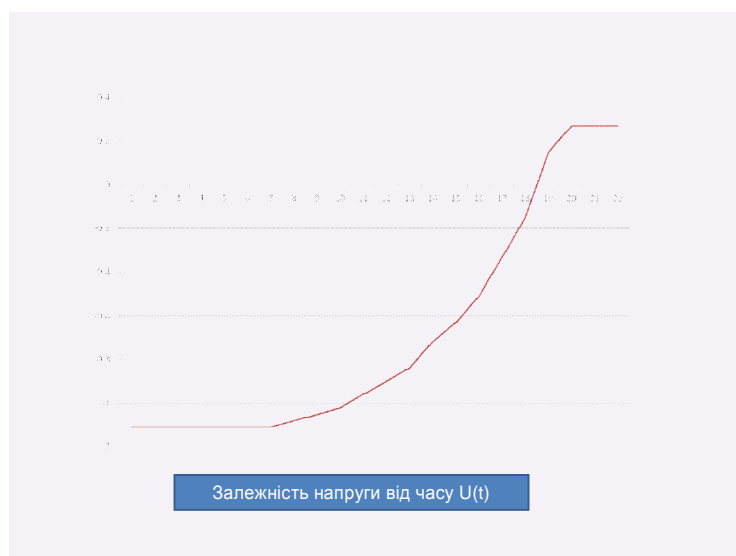
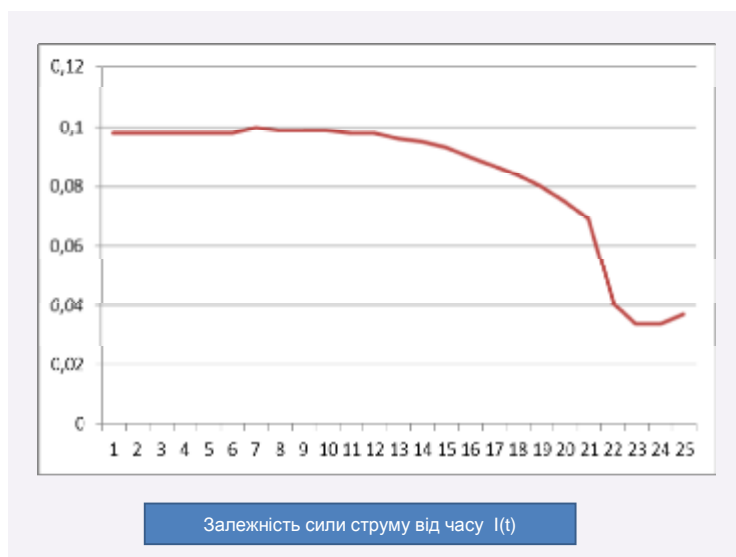


Рис.3. Отримані експериментальні залежності.

### Література

1. Слюсаренко В. В., Садовий М. І. Методичне забезпечення виконання лабораторних робіт з механіки із новітнім обладнанням «РНУВЕ». – Кіровоград : ТОВ «САБОНІТ», 2013. – 78 с. 2. Технічний паспорт. Універсальний вимірвальний прилад (Електронний блок) «Фізика»

(базовий)/Ю. В.Литвинов–Х. : 2010. – 12с.

**Кушавіна П. С., Харченко О. М. Використання НІТ у шкільному лабораторному експерименті**

У статті пропонується рішення проблеми оснащення шкільних кабінетів фізики за рахунок використання новітніх інформаційних технологій. Наведено приклад використання сучасного інформаційно-комунікаційного обладнання при проведенні лабораторної роботи «Дослідження електричних кіл».

**Ключові слова:** шкільний фізичний експеримент, сучасні інформаційно-комунікаційні технології, лабораторні роботи.

**Кушавина П. С., Харченко О. М. Использование НИТ в школьном лабораторном эксперименте**

В статье предлагается решение проблемы оснащения школьных кабинетов физики за счет использования новейших информационных технологий. Приведен пример использования современного информационно-коммуникационного оборудования при проведении лабораторной работы «Исследование электрических цепей».

**Ключевые слова:** школьный физический эксперимент, современные информационно-коммуникационные технологии, лабораторные работы.

**Kushavina P. S, Kharchenko O. M. Using BAT in a School Laboratory Experiment**

The article offers the solution of the problem for equipping school physics classrooms by using advanced information technologies. There is an example of the modern information and communication equipment use during the laboratory work "Study of electrical circuits.

**Key words:** school physics experiment, modern information and communication technologies, laboratory works.

**Ю. В. Тихтелев, Н. А. Радкевич, В. В. Свиридов**

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ СПЕКТРА И ЕГО ОБРАБОТКА**

Проблемы спектрального анализа, связанные с необходимостью получения полноты информации и регистрации слабых световых потоков, ранее решались с помощью аналоговых фотоприемников и медленных методов обработки экспериментальных данных [1]. С появлением эффективных цифровых систем появилась возможность совершенствования и оптимизации условий фотометрирования [2].

Актуальность распространения цифровых систем предопределяет применение матрицы цифровой камеры как многоканального аналогово-цифрового преобразователя для получения цифровых изображений спектров вещества и быстрой их математической обработки [3].

Анализ последних исследований и публикаций показывает существенность наличия результатов спектрального анализа микропроб. Спектральный анализ микропроб актуален в химии, материаловедении, товароведении, криминалистике, физике [4].

Целью настоящей работы является решение задачи о совершенствовании микроспектрофлуориметра и реализации оригинальных программных решений для расчетов результатов спектрального анализа.

В спектрографах оптические спектры фиксируются на фотослое. Полученные фотографии подвергают проявлению и закреплению. Обработка (аналогово-цифровое преобразование) проводится на микрофотометрах. Подбор параметров фоточувствительного слоя представляет собой отдельную и достаточно сложную операцию. Микрофотометрирование ограничено разрешением оптических элементов аналогового микрофотометра. В работе указанные этапы заменены применением матрицы цифровой камеры. В этом случае спектральный прибор обогащается системой многоканального аналогово-цифрового преобразователя, который полностью исключает необходимость подбора параметров фотослоя и использование микрофотометра.

Полезный сигнал регистрируется в виде цифрового изображения, которое поддается пикселизации и математической обработке. Такая математическая обработка программно предусмотрена в пакете MathCad.

В пакете MathCad нами запрограммирован алгоритм, по которому производится расчет спектра излучения начиная с анализа закона Планка для разных температур [1, с. 86-89]. В работе этот анализ проведен так, что компьютер в зависимости от введенной температуры

```

спектральная_плотность_АЧП(λ, T) :=
    1021
    π · λ5 · (
        14388 · 107
        λ · T
    )

положение_максимума_спектра_АЧП(T) :=
    дифференциал(спектральная_плотность_АЧП(λ, T), λ) solve → 2.8778e8 / T

спектр_АЧП(T) :=
    спектр_0 ← T
    спектр_1 ← положение_максимума_спектра_АЧП(T)
    спектр_2 ← спектральная_плотность_АЧП(спектр_1, T)
    спектр

температура_спектра_АЧП(спектр_АЧП) := спектр_АЧП_0

длина_волны_максимума_спектра_АЧП(спектр_АЧП) := спектр_АЧП_1

спектральная_плотность_максимума_спектра_АЧП(спектр_АЧП) := спектр_АЧП_2

интегральность_АЧП(спектр_АЧП, длина_волны) :=
    спектральная_плотность_АЧП(длина_волны, температура_спектра_АЧП(спектр_АЧП))
    / спектральная_плотность_максимума_спектра_АЧП(спектр_АЧП)

Тестирование численного примера
спектр_АЧП := спектр_АЧП(2856)

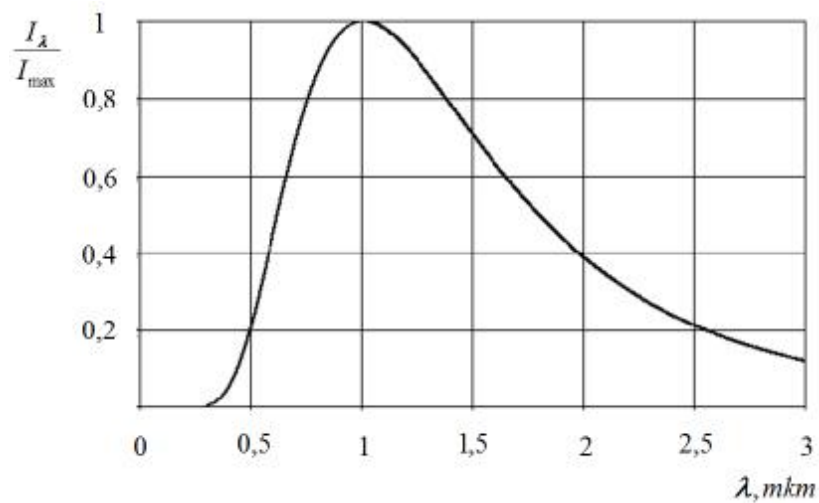
```

Здесь ввести температуру вольфрамовой нити эталонной лампы

**Рис.1.** Фрагмент окна MathCad с расчетом по закону Планка излучения абсолютно черного тела.

выдает кривую нормированного на единицу спектра излучения абсолютно черного тела (см. рис. 1).

На рис. 2 показан вычисленный спектр излучения абсолютно черного тела для температуры  $T = 2856$  К. Это важно для проверки алгоритма, т.к. при этой температуре максимум спектра должен быть на длине волны  $\lambda = 1$  мкм.



**Рис.2.** Вычисленный спектр излучения абсолютно черного тела для температуры  $T=2856$  К



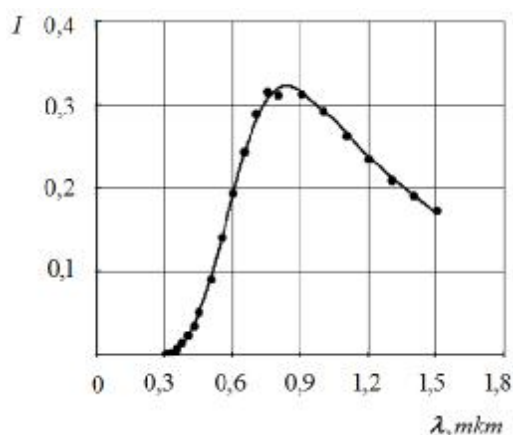
**Рис.3.** Экспериментальное цифровое изображение излучения вольфрамовой спектральной лампы.

Абсолютно черное тело является научной абстракцией, а моделью идеального излучателя служит первичный эталон или вторичный эталон, например, излучение вольфрама. На рис. 3 показано цифровое изображение спектра излучения вольфрамовой спектральной лампы, а на рисунке 4 – зависимость интенсивности от длины волны в излучении этой лампы.

Спектр, изображенный на рис. 4, получен с учетом коэффициента серости вольфрама и с учетом всех искажений, которые характерны для данного прибора в комплекте с данной цифровой матрицей. Это важно для учета аппаратной функции.

На рис. 5 приведен фрагмент окна MathCad с расчетом всех искажений.

В качестве диспергирующего устройства в микроспектрофлуориметре использована голографическая дифракционная решетка. Т.к. полезный сигнал имеет вид цифрового изображения, то изначально на выходе получена зависимость коэффициента серости от номера пикселя. Для градуировки необходимо получить зависимость нормированной на единицу интенсивности излучения от длины волны, в связи с чем получены ряд цифровых изображений спектров газов. На рис. 6 показаны экспериментальные спектры излучения водорода в серии Бальмера, гелия и неона.



**Рис.4.** Экспериментальная зависимость интенсивности от длины волны в излучении вольфрамовой спектральной лампы.

```

k0 := корректировочные_коэффициенты_СИП_35_10

i := 0..last(experiment_data<1>)

experiment_data_{i,2} :=  $\frac{\text{experiment\_data}_{i,2}}{\text{интенсивность\_спектра}(k0, \text{experiment\_data}_{i,1})}$ 

experiment_data<2> :=  $\frac{\text{experiment\_data}<2>}{\max(\text{experiment\_data}<2>)}$ 

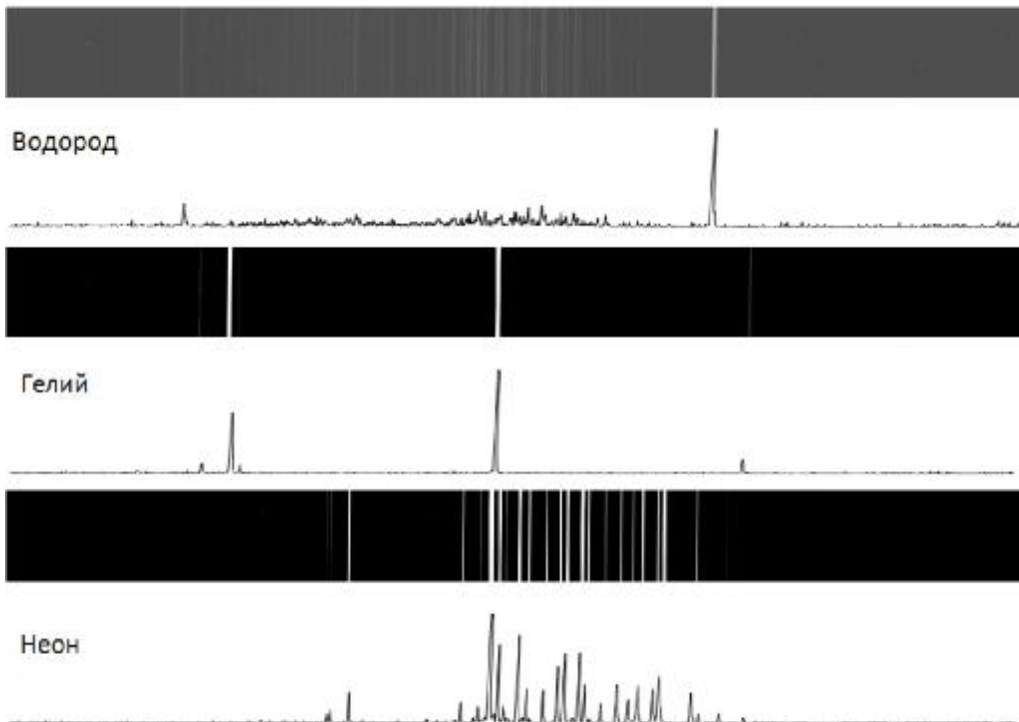
ex := experiment_data

λ := массив_длин_волн_спектра(k0)

I(λ) := интенсивность_спектра(k0, λ)

```

**Рис.5.** Фрагмент окна MathCad с расчетом всех искажений, присущих экспериментальной установке.



**Рис.6.** Экспериментальные спектры излучения водорода в серии Бальмера, гелия и неона.



**Рис.7.** Экспериментальное цифровое изображение спектра излучения вещества, которое используется для подсветки циферблата часов.

Т.о., имея вид регрессии, учет коэффициента серости и учет аппаратных искажений, можно анализировать цифровое изображение излучения образца.

На рис. 7 показано цифровое изображение спектра излучения вещества используемого в часовой промышленности для подсветки циферблатов. Такое излучение классифицируется как люминесценция и подлежит исследованию. Для возбуждения люминесценции применено излучение полупроводникового лазера [5]. Это излучение зафиксировано в коротковолновой области (см. рис. 7).

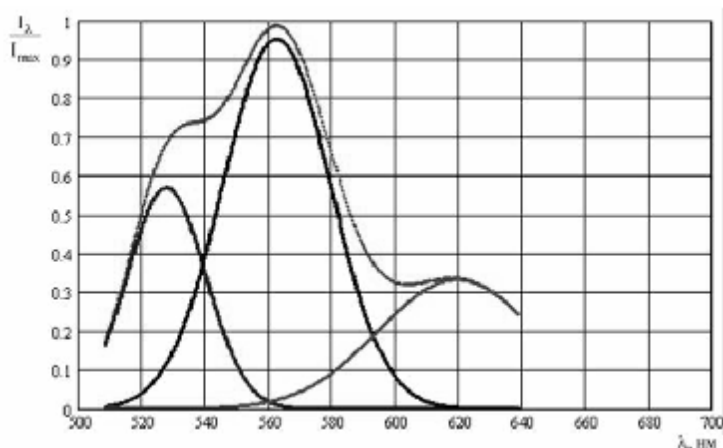
Алгоритм компьютерной обработки построен так, что экспериментальное цифровое изображение спектра образца переводится в общепринятую зависимость интенсивности излучения от длины волны (см. рис. 8).

Зависимость интенсивности излучения от длины волны представлена гауссианами. Для получения количественной характеристики требуется три параметра для каждого гауссиана: 1) интегральная относительная интенсивность; 2) длина волны максимума; 3) полуширина гауссиана.

В экспериментально полученном спектре образца однозначно определяются три гауссиана со следующими параметрами: коротковолновой гауссиан – интегральная относительная интенсивность  $17,636 \text{ ed}^2$ ; длина волны максимума  $\lambda_{\text{max}} = 527,6 \text{ нм}$ ; полуширина гауссиана  $12,4 \text{ нм}$ ; средневолновой гауссиан – интегральная относительная интенсивность  $40,543 \text{ ed}^2$ ; длина волны максимума  $\lambda_{\text{max}} = 562,4 \text{ нм}$ , полуширина гауссиана –  $16,9 \text{ нм}$ ; длинноволновой гауссиан – интегральная относительная интенсивность  $20,631 \text{ ed}^2$ ; длина волны максимума  $\lambda_{\text{max}} = 619,4 \text{ нм}$ , полуширина гауссиана –  $24,7 \text{ нм}$ .

Т. о., в работе поставлена и решена задача о совершенствовании микроспектрофлуориметра и реализовано оригинальное программное решение расчетов оптических спектров. При этом:





**Рис.8.** Экспериментальная зависимость спектра излучения кристаллофосфора часовой промышленности.

- определены условия получения цифровых изображений спектров, которые позволяют получать воспроизводимые результаты. Аппаратное решение протестировано на излучателях в виде вольфрамовой, водородной, гелиевой, неоновой спектральных ламп;

- разработан готовый к использованию алгоритм обработки цифровых изображений спектров. Алгоритм протестирован при обработке спектра серийного кристаллофосфора.

Функциональные зависимости и числовые результаты указаны в тексте работы.

С совершенствованием цифровых систем результаты нашего исследования станут более полными, а их обработка будет происходить еще быстрее.

Дальнейшее совершенствование в этом направлении связано только с появлением более совершенных цифровых систем.

### Литература

1. Гуревич М. М. Фотометрия (теория, методы и приборы). – 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Ярославский Л. П. Введение в цифровую обработку изображений. – М.: Сов. радио, 1979.
3. Сокольский М. Н. Допуски и качество оптического изображения. — Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1989.
4. Белобелецкая М. В., Стеблевская Н. И., Медков М. А. Люминофоры красного и зеленого свечения на основе оксидов, оксисульфидов и фосфатов РЗЭ. // Вестник ДВО РАН, № 5, 2013.
5. Зихла Ф. ЖКИ, светоизлучающие и лазерные диоды: схемы и готовые решения: Пер. с нем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

**Техтельов Ю. В., Радкевич Н. О., Свірідов В. В. Отримання цифрового зображення спектра та його обробка**

У цій статті показані методи фотометрування у спектральному аналізі. Описані основні проблеми фотометрування та способи їх рішення за допомогою сучасних цифрових систем. Обґрунтоване застосування цифрової матриці у приладі та розроблений готовий до використання алгоритм отримання і подальшої математичної обробки цифрового зображення спектра зразка.

**Ключові слова:** оптичний спектр, цифрові системи, фотометрування, мікроспектрофлуориметр.

**Техтелев Ю. В., Радкевич Н. А., Свиридов В. В. Получение цифрового изображения спектра и его обработка**

В данной статье показаны методы фотометрирования в спектральном анализе. Описаны основные проблемы фотометрирования и способ их решения с помощью современных цифровых систем. Обосновано использование цифровой матрицы в приборе и разработан готовый к использованию алгоритм для получения и дальнейшей математической обработки цифрового изображения спектра образца.

**Ключевые слова:** оптический спектр, цифровые системы, фотометрирование, микроспектрофлуориметр.

**Tekhtelev Y. V., Radkevich N. A., Sviridov V. V. Obtaining a Digital Image of a Spectrum and its Processing**

The methods of photometry in the spectral analysis are shown in this paper. Basic problems of photometry and the method of solving them with the help of modern digital systems are described. The use of digital matrix in the device is substantiated and a ready-for-use algorithm for obtaining and further mathematical processing of digital images of the specimen spectrum was developed.

**Key words:** optical spectrum, digital systems, photometry, microspectrofluorimeter.

**М. Ф. Фараджова**

## **СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ШКІЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

Загально відомо, що викладення курсу фізики в загальноосвітній школі повинно спиратися на експеримент. Це зумовлено тим, що основні етапи формування фізичних понять – спостереження явища, становлення його зв'язків з іншими, введення величин, що його характеризують, – не може бути ефективним без застосування фізичних дослідів. Демонстрація дослідів на уроках, показ деяких із них за допомогою кіно і телебачення, виконання лабораторних робіт учням складають основу експериментального методу навчання фізиці в школі.

Навчальний експеримент – це відтворення за допомогою спеціальних приладів фізичного явища на уроці в умовах найбільш зручних для його вивчення. Тому він служить одночасно джерелом знань, методом навчання й видом наочності. Являючись засобом пізнавальної інформації, навчальний експеримент одночасно є і головним засобом наочності при вивченні фізики, він дозволяє найбільш успішно і ефективно формувати в учнів конкретні образи, які адекватно відображаються в їх свідомості, фізичні явища, процеси і закони, які їх поєднують.

Історико-генезисне вивчення проблеми становлення і вдосконалення навчального фізичного експерименту та аналіз науково-методичних досліджень О. І. Бугайова, С. П. Величка, В. П. Вовкотруба, М. І. Жалдака, Ю. О. Жука, Є. В. Коршака, Б. Ю. Миргородського, А. Н. Петриці та ін. дозволяють відокремити сучасні тенденції розвитку системи шкільного фізичного експерименту, а саме:

- постійне запровадження та скорочення строків використання у навчальному експерименті з фізики нових наукових досягнень;
- зближення експериментального методу навчання із сучасними науковими методами дослідження;
- посилення ролі демонстраційного експерименту в розкритті кількісної оцінки фізичних явищ і процесів, які є предметом вивчення у шкільному курсі фізики;
- радіоелектронізація шкільного фізичного експерименту;
- широке запровадження у шкільному фізичному експерименті електричних вимірювань неелектричних фізичних величин і параметрів;
- пріоритетність прямих вимірювань фізичних величин у шкільному фізичному експерименті;
- запровадження цифрових, графічних, знакових та інших форм подачі результатів експериментальних вимірювань в умовах профільного навчання фізики;

- зростання ролі моделей і моделювання як у навчальному процесі з фізики взагалі, так і в шкільному фізичному експерименті зокрема;

- постійне удосконалення й ускладнення матеріально – технічної бази з фізики;

- широка і всебічна комп'ютеризація системи шкільного фізичного експерименту в цілому та кожного виду навчального експерименту зокрема;

- постійна спрямованість діяльності вчителя й учнів на вдосконалення засобів навчання та самостійне виготовлення навчального обладнання;

- постійне і систематичне запровадження у навчальний процес з фізики універсальних комплектів, складних приладів та саморобного обладнання з метою поступового розвитку систему шкільного фізичного експерименту.

Виходячи із зазначеного та аналізу матеріально-технічного забезпечення шкільних кабінетів фізики, на думку С.М. Гайдука [1], вагомим і доречним є запровадження в навчальний експеримент новітніх наукових досягнень у вигляді комплектів приладів на напівпровідниковій основі, використання лазерів та голографії, рідких кристалів. При чому, ці комплекти повинні відтворювати серію різних видів та рівнів складності дослідів певного розділу фізики. Прикладом одного з таких комплектів є навчальний комплект «Оптична міні-лава», важливою особливістю якого є використання декількох видів джерел світла за рахунок використання лазерних діодів ( $U = 4,5 \text{ В}$ ).

За своїми технічними можливостями та комплектації оптичними елементами даний прилад дозволяє виконати не тільки демонстрації та лабораторні роботи, передбачені шкільними програмами, але й програмами вузівського курсу оптики:

- визначення фокусної відстані збиральної (розсіювальної) лінзи;

- складання найпростіших оптичних систем (труба Кеплера, труба Галілея, схема мікроскопа);

- вивчення дії дифракційної ґратки на світловий пучок, оцінка довжини хвилі світла, періоду дифракційної ґратки;

- спостереження інтерференційних картин за допомогою приладу «Кільця Ньютона», характеру залежності товщини кілець від довжини світлової хвилі;

- вимірювання показника заломлення скла К8 та ін.

Використання цього обладнання дає змогу мінімізувати обладнання для шкільних демонстрацій (рис. 1), спростити алгоритм виконання та зробити демонстрацію більш яскравою.

Обґрунтування доцільності розробки «Оптичної міні-лави» та конструктивні особливості її використання наведені у роботі С. П. Величка [2].



**Рис.1.** Загальний вигляд елементів і деталей комплекту «Оптична міні-лава».

Універсальний комплект «Оптична міні-лава», загальний вигляд деталей якого зображено на рис. 1, призначений для виконання майже всіх видів шкільного фізичного експерименту: демонстраційних дослідів, фронтальних лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму.

До комплекту «Оптична міні-лава» входять наступні елементи:

1. Оптична лава, яка представляє собою прямокутний швелер довжиною 85 см. У верхній частині швелера прорізаний паз (8 мм) по всій довжині для фіксування та руху вздовж направляючої рейтерів. До нижньої частини в підготовлені отвори вкручуються три стержні, які слугують опорою.

2. Джерелом випромінювання слугує комбіноване джерело світла, в центрі якого розміщений лазерний діод ( $\lambda=650$  нм). З метою розширення, фокусування та формування пучка світла від лазерного діода (монохроматичне, когерентне світло), використовують набір з трьох насадок. Периферійно симетрично центру розташовані чотири світлодіода різного випромінювання (червоний, жовтий, синій, зелений), які утворюють квадрат зі стороною 2 см, і дають можливість виконувати серію дослідів з геометричної оптики (будова зображень в тонких лінзах; дослідження реальних об'єктів). Конструктивні особливості даного приладу дозволяють використовувати джерело світла у вигляді лампи розжарювання, що робить прилад інтегрованим до використання у фізичному практикумі як у школі, так й при підготовці майбутніх вчителів фізики.

3. Рухомі рейтери, встановлені на лаві, призначені для кріплення в них оптичних елементів і пристосувань за допомогою гвинтів та рамки.

4. Оптичні елементи: призми (крон, флінт); плоско паралельні пластини (оргскло, скло сорту «крон» і «флінт»); напівциліндр із оргскла;

кювета із оргскла для дослідження оптичних властивостей рідин та розчинів.

5. Чотири екрани: великий і малий з міліметровими поділками для виконання вимірювань розмірів об'єктів і зображень, одержаних на них; екрани квадратної та круглої форми для дослідження ходу променів та вимірювання кутів їхнього поширення, коли ці промені ковзають по їхній поверхні.

6. Рамка-кронштейн з гвинтом, призначена для деформації окремих оптичних елементів (поляризація світла) та кріплення на оптичній лаві і відповідного фіксування резервуара з досліджуваною речовиною.

7. Прилад «Кільця Ньютона» для дослідження інтерференції світла.

8. Набори дифракційних ґраток; дифракційних елементів; поляризаційних елементів, які дозволяють виконувати не тільки досліди передбачені профільними програмами з фізики для середніх загальноосвітніх закладів з хвильової оптики, а й досліди передбачені програмами ВНЗ.

Наведемо декілька прикладів використання зазначеного комплекту при виконанні різних видів ШФЕ [3].

### **Фронтальна лабораторна робота «Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи» – 7 клас.**

**Мета роботи:** навчитися визначати фокусну відстань та оптичну силу збиральної та розсіювальної лінзи. Експериментально отримати різноманітні зображення за допомогою збиральної лінзи.

**Обладнання:** оптична міні-лава; лінзи збиральні та розсіювальна; лазерне джерело світла із світлодіодами різних кольорів; екран; міліметрова лінійка.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Лінзою називається прозоре тіло, обмежене двома сферичними поверхнями. Якщо товщина самої лінзи мала порівняно з радіусами кривизни сферичних поверхонь, то лінзу називають тонкою.

Лінзи входять до складу практично всіх оптичних приладів. Лінзи бувають збиральними та розсіювальними. Збиральна лінза в середині товща, ніж у країв, а розсіювальна лінза, навпаки, в середній частині тонша. Основна властивість лінз - отримання зображень предметів. Залежно від розташування предмета зображення бувають прямими і перевернутими, дійсними і уявними, збільшеними і зменшеними.

Кожна з лінз характеризується фокусною відстанню  $F$  та оптичною силою  $D$ .

### Виконання роботи

У роботі пропонується за допомогою оптичної лави, предмета у вигляді освітленого прямокутника світлодіодів різних кольорів, екрана та міліметрової лінійки визначити трьома способами фокусну відстань збиральної лінзи та одним (четвертим) способом фокусну відстань розсіювальної лінзи.

#### Варіант 1

1. Розташувати лінзу між екраном та джерелом світла таким чином, щоб на екрані з'явилося зменшене чітке обернене зображення прямокутника світлодіодів різних кольорів, для цього на кожному світлодіоді нанесений хрестик.

2. Виміряти відстань від лінзи до джерела світла  $d$  та від лінзи до зображення  $f$ .

3. Розрахувати фокусну відстань лінзи  $F$  за формулою тонкої лінзи  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  та оптичну силу лінзи за формулою  $D = \frac{1}{F}$ . Результати занести до таблиці 1.

Таблиця 1

#### Визначення фокусної відстані збираючої лінзи I-им та II-им варіантами

№	Вид зображення	Відстань від лінзи до джерела світла $d$ , м	Відстань від лінзи до зображення $f$ , м	Фокусна відстань $F$ , м	Оптична сила лінзи $D$ , дптр
1	зменшене				
2	збільшене				

4. Пересуваючи лінзу вздовж оптичної лави, отримати чітке збільшене перевернуте зображення квадрата, утвореного світлодіодами.

5. Виміряти відстань від лінзи до джерела світла  $d$  та від лінзи до зображення  $f$ .

6. Розрахувати фокусну відстань  $F$  та оптичну силу лінзи  $D$ .

7. Результати занести до Таблиці 1.

#### Варіант 2

1. Розташувати лінзу між екраном та джерелом світла таким чином, щоб на екрані з'явилося збільшене чітке обернене зображення прямокутника світлодіодів різних кольорів, для цього на кожному світлодіоді нанесений хрестик.

2. Використовуючи визначення лінійного збільшення  $\beta = \frac{H}{h}$ , де  $h$  – діаметр світлодіода,  $H$  – лінійний розмір зображення світлодіода, визначити  $\beta$ .
3. Виміряти  $d$  (або  $f$ ) й обчислити  $f$  (або  $d$  відповідно) за формулою  $\beta = f/d$ . За формулою  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  визначають  $F$  та оптичну силу лінзи за формулою  $D = \frac{1}{F}$ .

### Варіант 3

1. Якщо відстань  $A$  між предметом і його зображенням на екрані більша за  $4F$ , то потрібно отримати два чітких зображення прямокутника світлодіодів – збільшене та зменшене – при незмінному положенні освітлювача та екрану (рис. 2).

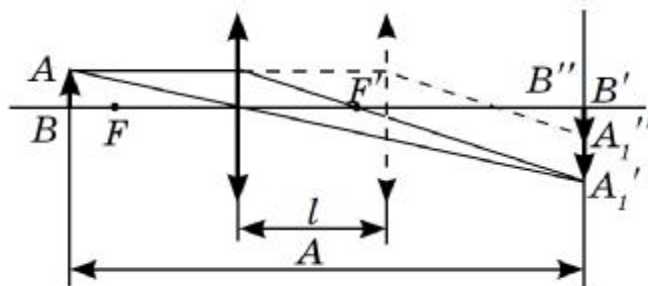


Рис.2. Визначення фокусної відстані збиральної лінзи.

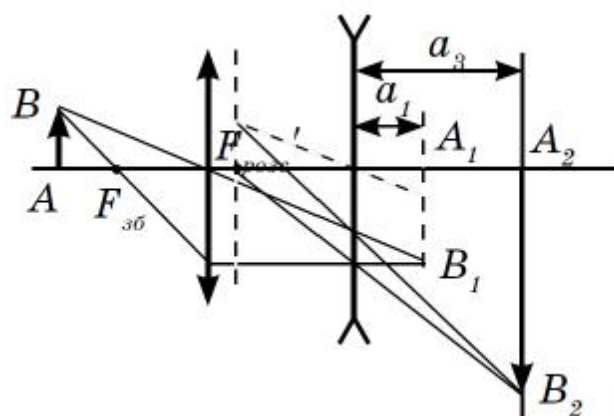


Рис.3. Визначення фокусної відстані розсіювальної лінзи.



2. Визначити фокусну відстань за F формулою  $F = \frac{A^2 - l^2}{4A}$  та оптичну силу лінзи за формулою  $D = \frac{1}{F}$ .

#### Варіант 4

1. Розмістити між екраном і освітлювачем збиральну лінзу (рис.3) та одержати зображення в площині  $A_1B_1$ .

2. Між лінзою та екраном розмістити розсіювальну лінзу так, щоб друга фокальна площина її проходила через точку  $F_p'$ .

Переміщуючи екран, досягти чіткого зображення предмета  $A_2B_2$ .

3. Виміряти відрізки  $a_1$  і  $a_3$ , фокусну відстань F розраховують за формулою  $\frac{1}{F} = -\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}$  та оптичну силу лінзи за формулою  $D = \frac{1}{F}$ .

Примітка. Розрахунок можна проводити іншим способом. Якщо припустити, що предмет знаходиться в площині  $A_2B_2$ , то його зображення вийде в площині  $A_1B_1$ ; у цьому випадку відрізки  $a_1, a_3$  міняються місцями, а знаки їх будуть від'ємними.

**Демонстрація «Отримання інтерференційних смуг»** – 11 клас.

**Мета:** спостереження інтерференційних смуг.

**Обладнання:** оптична лава, джерело монохроматичного світла, екран, біпризми Френеля (3-1).

#### **Короткі теоретичні відомості**

Інтерференція – один з яскравих проявів хвильової природи світла. Це цікаве і красиве явище спостерігається при накладенні двох або декількох світлових пучків. Інтенсивність світла в області перекривання пучків має характер чергуються світлих і темних смуг, причому в максимумах інтенсивність більша, а в мінімумах менша суми інтенсивностей пучків. При використанні білого світла інтерференційні смуги виявляються забарвленими в різні кольори спектру. З інтерференційними явищами ми стикаємося досить часто: кольорові масляні плями на асфальті, забарвлення замерзаючих шибок, химерні кольорові малюнки на крилах деяких метеликів і жуків.

### **Порядок виконання роботи**

1. Встановити на оптичній лаві джерело монохроматичного світла.
2. На відстані 15 см від джерела світла встановити біпризму Френеля (З-1).
3. На відстані 40 см від біпризми Френеля встановити екран.
4. Включити джерело світла й проспостерігати інтерференційну картину на екрані.

Комплект «Оптична міні-лава» в силу своїх конструктивних властивостей дозволяє виконувати всю низку дослідів як з геометричної, так й хвильової оптики, які передбачені профільними програмами з фізики для середніх загальноосвітніх закладів, а також досліди передбачені програмами ВНЗ, при цьому на виконання кожного окремого досліді студентом (учнем) витрачається близько 5 - 10 хвилин.

Із аналізу наведених прикладів бачимо, що конструкція комплекту відповідає вимогам і нормам дидактичних принципів, що визначені для навчального обладнання, а також обумовлені сучасними тенденціями до розробки фізичних приладів, якими передбачається: забезпечення універсальності навчального обладнання; можливість поєднання ряду приладів та елементів у вигляді набору, який дозволяє зібрати експериментальну установку і виконати конкретне навчально-наукове дослідження; забезпечення можливості розширення наявного комплекту завдяки використанню традиційних навчальних приладів і побутового обладнання; забезпечення кількісних вимірювань при виконанні як лабораторних, так і демонстраційних навчальних експериментів та ін.

### **Література**

1. **Гайдук С. М.** Оптика. Лабораторні роботи із сучасними засобами експериментування : Навчальний посібник / Наук. ред. С.П. Величко. – Кіровоград, ТОВ «Імекс ЛТД», 2001. – 51 с.
2. **Величко С. П.** Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту // С.П. Величко, В.П. Вовкотруб. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – 128 с.
3. **Чорнобай К. Г.** Лабораторний практикум. Оптика: шкільний демонстраційний експеримент та фронтальні лабораторні роботи із сучасними засобами експериментування / К. Г. Чорнобай, Т. В. Краснякова, І. В. Жихарев. – Луганськ: Янтар, 2011. – 75 с.

### **Фараджова М. Ф. Сучасні тенденції розвитку шкільного фізичного експерименту**

У статті наведено перелік основних тенденцій розвитку сучасного навчального експерименту. Наголошується на тому, що саме розробка та впровадження у навчальний процес фізики комплектів приладів з використанням лазерів та напівпровідникових пристроїв дозволяє існуючій системі ШФЕ відповідати сучасним вимогам.

**Ключові слова:** шкільний фізичний експеримент, сучасне обладнання, лазер.

### **Фараджова М. Ф. Современные тенденции развития школьного физического эксперимента**

В статье приведен перечень основных тенденций развития современного учебного эксперимента. Подчеркивается, что именно разработка и внедрение в учебный процесс физики комплектов приборов с использованием лазеров и полупроводниковых устройств позволяет существующей системе ШФЕ соответствовать современным требованиям.

**Ключевые слова:** школьный физический эксперимент, современное оборудование, лазер.

### **Faradzhova M. F. Modern Trends in School Physical Experiment**

The paper presents a list of the main trends in the development of modern educational experiment. Emphasizes that it is the development and introduction into the learning process of physics sets of devices using lasers and semiconductor devices allows existing system SHFE meet modern requirements.

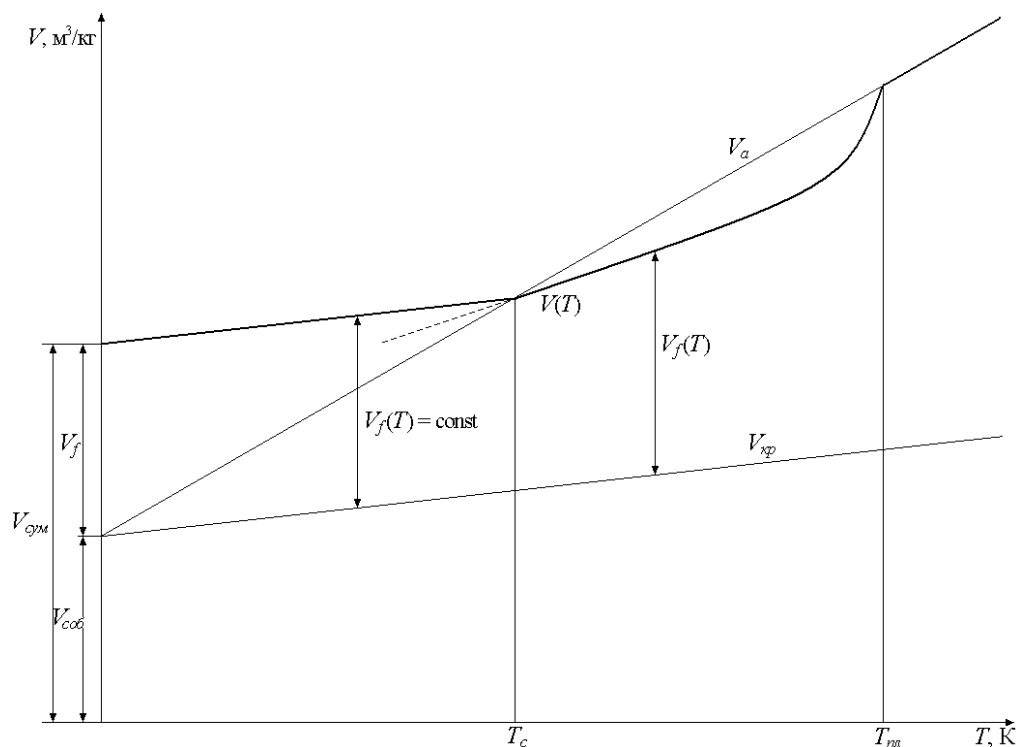
**Key words:** school physics experiment, modern equipment, laser.

А. Е. Хуторской

### ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДА

Совокупность методов измерения теплового расширения тел называют дилатометрией. Дилатометрические исследования полимеров, проведенные в широком интервале температуры, позволяют описывать процессы расширения и сжимаемости материала, кинетику и параметры фазовых и кинетических переходов, плавления и кристаллизации, т.е. позволяют исследовать различного рода структурные изменения в материале. Чрезвычайно важным является и техническое приложение таких измерений, поскольку полимеры обладают большими коэффициентами теплового расширения по сравнению с другими твердыми телами. [1, с. 27].

Анализ полученных результатов, как правило, ведётся на основании выводов теории свободного объёма [2, с. 103].



**Рис.1.** Принципиальная дилатометрическая кривая  
частично-кристаллического полимера.

Типичная для частично-кристаллических полимеров температурная зависимость удельного объёма  $V(T)$  представлена на рис.1. На кривой проявляются перегиб при температуре стеклования ( $T_c$ ) и переход в расплавленное аморфное ( $V_a$ ) состояние при температуре плавления ( $T_{пл}$ ). Температурная зависимость расплава линейная. Её аппроксимация линейной регрессией при  $T = 0$  К даёт значение собственного удельного объёма молекул ( $V_{соб}$ ) и позволяет рассчитать свободный объём при этой температуре ( $V_f$ ). К значению собственного объёма экстраполируется и температурная зависимость полностью кристаллического полимера ( $V_{кр}$ ). Считая зависимость линейной и зная степень кристалличности полимера при любой другой температуре в области доступной для эксперимента рассчитываем зависимость  $V_{кр}(T)$ .

Тогда степень кристалличности полимера при любой интересующей нас температуре может быть рассчитана по формуле

$$\chi = \frac{\rho_{кр}(\rho_{обр} - \rho_a)}{\rho_{обр}(\rho_{кр} - \rho_a)}, \quad (1)$$

где  $\rho_{обр}$  – плотность образца,  $\rho_{кр}$  – плотность монокристаллитов,  $\rho_a$  – плотность аморфного полимера. Плотность – величина обратная удельному объёму  $\rho = 1/V$ .

Если температура стеклования полимера лежит ниже возможного диапазона исследований, она может быть определена решением системы уравнений температурной зависимости аморфного полимера и линейной аппроксимации первых низкотемпературных точек эксперимента, поскольку лежит на пересечении этих прямых (рис. 1).

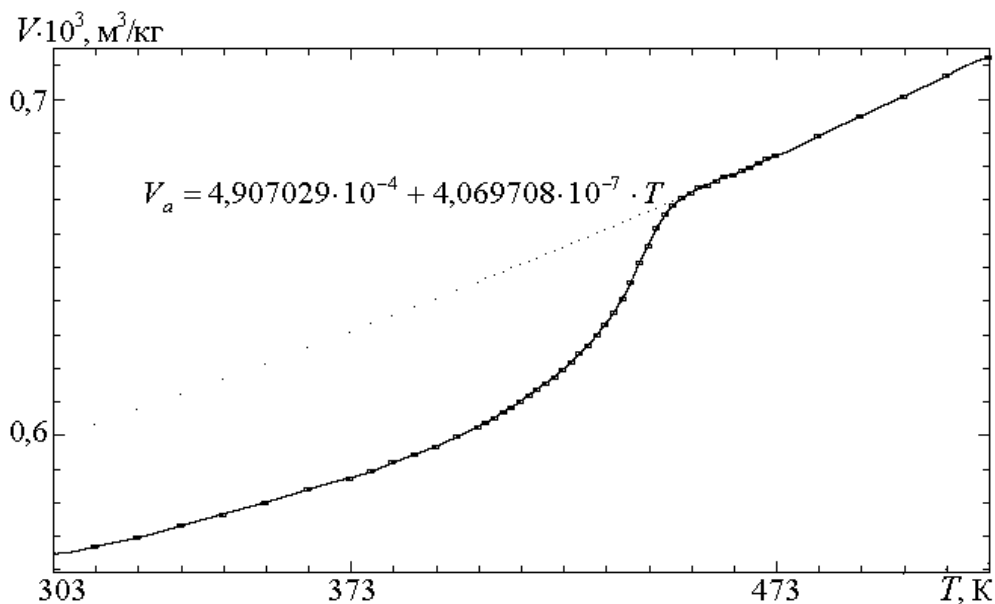
Дилатометрические исследования в данной работе проведены методом гидростатического взвешивания в полиметилсилоксановой жидкости ПФМС-4 в интервале температуры (303 ÷ 525) К. Предел относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 составлял 1 % [3, с. 17].

Практически расчёт плотности исследуемого образца в методе гидростатического взвешивания ведётся по формуле

$$\rho_{обр} = \frac{M_{обр}^s \rho_u}{M_{обр}^s - M_{обр}^u + \beta}; \quad (2)$$

где  $M_{обр}^s$  – показания весов при взвешивании образца в воздухе,  $M_{обр}^u$  – показания весов при взвешивании образца в иммерсионной жидкости,  $\beta$  – масса проволоки подвески,  $\rho_u$  – плотность иммерсионной жидкости.

В качестве объекта исследований взят модифицированный поливинилиденфторид промышленной марки фторопласт-2М, являющийся сополимером поливинилиденфторида (ПВДФ), в цепь которого введена определённая доля тетрафторэтилена (ТФЭ). Химическая формула  $(-CH_2-CF_2-)_k(-CF_2-CF_2-)_l$ , где выполняется



**Рис.2.** Температурная зависимость удельного объёма модифицированного поливинилиденфторида.

соотношение  $1/(k+1) = 0,1$ . Кристаллическая фаза ПВДФ и его сополимеров характеризуется наличием как минимум трёх полиморфных модификаций:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Модификации отличаются конформационной структурой цепи и характером размещения макромолекул в элементарной ячейке кристаллитов:  $\alpha$ -фаза – конформации типа – TG<sub>2</sub>GTG,  $\beta$ -фаза – T<sub>3</sub>GT<sub>3</sub>G,  $\gamma$ -фаза – конформации “плоского зигзагу”.

Образец получен медленным охлаждением расплава под давлением  $1,5 \cdot 10^7$  Па. Молекулярная масса партии полимера  $5 \cdot 10^5$ .

Проведенный эксперимент является предварительным этапом перед проведением исследования по влиянию условий прессования на структурные превращения в модифицированном поливинилиденфториде. Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

Температурная зависимость удельного объёма  $V(T)$  образца в диапазоне (303 ÷ 393) К практически линейная (рис. 2). Выше 393 К начинают проявляться процессы предплавления. Термический коэффициент объёмного расширения (ТКОР), определяемый первой производной от удельного объёма по температуре нарастает монотонно. Процессы полиморфизма в явной форме не проявляются. Полное плавление кристаллических областей материала зафиксировано при 450 К. Выше этой температуры эксперимент даёт линейную зависимость удельного объёма аморфного расплава от температуры. Аппроксимация линейными регрессиями даёт следующие температурные зависимости удельного объёма и плотности аморфного полимера

$$V_a = 4,907029 \cdot 10^{-4} + 4,069708 \cdot 10^{-7} \cdot T \quad \text{м}^3/\text{кг}; \quad (3)$$

$$\rho_a = 2037,891 - 1,213468 \cdot T \quad \text{кг/м}^3. \quad (4)$$

Отсюда  $V_{\text{собр}} = 4,907029 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$   $\rho_{\text{собр}} = 2037,891 \text{ кг/м}^3$ .

Аппроксимация линейной регрессией удельного объёма образца в интервале (303 ÷ 323) К даёт уравнение

$$V = 4,5841 \cdot 10^{-4} + 3,2370 \cdot 10^{-4} \cdot T \quad \text{м}^3/\text{кг}. \quad (5)$$

Решение системы уравнений (3) и (5) позволяет определить температуру стеклования полимера  $T_c = 233 \text{ К}$ .

Приняв степень кристалличности образца при 303 К равной  $\chi = 53 \%$  (из данных калориметрических и рентгеноструктурных исследований) и аппроксимировав линейной регрессией совместно с соответствующими значениями  $V_{\text{собр}}$  и  $\rho_{\text{собр}}$  при 0 К, получим зависимости

$$V_{\text{кр}} = 4,907034 \cdot 10^{-4} + 1,350508 \cdot 10^{-7} \cdot T \quad \text{м}^3/\text{кг}; \quad (6)$$

$$\rho_{\text{кр}} = 2037,891 - 1,213468 \cdot T \quad \text{кг/м}^3. \quad (7)$$

Удельные объёмы аморфной и кристаллической фаз полимера при температуре стеклования соответственно  $V_a(T_c) = 5,86749 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$  и  $V_{\text{кр}}(T_c) = 5,221698 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$ . Свободный объём полимера ниже температуры стеклования  $V_f = V_a(T_c) - V_{\text{кр}}(T_c) = 0,645792 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{кг}$ . Температурная зависимость удельного объёма ниже температуры стеклования

$$V = 5,552826 \cdot 10^{-4} + 1,350508 \cdot 10^{-7} \cdot T \quad \text{м}^3/\text{кг}. \quad (8)$$

Таким образом, мы провели полное dilatометрическое исследование фторопласта-2М, определили все параметры, необходимые для проведения дальнейших исследований влияния условий прессования материала на структурные превращения в модифицированном поливинилиденфториде.

## Литература

**1. Годовский Ю. К.** Теплофизические методы исследования полимеров. – М.: Химия, 1976.– 216 с. **2. Черенков А. В.** Теплофизические и механические свойства пентапласта. – Луганск–К.: ЛГПИ, 1996.– 181 с. **3. Барановський В. М.,** Черенков О. В., Куландіна О.М., Віленський В.О. Спеціальний фізичний практикум з елементами інформаційних технологій. – К.–Луганськ: ЛДПІ, 1996.– 174 с.

**Хуторський О. Є. Дилатометричні дослідження модифікованого полівініліденфторида**

У даній статті наведені результати дилатометричних досліджень модифікованого полівініліденфторида в інтервалі температури (303 ÷ 523) К. Розраховані температурні залежності питомого об'єму і густини полімеру у вказаному інтервалі температури. На підставі теорії вільного об'єму експериментальні результати екстрапольовані лінійними регресіями в область температури (0 ÷ 303) К. Результати досліджень представлені графічно та у вигляді аналітичних рівнянь.

**Ключові слова:** дилатометрія, полімери, питомий об'єм, густина.

**Хуторской А. Е. Дилатометрические исследования модифицированного поливинилиденфторида**

В данной статье представлены результаты дилатометрических исследования модифицированного поливинилиденфторида в интервале температуры (303 ÷ 523) К. Рассчитаны температурные зависимости удельного объёма и плотности полимера в указанном интервале температуры. На основании теории свободного объёма экспериментальные данные экстраполированы линейными регрессиями в область температуры (0 ÷ 303) К. Результаты исследований представлены графически и в виде аналитических уравнений.

**Ключевые слова:** дилатометрия, полимеры, удельный объём, плотность.

**Khutorskoy A. E. Dilatometric Study the Modified Polyvinylidene Fluoride**

This article presents the results of dilatometric studies modified polyvinylidene fluoride in the range of temperature (303 ÷ 523 ) К. The temperature dependence of the specific volume and density of the polymer in the specified temperature range. On the basis of the free volume theory experimental data extrapolated linear regression to temperature (0 ÷ 303) К. The results of studies are presented graphically in the form of analytical equations.

**Key words:** dilatometry , polymers, specific volume, and density.



Ю. В. Чигринская

**МЕЖАТОМНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ  
ДЛЯ СЖАТЫХ КРИСТАЛЛОВ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ  
С УЧЕТОМ НЕАДИАБАТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ**

Основной критерий адиабатичности  $\hbar\omega_v \ll |E_m - E_n|$  ( $\omega_v$  – частота колебаний атомов,  $E_m$  – энергия  $m$ -го электронного состояния) достаточно хорошо выполняется для диэлектриков, благодаря большой запрещенной щели  $E_G$  в электронном спектре. Параметром адиабатичности здесь служит величина  $\hbar\omega_D / E_G$  ( $\omega_D$  – дебаевская частота). Это обстоятельство позволяет с высокой точностью определять интегральные, по электронным переменным, величины в рамках адиабатического приближения [1]. Неадиабатические поправки к таким величинам, как энергия системы и фононные частоты, можно найти по адиабатической теории возмущений, как это сделано в [2]. Если по каким-либо причинам  $E_G \leq \hbar\omega_D$ , то это приводит к нарушению критерия адиабатичности. Объем неадиабатических состояний в фазовом пространстве увеличивается, если  $E_G \rightarrow 0$  и они играют определяющую роль в формировании электронных и решеточных свойств таких диэлектриков. Именно такая ситуация имеет место в КИГ при высоких давлениях.

В настоящее время начинается интенсивное экспериментальное изучение фононных спектров при больших давлениях [3].

Поведение фононных частот под давлением несет полезную информацию, касающуюся структурной нестабильности, механизма фазовых переходов и межатомных взаимодействий. Зная фононные частоты легко рассчитать и термодинамические свойства при больших давлениях.

В цикле статей [4-6] исследовались элементарные колебания и их взаимодействия в кристаллах инертных газов (КИГ).

В [4] исследовались фононные частоты в основном состоянии, когда электрон-фононное взаимодействие мало. [5; 6] посвящены фононным частотам сжатых кристаллов Ne-Xe. Цель этой работы – исследовать межатомный потенциал и неадиабатические эффекты в динамике решетки кристаллов под давлением. В качестве основы берется модель К.Б.Толпыго и ее модификации. Это позволяет в отличие от стандартного подхода с помощью функции Грина провести количественное исследование электрон-фононного взаимодействия в кристаллах с сильной связью в широком диапазоне давлений.

Кристаллы инертных газов в отличие от других для выявления интересных физически значимых явлений требуют приложения более

высокого давления [3, 7, 8], что в свою очередь накладывает ряд более жестких требований к методам вычисления фононных спектров.

Поэтому необходимо выбирать расчетные методы, отвечающие следующим требованиям: 1) не содержащие подгоночных параметров; 2) не содержащие приближений для кристаллического потенциала, которые трудно проконтролировать при изменении давления; 3) использующие функциональный базис, пригодный при любых сжатиях, вплоть до сжатия металлизации; 4) не подразумевающие условия малости интегралов перекрытия базисных локализованных орбиталей; 5) учет эффектов неадиабатики (электрон-фононного взаимодействия).

В модели К.Б.Толпыго кристалл рассматривается как совокупность  $N$  точечных ионов (валентности  $Z$  – ядро и внутренние электроны) и оболочек, каждая из которых состоит из  $Z$  валентных электронов, взаимодействующих не только с ионами, но и между собой. Таким образом, волновая функция кристалла есть детерминант  $N \times N$ , состоящий из детерминантов  $Z \times Z$ . При этом, учтены корреляции внутри валентных электронов отдельного атома. Поэтому энергия такой системы имеет вид [4, 9]:

$$E = \sum_l \left\{ \frac{1}{2a} (\mathbf{p}^l)^2 + \sum_{l'}^{(12)} \left[ \frac{\beta(r_0)}{r_0} (\mathbf{u}^l - \mathbf{u}^{l'}) \mathbf{p}^l + \frac{1}{r_0} \frac{d}{dr} \left( \frac{\beta(r)}{r} \right) (\mathbf{p}^l \mathbf{r}^{ll'}) (\mathbf{u}^l - \mathbf{u}^{l'}) \mathbf{r}^{ll'} \right] + \frac{1}{2} \sum_{l''} \left[ \frac{\mathbf{p}^l \mathbf{p}^{l''}}{|\mathbf{r}^{ll''}|^3} - 3 \frac{(\mathbf{p}^l \mathbf{r}^{ll''})(\mathbf{p}^{l''} \mathbf{r}^{ll'})}{|\mathbf{r}^{ll''}|^5} \right] + E^{(2)} \right\} \quad (1)$$

В этом выражении  $\mathbf{p}^l$  – дипольный момент электронной оболочки,  $\mathbf{p}^l = e\mathbf{u}^l$  – дипольный момент иона  $l$ .

$$E^{(2)} = \sum_l \left\{ \sum_{l'}^{(12)} \left[ \frac{1}{4} f^{ll'} (\mathbf{u}^l - \mathbf{u}^{l'})^2 + \frac{d^{ll'}}{4r_0^2} [(\mathbf{u}^l - \mathbf{u}^{l'}) \mathbf{r}^{ll'}]^2 \right] + \frac{1}{2} \sum_{l''} \left[ \frac{3C(\mathbf{u}^l - \mathbf{u}^{l'})^2}{|\mathbf{r}^{ll''}|^8} - \frac{24C[(\mathbf{u}^l - \mathbf{u}^{l'}) \mathbf{r}^{ll'}]^2}{|\mathbf{r}^{ll''}|^{10}} \right] \right\} \quad (2)$$

Здесь  $f^{ll'}$ ,  $d^{ll'}$  – первая и вторая производные потенциала, соответственно,  $C$  – константа Ван-дер-Ваальса.

В гамильтониане кристалла выделим короткодействующую часть  $H_{ll'}^{k,d}$ ;  $\langle 0 |$  – волновая функция кристалла в основном состоянии,  $\langle i |$  – волновая функция кристалла, в котором один из атомов возбужден.

В частном случае центральных отталкивающих сил

$$f^{ll'} = \frac{1}{r} \frac{dv(r)}{dr} \Big|_{r=r_0}; \quad d^{ll'} = \left( \frac{d^2 v(r)}{dr^2} - \frac{1}{r} \frac{dv(r)}{dr} \right) \Big|_{r=r_0}, \quad (3)$$

где  $\sum_{l'}^{(12)} v(\mathbf{r}^l - \mathbf{r}^{l'}) = \sum_{l'} \langle 00 | H_{ll'}^{\kappa.d.} | 00 \rangle + \alpha(\beta_l)^2 - 2 \sum_i \frac{1}{\Delta_i} \left( \sum_{l'} \langle 00 | H_{ll'}^{\kappa.d.} | i0 \rangle \right)^2$  обозначает короткодействующее взаимодействие атома  $l$  с окружением, через  $r_0 = a\sqrt{2}$  обозначили расстояние между ближайшими соседями.

Первое и третье слагаемые в (1) представляют собой слагаемые, описывающие взаимодействие электронных оболочек между собой, а второе слагаемое описывает электронно-ионное взаимодействие, то есть представляет неадиабатические слагаемые в низшем порядке по смещению атома  $\mathbf{u}^l$ . Заметим, что такой же порядок величины имеют слагаемые  $\mathbf{P}^2 \mathbf{p}^2$ , но можно показать, что они приводят к незначительному переопределению амплитуды электрон-фононного взаимодействия  $\beta$ :

$$\beta \sim \langle 00 | H_{ll'}^{\kappa.d.} | 0i \rangle. \quad (4)$$

В [10, 11] был получен адиабатический потенциал КИГ и для расчетов атомных свойств предложена простая форма

$$E = \frac{1}{2} \sum_R \left\{ V_{sr}(R) - \frac{C}{R} [1 - Ae^{-\beta(x-1)}] \right\}, \quad (5)$$

Параметр Ван-дер-Ваальса  $C$ , а также  $A$  и  $\beta$  находились из условия минимума энергии, экспериментального значения энергии связи  $E_{cb}^{эксн}$  и малого отклонения сдвигового модуля упругости  $C_{44}$  от его экспериментального значения при заданном объеме ячейки при  $T=p=0$ ,  $V_{sr}(R)$  рассчитывается без каких-либо вариационных или подгоночных параметров.

Короткодействующее отталкивание  $V_{sr}(r)$  в (5) играет основную роль при расчете атомных свойств сжатых кристаллов. Важно поэтому  $V_{sr}(r)$  рассчитать как можно точнее. В [12] потенциал  $V_{sr}(r)$  был рассчитан из первых принципов в приближении Хартри-Фока и в базисе точно ортогонализированных атомных орбиталей, используя кластерное разложение (СЕ) Абаренкова-Антоновой [13].

Потенциал короткодействия  $V_{sr}(r)$  получен в парном приближении в виде:

$$\begin{aligned} V_{sr}(R^{ll'}) &= \langle 00 | H_{ll'}^{\kappa.d.} | 00 \rangle = \\ &= 2 \sum_{\alpha\beta} \left\{ 4P_{\alpha\beta}^{ll'} \left[ -\langle l' \beta | V^l | l \alpha \rangle + \sum \langle l' \gamma, l' \beta | V_C | l' \gamma, l \alpha \rangle \right] + \right. \\ &\quad \left. \sum_{\gamma} (P_{\beta\alpha}^{ll'} P_{\gamma\alpha}^{ll'} - 2P_{\alpha\beta}^{ll'}) \left( 2\langle l' \beta | V^l | l' \gamma \rangle - \sum_{\delta} \langle l \delta, l' \beta | V_C | l' \gamma, l \delta \rangle \right) \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

В этом выражении  $V^l$  – потенциал нейтрального атома  $l$ ,  $V_C = 1/|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|$ ,  $\langle l' \gamma, l' \beta | V_C | l' \gamma, l \alpha \rangle = \int [(\varphi_{\gamma}^{l'}(\mathbf{r})\varphi_{\beta}^{l'}(\mathbf{r}')\varphi_{\gamma}^{l'}(\mathbf{r}')\varphi_{\alpha}^l(\mathbf{r})) / |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|] d\tau d\tau'$ , греческие индексы нумеруют декартовы компоненты. Выражение (6) переходит в известное выражение для парного потенциала, впервые полученного в работе [14] в пределе малых  $S \ll l$ , т.е. если использовать

$$P_{\alpha\beta}^{ll'} = \frac{1}{2} S_{\alpha\beta}^{ll'} + 0(S^2), \quad P_{\alpha\beta}^{ll} = -\frac{3}{8} \sum_{m\alpha} S_{\gamma\alpha}^{lm} S_{\beta\alpha}^{lm} + 0(S^4). \quad (7)$$

$S_{\alpha\beta}^{ll'}$  – интеграл перекрытия между двумя атомными орбиталями, центрированными на разных узлах

$$S_{\alpha\beta}^{ll'} = \int \varphi_{\alpha}^*(\mathbf{r} - \mathbf{l}) \varphi_{\beta}(\mathbf{r} - \mathbf{l}') d\mathbf{r} \quad (8)$$

В [12, 15, 16] приведены рассчитанные параметры  $G, H, E, F$ , описывающие отталкивание, а также параметр Ван-дер-Ваальса КИГ для сжатий  $\Delta V/V_0$  от 0 до 0,8.

Давление, как любое воздействие, не меняющее структуры волновых функций электрона в атоме, действует на кристалл только через изменение расстояния  $\mathbf{l}-\mathbf{m}$  и перекрытие атомных орбиталей. В этом смысле величины  $S_{\alpha\beta}^{lm}$  (8) являются единственными управляющими параметрами теории [15]. Набор величин  $S_{\alpha\beta}^{lm}$  однозначно определяет все свойства изоляторов и электронные спектры (через матрицы  $P$  и  $P$ ), и адиабатический потенциал (через матрицу  $P$  (7)). Таким образом, задача о расчете свойства изоляторов разбивается на два этапа: вычисление набора  $S_{\alpha\beta}^{lm}$  и расчет при заданных  $S_{\alpha\beta}^{lm}$  спектров, термодинамики и кинетики.

Для описания неадиабатических вкладов в динамику решетки Ne были добавлены (см. [5]) к используемым ранее интегралам перекрытия невозбужденных атомных орбиталей  $S_{np_z(n+1)s}^{lm} \equiv S$  (для Ne  $n=2$ ) также перекрытие с одной возбужденной орбиталью  $|m3s\rangle$

$$S_{np_z(n+1)s}^{lm} \equiv \sigma = \langle l2p_z | m3s \rangle. \quad (9)$$

Точные расчеты  $V_{sr}(r)$  по формуле (6) показали, что  $\langle 00 | \mathbf{H}^{k,d} | 00 \rangle \approx S^2(r)$  является хорошим приближением для нахождения зависимости от расстояния [14, 15]. Кроме того, на примере Ne видно, что отношение  $\sigma/S$  слабо меняется в зависимости от сжатия (от 2,5 до 2 при изменении  $\Delta V/V_0$  от 0 до 0,7).

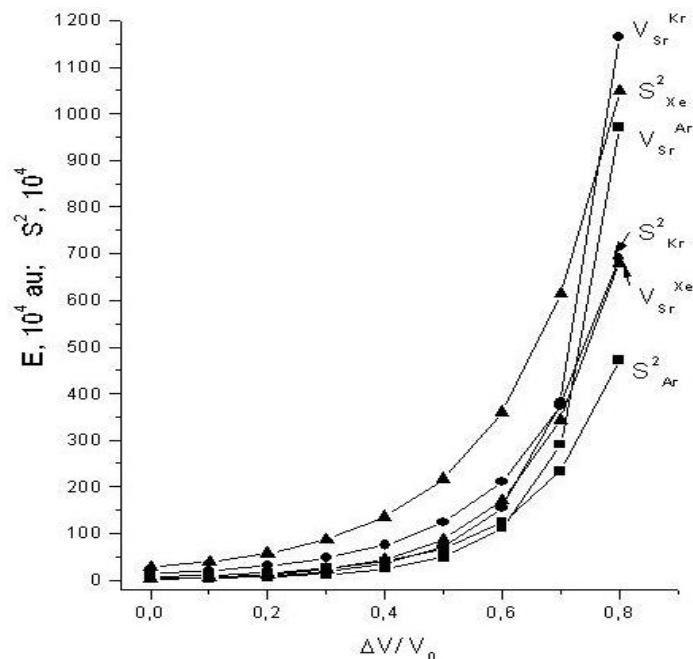
На рис.1 приведены для Ar-Xe  $V_{sr}$  вычисленные в приближении  $S^2$  и  $S^2$  в зависимости от сжатия. Как в Ne [4] для приближенного расчета первую и вторую производные по  $r$  от матричных элементов  $\langle 00 | \mathbf{H}^{k,d} | 00 \rangle$  (параметры  $H, G$ ) и  $\langle 00 | \mathbf{H}^{k,d} | 0i \rangle$  (параметры  $h, g$ ) будем считать подобными при всех сжатиях, исключая, возможно, только область вблизи металлизации  $\Delta V/V_0 \geq 0.7$ . Используя поляризуемость  $A$  и параметры  $g, h$ , определенные из эксперимента при  $p=0$ , а также точно рассчитанные параметры  $H$  и  $G$  при  $p \neq 0$  найдем поляризуемость  $A$  и параметры  $g, h$  для различных сжатий  $\Delta V/V_0$  кристаллов Ar-Xe.

$$g(p \neq 0) = C_1 G(p \neq 0) \quad C_1 \cong g_0 / G_0 \quad (10)$$

$$h(p \neq 0) = C_2 H(p \neq 0) \quad C_2 \cong h_0 / H_0$$

где  $g_0, h_0, G_0, H_0$  – параметры, определенные из эксперимента при  $p=0$ .

$$A(p \neq 0) = \frac{\alpha(p \neq 0)}{a^3(p \neq 0)}; \quad \alpha(p \neq 0) = kS^2(p \neq 0) \quad (11)$$



**Рис.1.** Потенциал короткодействующего отталкивания  $V_{sr}$  и квадраты интегралов перекрытия  $S^2$  для Ar-Xe в зависимости от сжатия  $\Delta V/V_0$ .

Существует несколько вариантов определения этих параметров, соответственно  $C_1$  и  $C_2$ . Мы выбрали на наш взгляд оптимальный (напр., для Ne  $g(p=0)$  меняется от  $-9.0 \cdot 10^{-2}$  до  $-2.4 \cdot 10^{-2}$ , мы остановились здесь на  $g_0 = -4.28 \cdot 10^{-2}$ ). Коэффициенты  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $k$  приведены в табл. 1.

Таким образом, следующим этапом данной работы является расчет фоновых дисперсионных кривых сжатых кристаллов инертных газов. Этому вопросу будет посвящена отдельная статья.

**Таблица 1**

**Коэффициенты для определения параметров электрон-фононного взаимодействия и поляризуемости (6), (7)**

	Ne	Ar	Kr	Xe
$C_1$	-0.465	-0.261	-0.2035	-0.156
$C_2$	-1.17	-0.665	-0.475	-0.415
$k$	0.093	0.232	0.177	0.1476

### Литература

1. Квятковский О. Е., Максимов Е.Г. УФН, **151**, 3 (1988).
2. Геликман Б. Т. УФН, **115**, 403 (1975). 3. **Krisch M.**, Raman J. Spectrosc. **34**, 628 (2003).
4. Зароченцев Е. В., Троицкая Е. П., Чабаненко В. В. ФТВД, **13**, 7 (2003).
5. Троицкая Е. П., Чабаненко В. В., Горбенко Е. Е.,

ФТВД, **14**, 7 (2004). **6. Троицкая Е. П.**, Чабаненко В. В., Горбенко Е. Е., ФТВД, **15**, 7 (2005). **7. Karki V. B.**, Wentzcovitch R.M. Phys.Rev. **В 68**, 4304 (2003). **8. Ocelli F.**, Krisch M., Loubeyre P., Sette F., Le Toullec R., Masciovecchio C., Rueff J-P. Phys.Rev. **В 63**, 4306 (2001). **9. Толпыго К. Б.**, Троицкая Е. П. ФТТ, **13**, 1135 (1971). **10. Дорман В. Л.**, Зароченцев Е. В., Троицкая Е. П. ФНТ, **8**, 94 (1982). **11. Дорман В. Л.**, Зароченцев Е. В., Троицкая Е. П. ФТТ, **23**, 1581 (1981). **12. Зароченцев Е. В.**, Троицкая Е. П. ФТТ, **43**, 1292 (2001). **13. Абаренков И. В.**, Антонова И. М., Барьяхтар В. Г., Булатов В. Л., Зароченцев Е. В. в кн.: Методы вычислительной физики в теории твердого тела. Электронная структура идеальных и дефектных кристаллов, Наукова думка, Киев (1991). **14. Толпыго К. Б.**, Троицкая Е. П. ФТТ, **17**, 102 (1975). **15. Барьяхтар В. Г.**, Зароченцев Е. В., Троицкая Е. П., Еремейченкова Ю. В. ФТТ, **40**, 1464 (1998). **16. Зароченцев Е. В.**, Троицкая Е. П., Чабаненко В. В. ФТВД, **11**, 7 (2001).

**Чигринська Ю. В. Міжатомний потенціал для стиснених кристалів інертних газів з урахуванням неадіабатичних ефектів**

Досліджуються неадіабатичні ефекти в динаміці ґратки кристалів інертних газів під тиском на основі моделі К.Б.Товпиго. З перших принципів розраховуються короткодійні потенціали відштовхування, інтеграли перекриття, силові параметри та параметри електрон-фононої взаємодії Ne–Xe в залежності від стиснення.

**Ключові слова:** кристали інертних газів, великий тиск, міжатомний потенціал, електрон-фононна взаємодія.

**Чигринская Ю. В. Межатомный потенциал для сжатых кристаллов инертных газов с учетом неадиабатических эффектов.**

Исследуются неадиабатические эффекты в динамике решетки кристаллов под давлением на основе модели К.Б.Толпыго. Из первых принципов рассчитываются короткодействующие потенциалы отталкивания, интегралы перекрытия, силовые параметры и параметры электрон-фононного взаимодействия Ne–Xe в зависимости от сжатия.

**Ключевые слова:** кристаллы инертных газов, большое давление, межатомный потенциал, электрон-фононное взаимодействие.

**Chygrynskaya Y. V. Interatomic Potential for Rare-Gas Crystals taking into account Nonadiabatic Effects.**

We study the nonadiabatic effects in lattice dynamics of rare-gas crystals under pressure based on the K.B.Tolpygo model. Repulsive short-range potentials, the overlap integrals, power settings and the electron-phonon interaction for Ne–Xe depending on compression are calculated from first principles.

**Key words:** rare-gas crystals, high pressure, interatomic potential, electron-phonon interaction.

## МАТЕМАТИКА

УДК [378.091.214:51](477)

**І. О. Деменков**

### **ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ВНЗ УКРАЇНИ**

Сучасна наука й техніка все більше застосовує різноманітні методи дослідження, математичне моделювання та проектування. Це обумовлено, передусім, швидким розвитком науково-технічного прогресу, комп'ютерної техніки та технологій. Внаслідок чого в сучасний період якість підготовки фахівців таких напрямів у вищому навчальному закладі набуває особливої значущості. Саме на етапі отримання вищої освіти закладається фундамент професії, формується менталітет фахівця, потенціал саморозвитку та самовдосконалення, розвиваються творчі здібності, вміння та навички самоосвітньої діяльності. Це потребує ґрунтовних знань з фахових дисциплін, у тому числі з математичних. Саме тому, курс вищої математики та його складових частин є базовим курсом для успішного оволодіння студентами комп'ютерних та технічних спеціальностей фахових дисциплін.

Основне завдання при викладанні курсу вищої математики у ВНЗ – допомога студентам у засвоєнні основ математичного апарату, необхідного для розв'язування теоретичних і практичних задач. Перед викладачем стоїть задача виробити у студента навички математичного дослідження прикладних задач, прищепити студентам уміння самостійно вивчати літературу з математики та її прикладних питань. При цьому проблема підвищення ефективності системи математичної підготовки фахівців органічно пов'язана з особливостями їх майбутньої професії. Курс вищої математики для технічних та комп'ютерних факультетів вищих навчальних закладів як за змістом, так і за методами навчання не повинен копіювати курси вищої математики математичних і фізичних факультетів класичних університетів або ВНЗ.

Для підвищення якості освіти в даний час розробляються різні підходи до організації навчального процесу у вищих навчальних закладах, змінюються навчальні плани спеціальностей, а, як наслідок, змінюються робочі програми з дисциплін, у тому числі з математичного напрямку. Тобто проблема змістовного наповнення математичних дисциплін та розподілу часів навчальних планів (аудиторних та не аудиторних) є актуальною.

Мета нашої роботи – виявити основні проблеми викладання курсу вищої математики для студентів комп'ютерних та технічних

спеціальностей у ВНЗ України. Для цього потрібно провести порівняльний аналіз розподілу часів навчальних планів (аудиторних та не аудиторних) та змістовного наповнення курсу вищої математики в різних вищих навчальних закладах для студентів комп'ютерних та технічних спеціальностей, зокрема «Програмна інженерія», «Системний аналіз», «Комп'ютерна інженерія» та «Інформатика».

Виходячи з поставлених цілей ми виділяємо наступні завдання:

1. Провести аналіз методичної літератури з досліджуваного питання .
2. Зіставити навчальні плани та робочі програми різних вищих навчальних закладів з вищої математики і окремих її компонентів.
3. Виявити основні теми курсу математики середньої школи , що лежать в основі курсу вищої математики у вищих навчальних закладах.
4. Виокремити основні труднощі, які виникають у процесі викладання курсу вищої математики та її компонентів на вище згаданих спеціальностях.

Проблеми вдосконалення навчального процесу у вищому навчальному закладі, пошуку шляхів підвищення ефективності навчання присвячені наукові роботи багатьох учених. Сьогодні дослідженням даної проблеми активно займаються А. Воевода, Н. Лосєва, В. Моторина, В. Швець та багато інших. Однак, існує низка проблем, що перешкоджають організації якісного процесу навчання математики.

По-перше, це протиріччя між можливостями традиційної системи підготовки та потребами сучасного суспільства в інженерах, адаптованих до різних аспектів професійної діяльності, здатних до самоосвіти та постійної динамічної перепідготовки.

По-друге, недостатня практична розробленість, впровадження сучасних тенденцій розвитку вищої професійної освіти (особистісно-орієнтоване і розвиваюче навчання, діяльнісний підхід і т.п.) у навчанні математики на технічних та комп'ютерних спеціальностях [1] та інші.

З метою вдосконалення системи навчання вищої математики було проведено аналіз існуючих систем математичної підготовки на комп'ютерних та технічних факультетах ВНЗ, який дозволив виявити нам ряд недоліків.

Ми порівняли курси складових частин вищої математики для спеціальностей «Математика», «Фізика», «Інформатика», «Системний аналіз», «Комп'ютерна інженерія» та «Програмна інженерія». Як виявилось, зазвичай курс вищої математики читається класично, без урахування прикладної спрямованості предмета. Відмінності є тільки у кількості часу на той чи інших розділ на користь спеціальності «Математика». Так при вирішенні аналітичної геометрії тема «Лінії другого порядку» вивчаються однаково на усіх перелічених вище спеціальностях, якісні відмінності з урахуванням специфіки майбутнього фахівця можливі тільки за умови самостійного опрацювання теми студентом.



Підручники, посібники та задачники з математики, які рекомендовані для роботи студентам у робочих програмах, або класичні, які створені більш ніж двадцять – тридцять років тому. Наприклад, майже кожен викладач рекомендує підручники під редакцією І. М. Гельфанда, О. В. Єфімова, П. С. Олександрова, А. В. Погорелова, Б. П. Демедовича та інших, які безумовно є класикою математичної бібліотеки, але не відображають специфіки сучасного підходу до математичних дисциплін для комп'ютерних та технічних спеціальностей ВНЗ. Або пропонувані методичні рекомендації містять тільки вправи обчислювального характеру, без конкретного додатка для вирішення професійних завдань [2].

Також відбувається перерозподіл навчального навантаження на користь самостійної роботи студентів, а значить, зменшення кількості аудиторних годин на курс вищої математики. Однак, в університеті вища математика читається студентам молодших курсів, у яких при досить слабкою базовою математичної підготовки вміння та навички самостійної роботи практично відсутні. Внаслідок чого переважна більшість студентів використовують відведений на самостійну роботу час не за призначенням, мають низьку культуру самоорганізації, самодисципліни, самоосвіти [3].

Додаткові труднощі при вивченні вищої математики обумовлені тим, що вузівський курс математики як за змістом, так і за формою викладу навчального матеріалу не забезпечує належною мірою спадкоємних зв'язків зі шкільним курсом математики.

Крім того, першокурсники мають різні рівні математичної підготовки і ще не адаптувалися до нових умов і вимог системи вищої освіти, в якій відсутні звичні для них класно-урочна система навчання і регулярний диференційований контроль за рівнем засвоєння навчального матеріалу.

Недолік навчального часу на аудиторних заняттях актуалізує проблему найбільш раціонального його використання, а, значить, висуває ряд підвищених вимог до змісту навчальних завдань, їх компонуванні, професійної спрямованості.

Таким чином нами були проаналізовані різні проблеми з якими на наш погляд зустрічаються викладач та студенти комп'ютерних та технічних спеціальностей ВНЗ.

### Література

1. **Чернилевский Д.** Дидактические технологии в высшей школе: Учеб. пособие для вузов. / Д. Чернилевский – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 286 с. 2. **Вітвицька С.** Основи педагогіки вищої школи. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 318 с. 3. **Аванесов В.** Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. – М.: Изд-во МИСиС, 1989. – 214 с.

**Деменков І. О. Основні проблеми викладання курсу вищої математики для студентів комп'ютерних та технічних спеціальностей у ВНЗ України**

У статті розглянуті питання особливостей викладання вищої математики для студентів комп'ютерних та технічних спеціальностей ВНЗ. Виокремлено основні труднощі, які виникають у процесі викладання курсу вищої математики та її компонентів на вище згаданих спеціальностях.

**Ключові слова:** вища математика, змістовне наповнення, комп'ютерні та технічні спеціальності.

**Деменков И. А. Основные проблемы преподавания курса высшей математики для студентов компьютерных и технических специальностей в вузах Украины**

В статье рассмотрены вопросы особенностей преподавания высшей математики для студентов компьютерных и технических специальностей вузов. Выделены основные трудности, которые возникают в процессе преподавания курса высшей математики и ее компонентов на вышеупомянутых специальностях.

**Ключевые слова:** высшая математика, содержательное наполнение, компьютерные и технические специальности.

**Demenkov I. A. The Main Problems of Teaching Higher Mathematics Course for Students of Computer and Technical Specialties in Universities of Ukraine**

The article deals with peculiarities of teaching higher mathematics for students of computer and technical specialties. Author determined the main difficulties arising in the process of teaching Mathematics and its components on the above mentioned specialties.

**Key words:** higher mathematics, content, computer and technical professions.

Ю. Д. Єремєєва

## **ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ УЧНІВ МАТЕМАТИЦІ**

Однією з основних дидактичних проблем, що стоять сьогодні перед педагогічною наукою, є не вирішені до кінця завдання створення та ефективного використання в навчальних закладах таких технологій навчання, які б забезпечили інтенсивне оволодіння учнями міцних знань, умінь та навичок і сприяли б якісному системному засвоєнню змісту навчання. У зв'язку з цим в педагогічному процесі, на наукових і науково-практичних конференціях уже багато років інтенсивно обговорюються проблеми інноваційного розвитку освіти. Одним із пріоритетних сучасних напрямків такого розвитку є застосування нових інформаційних технологій (НІТ) в навчальному процесі, а саме, під час вивчення математики, що дозволяє вчителю впливати на організацію навчальної праці, використовуючи їх у підготовці до проведення уроків та різноманітних виховних заходів.

Ця проблема є актуальною, оскільки відбувається поступова комп'ютеризація викладання навчальних дисциплін, що обумовило появу великої кількості методологічних, психолого-педагогічних досліджень інформатизації освіти взагалі й математичної освіти зокрема, а саме у працях Ю. В. Горошка, М. І. Жалдака, В. І. Клочка, Г. К. Селевко, К. В. Власенко, С. А. Ракова, Ю. С. Рамського, О. В. Співаківського, І. В. Роберта, О. І. Скафи, Н. В. Морзе, Ю. В. Триуса та інших науковців.

Проблемі підвищення ефективності навчання математики за допомогою нових інформаційних технологій присвячені дослідження М. І. Жалдака, Г. К. Селевко, С. А. Ракова, В. І. Клочко, Т. Л. Архіпової, О. В. Вітюка, М. Б. Ковальчук, О. А. Смалько та інших науковців.

Проте, залишається актуальною проблема використання нових інформаційних технологій під час навчання учнів математиці.

Отже, метою нашої статті є дослідження актуальності використання НІТ навчання на уроках математики різних типів.

Завдання статті – розкрити основні напрями використання нових інформаційних технологій у процесі здійснення основних видів навчальної діяльності.

У сучасному світі, мабуть, немає галузі, де б не використовувався комп'ютер. Не є виключенням і освітня галузь. Інтерес до вивчення предмету багато в чому залежить від того, як проходять уроки. Застосування комп'ютерної техніки на уроках дозволяє зробити їх нетрадиційним, яскравим, насиченим, наповнюючи його зміст знаннями

з інших наочних областей, що перетворюють математику з об'єкту вивчення в засіб отримання нових знань.

Як зазначає М. І. Бурда, якщо раніше основною функцією математичної освіти була власне математична освіта, то на сучасному етапі на перше місце виходить друга не менш важлива функція – освіта за допомогою математики, яка полягає у спрямуванні змісту предмета на вироблення якостей мислення, необхідних для адаптації і повноцінного функціонування людини в суспільстві, на засвоєння математичного апарату як засобу постановки і розв'язання проблем реальної дійсності.

Одним із шляхів якісно нового рівня вивчення математичних дисциплін є побудова навчального процесу на новій концептуально-методичній основі, тобто з використанням НІТ навчання.

Як відомо, до НІТ навчання відносять комплекс навчальних, організаційно-методичних засобів, що дають можливість перейти від репродуктивного до продуктивного типу навчання. Під час навчання учнів математики особлива увага приділяється:

- індивідуальному підходу, суть якого полягає у врахуванні особистісних можливостей кожного з учнів;
- вдосконалення методики проведення навчальних занять;
- пошуку нових підходів під час вивчення нового матеріалу або проведенні практичних занять.

При організації такого навчання найголовніший акцент робиться на виявленні творчих можливостей кожного з учнів, здатність висувати нестандартні ідеї при розв'язанні практичних завдань.

В своїх працях Г. К. Селевко відокремлює фактори, що обумовлюють ефективність застосування НІТ навчання на уроках математики:

- 1) різноманітність форм представлення інформації;
- 2) висока степінь наочності;
- 3) можливість моделювання за допомогою комп'ютера різноманітних об'єктів і процесів;
- 4) звільнення від рутинної роботи, що відвертає увагу від засвоєння основного змісту;
- 5) організація колективної та індивідуальної дослідницької роботи;
- 6) можливість диференціювати роботу учнів у залежності від рівня підготовки, пізнавальних інтересів та ін.; використовуючи сучасні інформаційні технології;
- 7) використання комп'ютерної оперативної техніки для контролю ЗУН;
- 8) можливості комп'ютера дозволяють учню активно приймати участь у процесі пізнання. [1, с. 15]

Часто інформаційні технології називають комп'ютерними технологіями, або прикладною математикою. Фундаментальні навчальні програми реалізують одне з найперспективніших застосувань НІТ у

викладанні та вивченні предмета «Математика», дозволяють формувати найважливіші поняття курсу математики на більш високому рівні, що забезпечує якісні переваги в порівнянні з традиційними методами.

На думку О. В. Андрієнко, комп'ютер, на уроці математики може застосовуватися в трьох режимах: демонстраційному, індивідуальному та дистанційному (індивідуальному). Також, ним було розглянуто особливості використання комп'ютера у зазначених режимах на різних етапах уроків.

1. Демонстраційний режим:

–при усному рахунку, коли на початку уроку через мультимедіа-проектор проводиться рішення різних завдань;

–при поясненні нового матеріалу, коли учителем демонструється через програмні та технічні засоби новий матеріал;

–при перевірці домашнього завдання, через мультимедіа-проектор;

–при роботі над помилками і т.д.

2. Індивідуальний режим:

–при усному, індивідуальному рахунку;

–при закріпленні;

–при тренуванні;

–при відпрацюванні ЗУН;

–при повторенні;

–при контролі і т.д.

3. Дистанційному (індивідуальному) режимі:

–в дослідницькій діяльності;

–в проектній діяльності учнів;

–при перевірці домашньої роботи;

–при перевірці контрольної роботи і т.д. [4, с. 11]

Розглянемо можливості використання НІТ на різних етапах навчання математиці.

а) Етап засвоєння нових знань.

Проведення уроків з використанням НІТ – це потужний стимул у навчанні. За допомогою таких уроків активізуються психічні процеси учнів: сприйняття, увага, пам'ять, мислення; набагато активніше й швидше відбувається збудження пізнавального інтересу. Людина за своєю природою більше довіряє очам, і понад 80% інформації сприймається і запам'ятовується нею через зоровий аналізатор.

Для оптимізації пояснення нового матеріалу найбільш розповсюдженим є використання комп'ютерної презентації як джерела навчальної інформації. Але, в ході педагогічної практики, було виявлено, що застосування зазначеного засобу навчання є застарілим, адже існують більш функціональні інформаційні технології, тому в навчальному процесі для досконалого сприйняття й осмислення навчального матеріалу доцільно використовувати такі педагогічні навчальні засоби й

математичні пакети НІТ, як GRAN1, GRAN-2D, MathCAD, Maple, Advanced Grapher. Завдяки зазначеним інформаційним технологіям можна ефективно проводити дослідження властивостей функцій, ГМТ тощо; висувати і перевіряти гіпотези, аналізувати отримані результати, систематизувати, узагальнювати. Їх використання дозволяє активно залучати учнів до навчального процесу, надаючи навчання експериментально-дослідницького спрямування. Використання НІТ навчання моделюючого типу надає школяреві можливість та навіть стимулює його до аналізу, усвідомлення зв'язків між складовими частинами матеріалу, окремими предметами або групами предметів та явищами навколишнього середовища.

б) Етап перевірки розуміння й закріплення учнями нових знань і способів дій.

Усвідомлення знань завершується їх закріпленням та підтримується формуванням відповідних умінь і навичок. Необхідність цього етапу засвоєння навчального матеріалу пояснюється тим, що в пам'яті людини не все зберігається. Закріплення матеріалу, який вивчається, певною мірою відбувається в момент його сприйняття, але засвоєння знання вимагає подальшого закріплення в пам'яті, запам'ятовування.

Використання НІТ навчання дає змогу закріпити матеріал, який вивчається, як у момент його сприйняття, так і при подальшому цілеспрямованому закріпленні.

Основними видами закріплення знань є первинне закріплення, поточне та узагальнююче повторення. Для виконання цих видів закріплення доцільним є використання різних математичних пакетів, таких як, MathCAD, MatLAB, Eureka, Mathematica, Derive, Maple, що дозволяють виконувати такі операції:

- арифметичні й логічні операції, обчислення функцій;
- дії над числами довільної розрядності і в будь-яких системах числення (з основою від 2 до 36);
- операції з дійсними і комплексними числами;
- символічне й чисельне диференціювання та інтегрування, обчислення сум і добутків елементів розрядів, границь функцій;
- перетворення формул;
- графічне представлення інформації (функції, залежні від однієї змінної, графіки функцій, графіки поверхонь, зображення різних просторових фігур);
- проведення обчислень з розмірними одиницями;
- символічне обчислення і ін. [3, с. 27-28]

Наприклад, запропонована учням нестандартна задача, зовні складна й «загадково» сформульована, для якої можна запропонувати оригінальний графічний розв'язок за допомогою НІТ навчання, здатна привернути до себе увагу всього класу, повернути впевненість у власних

силах учням, що мають певні прогалини у математиці, показати красу математичних розв'язків. При цьому зростає зацікавленість учнів до вивчення математики, розв'язування задач, самостійної діяльності з набуття нових математичних знань [2].

в) Етап всебічної перевірки (контролю) ЗУН.

Використання НІТ при контролі знань, вмінь і навичок учнів дає змогу без суттєвих витрат часу здійснювати регулярний моніторинг успішності учнів і негайно реагувати на найменші проблеми учня, не відкладаючи коригування знань до наступної «роботи над помилками» після чергової контрольної роботи, коли прогалини в знаннях учня стануть значно серйознішими.

Використання НІТ навчання на уроках математики надає можливість кожному учневі систематично й продуктивно повторювати пройдений матеріал як за завданнями вчителя, так і за своїм власним планом. Прикладом таких педагогічних програмних засобів є так звані «математичні тренажери» та програмні засоби моделюючого характеру. Завдання, представлені у вигляді тестових питань, є найпоширенішими, легкими в програмуванні й досить добре вивченими. Для цього можна використовувати такі програми для створення тестів: TEST W, eTest і MyTest. За допомогою них учень самостійно може перевірити свій рівень знань з теорії, виконати теоретико-практичні завдання не тільки з обчисленням, а й з елементами моделювання розв'язків математичних задач. Крім того, в них містяться теоретичні питання, зразки виконання завдань та завдання для самоперевірки. Програми зручні своєю універсальністю. Вони можуть бути використані як для самоконтролю, так і для контролю з боку вчителя.

На обчислювальній практиці ми мали змогу самостійно створювати завдання у вигляді тестового контролю за допомогою програм MyTest та eTest. Варто зазначити, що з позиції вчителя використання комп'ютерного тестування дасть йому змогу звільнитися від перевірки зошитів, розробки аналізу помилок та іншого. Адже, всі відомості з перевірки ЗУН кожного з учнів будуть відображатися на моніторі комп'ютера.

Але, в ході педагогічної практики, під час використання створеного нами тестового контролю, було виявлено, що можливості контролю знань в умовах НІТ не завжди мають позитивні особливості. Учні вважають за краще мати справу з машиною, аніж з вчителем. Тут ми маємо справу з суто психологічним явищем, що відображає соціальну природу людини. У разі підсумкового контролю кінцева оцінка успіхів повинна виставлятися вчителем, хоча вона може ґрунтуватися на даних автоматизованого контролю знань.

Таким чином, використання НІТ при контролі знань надає можливість підвищити ефективність навчального процесу лише в інтеграції з традиційними педагогічними технологіями.

г) Проектна діяльність учнів.

Суспільство стає все більш залежним від інформаційних технологій, тому учні можуть застосовувати можливості комп'ютера в дослідницькій діяльності, використовувати багатогранні можливості Інтернету в освітніх цілях.

До уроків узагальнення та систематизації знань і способів діяльності пропонується учням виконати проектні та творчі роботи: комп'ютерні презентації або веб-сторінки про історію розвитку певної теми з математики, про застосування досліджуваного матеріалу в інших областях знань, створювати графічне зображення та проводити дослідження просторових фігур. Виконання творчих завдань передбачає використання учнями інформаційно-комунікаційних технологій, освоєння проектно-дослідницької діяльності: роботу з Інтернет-ресурсами, створення презентацій та веб-сторінок як представлення результатів самостійної дослідницької діяльності.

Інформаційні технології створюють умови для самовираження учнів: плоди їхньої творчості можуть виявитися затребуваними, корисними для інших. Подібна перспектива створює найсильнішу мотивацію для їх самостійної пізнавальної діяльності в групах або індивідуально.

Таким чином, НІТ навчання математиці за наявністю відповідної технічної бази, педагогічного програмного забезпечення разом з дидактичними матеріалами та методиками їх використання дозволять значно активізувати навчально-пізнавальну діяльність учнів шляхом посилення мотивації навчання. Застосування НІТ навчання під час навчання математики сприяє розв'язанню проблем гуманізації та гуманітаризації навчання при одночасному посиленні наукового рівня викладання математики, формувати міцні знання, вміння та навички завдяки безпосередній участі учнів в процесі одержання знань та формування вмінь і навичок завдяки ознайомленню учнів з елементами сучасних методів наукових досліджень на основі НІТ. Прийоми роботи з сучасною обчислювальною технікою значно посилюють можливості подальшого навчання й праці в умовах сучасного інформатизованого суспільства. Але якими б не були переваги НІТ – ніщо не замінить спілкування з вчителем, адже на деяких етапах навчання все ж таки постає проблема спілкування учителя з учнями при неправильному застосуванні програм, або відхиленні від методичних рекомендацій.

Одним з подальших напрямів дослідження, на нашу думку, є розробка науково-обґрунтованої методики використання НІТ навчання на уроках математики з урахуванням вікових та психологічних особливостей школярів, щоб повною мірою розкрити всі можливості застосування НІТ навчання на уроках математики.



## Література

1. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – Москва, 1998. – С. 14–19 2. Жалдак М. І. Проблеми інформатизації навчального процесу в школі і вузі / Сучасні інформаційні технології у навчальному процесі: Зб.наук. праць / М. І. Жалдак – К. : КДП, 1991. – 3–16 с. 3. Використання математичних пакетів при вивченні математики: кваліфікаційна робота / [Науковий кер. : В. В Лапінський]. – К., 2008. – 80 с. 4. Андрієнко О. В. Використання інформаційно-комунікативних технологій на уроках математики в школі [Електронний ресурс] / О. В. Андрієнко – Режим доступу до статті: [http://virtkafedra.ucoz.ua/el\\_gurnal/pages/vyp9/Andrienko.pdf](http://virtkafedra.ucoz.ua/el_gurnal/pages/vyp9/Andrienko.pdf)

### **Єремєєва Ю. Д. Використання нових інформаційних технологій під час навчання учнів математиці**

У статті проаналізовано можливості та основні напрями використання нових інформаційних технологій під час навчання учнів математиці, а саме, на уроках різних типів та у процесі проведення основних видів навчальної діяльності.

**Ключові слова:** нові інформаційні технології, комп'ютерні технології, педагогічні технології.

### **Єремєєва Ю.Д. Использование новых информационных технологий во время обучения учащихся математике**

В статье проанализированы возможности и основные направления использования новых информационных технологий во время обучения учащихся математике, а именно, на уроках разных типов и в процессе проведения основных видов учебной деятельности.

**Ключевые слова:** новые информационные технологии, компьютерные технологии, педагогические технологии.

### **Yeremeeva Y. D. The Use of New Information Technologies in Teaching Pupils of Mathematics**

The article deals with the possibilities and the main ways of the usage of informational technologies during teaching mathematics such as at the lessons of different types and during the process of realization of main types of educational activities.

**Key words:** new informational technologies, computer technologies, pedagogical technologies.

**М. А. Омельченко**

## **РОЗВИТОК ЛОГІЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ**

Формування логічного мислення школярів – важлива частина педагогічного процесу. Допомогти учням у повній мірі проявити свої здібності, розвивати їх творчий потенціал, культуру мислення, формувати культуру праці на уроках – це основні задачі сучасної школи.

Актуальність проблеми розвитку логічного мислення учнів можна поділити на декілька аспектів. По-перше, проблема розвитку логічного мислення учнів має своє відображення у шкільному курсі математики у зв'язку з великою кількістю логічних помилок, які допускають учні у матеріалі, що вивчається. По-друге, якщо порівнювати математику з іншими навчальними предметами, то неважко помітити, що саме у шкільному курсі математики висовуються жорсткі вимоги до чіткої логічної організації матеріалу. По-третє, кількість джерел з методичної літератури, що стосується проблеми розвитку логічного мислення учнів, є незначною. Як правило, у відповідній літературі розглядаються окремі аспекти розвитку логічного мислення взагалі, але не акцентується увага на проблемі розвитку логічного мислення на уроках математики. Хотілося б зауважити, що недостатня увага вчителів математики до розвитку логічного мислення учнів при вивченні шкільного курсу математики суттєво відображається на логічному мисленні людини й надалі в повсякденному житті.

Означена проблема досліджувалася психологами, що займаються загальною теорією мислення (А. В. Брушлинський, П. Я. Гальперін, О. М. Леонтєв). Практичними дослідженнями таких вчених як І. Л. Никольська, Н. П. Партієв, О. О. Столяр, було доведено, що сучасна школа не відповідає вимогам для необхідного розвитку логічного мислення учнів. Цими науковцями було розроблено загальні програми, зміст і методику логічної підготовки школярів у процесі викладання математики. За редакцією А. П. Шатківського було розроблено й надруковано методичний лист під назвою «Розвиток логічного мислення учнів у процесі викладання математики у середній школі». У цьому листі досить глибоко вивчається проблема розвитку логічного мислення учнів, ставляться й оцінюються мета й зміст роботи з розвитку логічного мислення учнів у процесі викладання математики в середній школі [3]. О. О. Столяр у книзі «Педагогіка математики» відзначав, що шкільний курс математики має велике значення у вихованні культури мислення [2].

Пропонована стаття присвячується таким аспектам загальної проблеми розвитку логічного мислення учнів на уроках математики в середній школі:

- розвиток логічного мислення учнів при навчанні доведенню теорем та розв'язуванню задач;
- діагностування й корекція логічних помилок учнів;
- основні види роботи над розвитком логічного мислення учнів у процесі викладання математики;
- викладання навчального матеріалу як взірць логічної побудови міркувань;
- способи вироблення в учнів навичок самостійної роботи, що сприяють розвитку логічного мислення;
- перевірка знань учнів з метою розвитку їх логічного мислення.

Метою написання статті є постановка й розкриття проблеми розвитку логічного мислення учнів на уроках математики, відображення основних видів роботи із створення умов для розвитку логічного мислення учнів.

На думку З. І. Слєпкань, серед основних цілей навчання математики в школі, перше місце посідає саме розвиток логічного мислення: «... розумовий розвиток учнів – розвиток логічного мислення й інтуїції, просторових уявлень і уяви, пам'яті, алгоритмічної та інформативної культури...» [1, с. 9]. Зазвичай математиці приписують особливу роль у вихованні таких якостей, як строгість, ясність і точність мислення, які можна поєднати в поняття культура мислення. Це обумовлюється специфічним для математики стилем мислення, для якого є характерним домінування логічної схеми міркування над його змістом, лаконізм, строгість доведення й точність. Для виховання строгості мислення важливим є привчання учнів до повноцінної аргументації, розуміння необхідності строгого доведення, оскільки у математиці немає і не може бути наполовину доведених або майже доведених тверджень [2, с. 235].

Завдання викладача математики полягає в тому, щоб у процесі викладання курсу математики й на матеріалі цього курсу організувати цілеспрямовану й систематичну роботу, яка б допомагала учням усвідомлювати й застосовувати закони мислення й такі його форми, як поняття, судження, умовиводи [3, с. 4]. Роботу над розвитком логічного мислення учнів не можна проводити епізодично. Для цього необхідно використовувати кожне завдання, кожному теорему. Не можна розв'язувати задачі тільки для того, щоб отримати правильну відповідь.

У геометрії школярі зустрічаються з висновками при доведенні теорем й розв'язуванні задач. Розв'язування задачі, доведення теорем складається з ланцюжка висновків, у свою чергу ускладнених тим, що кожний з них наперед не визначений, що ані в задачі, ані в теоремі не подано явно ні посилок, ні висновків; у задачі найчастіше невідомий остаточний висновок. Виклад теореми чи тексту задачі при закритому задачнику або підручнику становить для учнів значні труднощі, але систематичне його застосування зобов'язує учнів більш серйозно й

вдумливо вчитуватися в текст задачі або теореми, а потім вже самостійно виділяти в них умову й висновок. Після розв'язання задачі або по ходу перевірки виконання домашнього завдання слід вимагати від учня більшої усвідомленості викладу. При цьому розуміння учнем матеріалу слід перевіряти додатковими запитаннями, які уточнюють, де та чи інша посилка з умови була використана при розв'язуванні задачі або доведенні теореми [3, с. 30 – 32]. Уміння самостійно знаходити доведення тверджень та розв'язування прикладів і задач повинен виробити в учнів їх учитель. Певна річ не існує й не може існувати єдиної методики вироблення в учнів навичок самостійного розв'язування теоретичних і практичних питань в галузі математики. Проте ряд корисних і цінних загальних вказівок з цього приводу можна зробити.

1) Насамперед учитель повинен виробити в учнів навички самостійного пошуку й розв'язань математичних питань.

2) Велику роль у справі набуття вміння самостійно розв'язувати математичні питання відіграє поступове включення у виклад предмета тих узагальнень, які можна зробити відносно використовуваних методів, прийомів, способів доведень математичних тверджень.

З метою розвитку логічного мислення учнів учитель не повинен пропускати й такого дійового засобу, як перевірка знань учнів. Для цього усні й письмові відповіді слід оцінювати як за змістом, так і за формою, що дуже важливо, бо часто дає змогу судити про недоліки мислення учня. Взагалі всім видам перевірки знань серед учнів слід надати активізуючого й навчаючого характеру. При проведенні перевірки знань серед учнів не буде зайвою взаємна критика обраних шляхів і засобів доведення, а також припущених при цьому логічних прогалин і помилок [3, с. 56 – 73].

Важливо, щоб учитель математики, шкільні підручники демонстрували зразки культури логічного мислення, яку можна привити учню лише тоді, коли він сам буде прикладати для цього зусилля. Саме тому дуже важливо, щоб учні розглядали виховання культури логічного мислення як особливо значуще завдання [4, с. 45 – 46]. Практичний досвід свідчить про те, що вчителі математики не приділяють достатньої уваги вихованню логічного мислення, проводять цю роботу епізодично. Це призводить до того, що значна частина учнів не розуміє доведень, не може точно провести міркування при розв'язуванні задач. Аналіз відповідей учнів і результатів контрольних робіт свідчать про велику кількість логічних помилок, які учні припускають через неточне тлумачення понять. Подолання цих логічних помилок у великій мірі залежить від того, наскільки добре поставлена робота над вивченням понять. Учні повинні розуміти, що кожний висновок повинен бути обґрунтованим, що в процесі міркувань неприпустима підміна одного поняття іншим або підміна одного недоведеного положення іншим, також недоведеним поняттям [3, с. 36 – 40].

Велике значення для розвитку логічного мислення мають аналіз, індукція і дедукція. Можна відокремити два види аналізу. Перший вид полягає у пошуку того логічного шляху, йдучи яким можна від заданих співвідношень дійти до співвідношення, що доводиться, тобто у встановленні шляху доведення того, що задані співвідношення є умовами, достатніми для здійснення співвідношення, що доводиться. Цей вид аналізу застосовується при доведенні тверджень. Другий вид аналізу застосовується при розв'язуванні задач та полягає в тому, що, виходячи з припущення, що шукана фігура або шукане значення величини існують, розшукують ті співвідношення, які є наслідками цього припущення, потім ті співвідношення, які є наслідками цього припущення, і так продовжують доти, доки не приходять до висновку, який може служити вихідним співвідношенням у ланцюзі обернених тверджень [3, с. 40 – 42]. Індуктивний метод встановлення деяких фактів, який застосовується на початкових стадіях навчання математики, полягає в знаходженні загальних висновків на підставі певного числа окремих спостережень. Навчання, що проводиться індуктивним методом, будується на безпосередньому сприйманні дійсних об'єктів і фактів [3, с. 49]. Дедуктивне міркування складається з ланцюга послідовно здійснюваних силогізмів. Тому вчитель розкриє суть дедуктивного міркування тільки в тому випадку, коли він хоча б на кількох прикладах подасть дедуктивне міркування в його повному вигляді, тобто так, щоб усі його силогізми були виділені явно [3, с. 54].

Великий вплив на розвиток логічного мислення учнів має викладання матеріалу вчителем. Маючи це на увазі, учитель, дбаючи про розвиток логічного мислення учнів, повинен всіляко домагатися, щоб виклад матеріалу курсу математики відзначався:

- 1) систематичністю й логічною послідовністю;
- 2) науковістю.

Варто зазначити, що з означеною проблемою розвитку логічного мислення учнів на уроках математики, яка підіймалась багатьма педагогами та психологами ми зіткнулися при проходженні педагогічної практики в школі. Але при вивченні методичних посібників та підручників з психології та педагогіки ми знайшли вирішили цю проблему.

З усього сказаного можна зробити такий висновок. Навчання математичній діяльності – це активне навчання математиці. Це означає, що вчитель повинен навчати учнів не заучувати готовий матеріал, а відкривати математичні істини, логічно організовувати здобутий досвід та використовувати теорію в різноманітних конкретних ситуаціях. Значну роль у навчанні математиці відіграє розвиток логічного мислення учнів, бо саме математика потребує чіткої логічної побудови.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі ми вбачаємо у розробленні системи вправ для розвитку логічного мислення учнів на уроках математики у сучасній школі.

## Література

1. Слєпкань З. І. Методика навчання математики : підручник для студентів математичних спеціальностей педагогічних навчальних закладів / З. І. Слєпкань. – К. : Зодіак-ЕКО, 2000. – 510 с. 2. Столяр О. О. Педагогіка математики : навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних інститутів / О. О. Столяр. – 3-є вид., переробл. – К. : Вища школа, 1986. – 414 с. 3. Шатківський А. П. Розвиток логічного мислення учнів у процесі викладання математики у середній школі : методичний лист / А. П. Шатківський. – К. : Радянська школа, 1959. – 108 с. 4. Фридман Л. М. Психолого-педагогические основы обучения математики в школе : ученик для студентов математических специальностей педагогических учебных заведений / Л. М. Фридман. – Москва : Просвещение, 1983. – 160 с.

### **Омельченко М. А. Розвиток логічного мислення учнів на уроках математики**

Стаття присвячена основним видам роботи з розвитку логічного мислення учнів. Розглянуто основні способи формування логічного мислення учнів на різних етапах навчального процесу, зокрема при самостійній роботі та при контролі знань, умінь, навичок.

**Ключові слова:** логічне мислення, навички самостійної роботи, логічна організація матеріалу.

### **Омельченко М. А. Развитие логического мышления учеников на уроках математики**

Статья посвящена основным видам работы по развитию логического мышления учеников. Рассмотрены основные способы формирования логического мышления учеников на различных этапах учебного процесса, в частности при самостоятельной работе и при контроле знаний, умений, навыков.

**Ключевые слова:** логическое мышление, навыки самостоятельной работы, логическая организация материала.

### **Omel'chenko M. A. Development of Logical Thought of Pupils on the Lessons of Mathematics**

The article is devoted the basic types of work on development of logical thought of pupils. The basic methods of forming of logical thought of pupils are considered on the different stages of educational process, in particular during independent work and at control of knowledges, abilities, skills.

**Key words:** logical thought, skills of independent work, logical organization of material.

**Н. О. Прасолова**

### **ЗАГАДКА ГРИГОРІЯ ПЕРЕЛЬМАНА**

Вихованець Ленінградського державного університету Григорій Перельман міг би продовжувати читати лекції, доводити теореми, але його цілеспрямованість, знання зробили його одним із ста геніїв, які живуть нині. Саме Григорій Яковлевич Перельман довів одну з найвідоміших задач століття: гіпотезу Пуанкаре. Метою нашої статті є ознайомлення читача з фактами біографії та науковою діяльністю математика. У своїй роботі ми спиралися на книгу Марії Гессен [5], наукові праці Г. Перельмана [6 – 8], інтернет-ресурси [2] та фільми, пов'язані з ім'ям ученого [9; 10].

Григорій Перельман народився 13 червня 1966 року в Ленінграді (нині – Санкт-Петербург) в єврейській родині. Його батько Яків був інженером-електриком, а мати, Любов Лейбівна, працювала вчителем математики в ПТУ. Крім Григорія, у сім'ї зростала його сестра Олена, яка також присвятила життя математиці. Вона переїхала до Ізраїлю. Там, в Інституті імені Вейцмана, Олена в 2004 році отримала ступінь кандидата фізико-математичних наук. Восени 1976 року Гриша Перельман прийшов до математичного гуртка Ленінградського палацу піонерів. Його вчителем був Сергій Євгенович Рукшин. На той час Сергію Євгеновичу було лише дев'ятнадцять років, він був студентом Ленінградського державного університету. У нього не було досвіду ведення математичних гуртків, зате мав непомірні амбіції. На сьогодні Сергій Рукшин – учитель двох лауреатів премії Філдса, педагог, що виховав 90 призерів та переможців міжнародних олімпіад з математики, професор, заступник директора фізико-математичного лицю № 239 м. Санкт-Петербурга.

У 1982 у складі радянських школярів Перельман завоював золоту медаль на математичній олімпіаді в Будапешті, отримав максимальний бал за розв'язок усіх задач. Головною нагородою за перемогу в олімпіаді було те, що він міг вступити у будь-який вищий навчальний заклад СРСР без екзаменів. У 1982 році, закінчивши Ленінградську школу № 239, Григорій вступив на математико-механічний факультет Ленінградського університету. Після першого курсу Сергій Рукшин узяв Перельмана у літній табір, де йому довірили вести математичну групу. Перельман показав себе жорстким і вимогливим учителем. На третьому курсі навчання в університеті Григорій Якович обрав майбутньою спеціальністю геометрію. Протягом навчання в університеті він перемагав на факультетських, міських і всесоюзних студентських математичних олімпіадах. За успіхи у навчанні отримував Ленінську стипендію. Восени 1987 року Перельман став

аспірантом при Ленінградському відділенні Інституту імені Стеклова (з 1995 року Санкт-Петербурзьке відділення Математичного інституту імені В.А. Стеклова), а Олександр Данилович Александров – його науковим керівником. Олександр Александров – радянський математик, якому належать важливі результати з теорії рівнянь в часткових похідних, з теорії функцій дійсних змінних, з математичної кристалографії. Захистивши в 1990 році кандидатську дисертацію, Григорій Перельман залишився працювати в інституті старшим науковим співробітником. Після захисту дисертації в 1990 році Перельман провів декілька місяців в Бюр-Сюр-Іветт (Франція). Там він активно займався математикою, а саме – просторами Александрова. У 1991 році видатний математик, лауреат Абелівської премії, доктор фізико-математичних наук, Михайло Громов допоміг Григорію Яковичу приїхати на фестиваль геометрії, який проводився в тому році в Дюкському університеті (Північна Кароліна, США). На фестивалі Перельман прочитав доповідь про простори Александрова, який пізніше ліг в основу його першої великої наукової статті в співавторстві з Громовим і Бураго – професором Санкт-Петербурзького відділення Математичного інституту РАН і завідувачем Лабораторії геометрії і топології цього інституту.

Восени 1992 року молодий математик приїхав в Курантівський інститут (США) на стажування в якості постдока для продовження роботи над просторами Александрова. Весняний семестр 1993 року провів в Університеті штату Нью-Йорк в Стоуні-Брук. Тут він прочитав курс лекцій з геометрії Александрова. Влітку Перельман відправився до Цюріха на Міжнародний конгрес математиків, де він виступив зі своєю науковою доповіддю. Восени 1993 року, після семестру в Стоуні-Брук, Григорій Якович став стипендіатом Інституту Міллера (Берклі, Каліфорнія). У 1996 році отримав премію Європейського математичного суспільства для молодих математиків, від якої відмовився. Повернувшись до Петербурга, Григорій Перельман оселився в Купчино зі своєю матір'ю і повернувся в лабораторію Юрія Бураго в Інституті імені Стеклова.

У 2002 – 2003 роках Григорій Перельман публікує в Інтернеті свої три знаменні статті, у яких він коротко виклав свій оригінальний метод доведення гіпотези Пуанкаре. Поява в Інтернеті першої статті про формулу ентропії для потоку Річчі викликало негайну міжнародну сенсацію в наукових колах. Після чого він отримав запрошення відвідати Стоуні-Брук і Массачусетський технологічний інститут з курсом лекцій. В Америці Перельман витратив багато часу, пояснюючи свої ідеї та методи на публічних лекціях, особистих зустрічах з низкою математиків. Газета «Нью-Йорк таймс» опублікувала статтю про доведення гіпотези Пуанкаре. Ця газета помилково стверджувала, що Григорій Перельман заявляє про доведення ним гіпотези і зв'язує успіх з нагородою. Це образило вченого. Після цього Перельман відмовився від усіх пропозицій



університетів працювати з ним. Після свого повернення в Росію він відповідав на численні запитання своїх закордонних колег електронною поштою. Протягом 2003 року він виклав до Інтернету ще дві свої статті, присвячені гіпотезі, але в дискусіях уже не брав участі. У 2004 – 2006 роках верифікацією результатів Перельмана переймалися три незалежні групи математиків: 1) Bruce Kleiner, John Lott, Мічиганський університет, 2) Zhu Xiping, Університет Сунь Ятсена 3) John Morgan, Колумбійський університет, Gang Tian, Массачусетський технологічний інститут. Вони розшифрували, дали коментарі до тез і пояснили доведення Перельмана – це була важка праця, тому що не кожний учений володів достатнім багажем знань у різних галузях математики. У своєму інтерв'ю [3] директор Санкт-Петербурзького відділення Математичного інституту РАН С. В. Кисляков сказав: «Г. Я. Перельман несподівано для всіх подав заяву про звільнення за власним бажанням у кінці 2005 року». У 2006 році за доведення гіпотези Пуанкаре Григорія Перельмана було нагороджено медаллю Філдса, від якої він також відмовився. У березні 2010 року Математичний інститут Клея присудив Григорію Перельману премію в розмірі одного мільйона доларів США за доведення гіпотези Пуанкаре. Він публічно відмовився і від цієї нагороди. У 2007 році британська газета «Дейлі телеграф» опублікувала список «Сто геніїв», у якому Григорій Перельман посідає 9-е місце.

Нині Григорій Якович ігнорує пресу, обірвав усі контакти з колегами, живе з матір'ю в Купчино (район Санкт-Петербурга), від наукової кар'єри відмовився.

У 90-х роках Перельман разом з Громовим і Бураго продовжував дослідження просторів Александрова (названими на честь Олександра Даниловича Александрова). У 1992 році він написав наукову статтю на тему в співавторстві з ними. У 1994 році Григорій Якович довів гіпотезу про душу. Цей термін був сформульований Джеффом Чигером і Детлефом Громолом, двома англійськими математиками, у 1972 році в статті, де була доведена теорема про душу і сформульована гіпотеза, яку і довів Перельман. Доведення містить у собі лише чотири сторінки. Після доведення гіпотези про душу Перельман став «молодою зіркою» серед математиків.

У 2002 – 2003 роках Григорій Перельман виклав в мережу Інтернет статті, що доводять гіпотезу Пуанкаре: усякий однозв'язний компактний тривимірний многовид без краю гомеоморфний тривимірній сфері. Важко зрозуміти про що саме йдеться в гіпотезі, не знаючи математичних понять. Пояснення припущення Пуанкаре в документальному фільмі режисера Масахіто Касугі «Чари Гіпотези Пуанкаре» звучить так: «Візьмемо ракету і прив'яжемо до неї дуже довгу мотузку і запустимо ракету в Космос. Ракета з прив'язаною до хвоста мотузкою облетить весь Всесвіт... Припустимо: ракета облетіла весь Всесвіт і вдало повернулася на Землю. Тепер у ваших руках обидва кінці мотузки, яку протягли через увесь Всесвіт. Отримали гігантську петлю.

Якщо напружитися, то можна витягти всю мотузку, стягуючи петлю. Отже, питання: «коли ми витягнемо всю мотузку, що ми можемо сказати про форму Всесвіту?». Хоча це й неможливо, але давайте уявимо, що ми можемо побачити наш Всесвіт з боку. Якщо ви протягнете мотузку через весь Всесвіт і у будь-якому випадку зможете стягнути її до кінця, хіба ви не визнаєте, що Всесвіт – це куля. Згідно з гіпотезою Пуанкаре, форма Всесвіту, в принципі, саме така. Але що, якщо мотузка застрягне, і ви не зможете вибрати її всю? Це може означати, що у Всесвіті є гігантська невидима діра, а мотузка зробила петлю навколо неї і застрягла. Тоді логічно припустити, що форма нашого Всесвіту нагадує, наприклад, бублик» [9].

Анрі Пуанкаре сформулював цю гіпотезу в 1904 році і став засновником топології. Топологи постійно кидали виклик гіпотезі Пуанкаре. Навколо неї сформувалася ціла галузь математики. За минулі роки вчені здобували різноманітні нагороди математичної спільноти, зокрема й медалі Філдса, не за остаточне розв'язання, а лише за «значні просування» у цій проблемі. Американський математик, доктор філософських наук Стівен Смейл довів, що «проблема вузлів» має вирішення у вищих розмірностях, але вона не може бути застосована для трьохвимірного простору. У 1982 році математик Уільям Терстон, який зараз працює професором математики та інформатики в Корнельському університеті (Нью-Йорк, США), припустив, що якою не була б форма Всесвіту, її можна скласти із не більше, ніж восьми базових типових компонентів. Гіпотеза геометризації Терстона містить гіпотезу Пуанкаре як окремий випадок. Якщо довести гіпотезу геометризації, то буде доведена й гіпотеза Пуанкаре. Річард Гамільтон, який працює професором математики Колумбійського університету, у своїх дослідженнях з топології многовидів, уперше виніс на розгляд математиків потоки Річчі – систему диференціальних рівнянь у часткових похідних, що описує деформацію ріманової метрики на многовиді. Саме Гамільтоном була запропонована, але не завершена програма досліджень, яку надалі розвинув Григорій Перельман у доведенні гіпотези Пуанкаре.

Першу свою знамениту статтю «The entropy formula for the Ricci flow and its geometric applications» [6], присвячену потокам Річчі, Григорій Перельман виклав в Інтернет 11 листопада 2002 року. У статті було вказано кілька тверджень, пов'язаних з програмою Річарда Гамільтона для доведення гіпотези геометризації Терстона для замкнутих тривимірних многовидів і дано нарис еkleктичного доведення цієї гіпотези, використовуючи раніше отримані результати в стягуванні з локальною нижньою кривизною.

Друга стаття «Ricci flow with surgery on three-manifolds» [7], що була викладена в Інтернеті 10 березня 2003 року, є продовженням першої статті. У цій статті був побудований потік Річчі і перевірено більшість тверджень.

17 липня 2003 року Перельман виклав останню свою статтю «Finite extinction time for the solutions to the Ricci flow on certain three-manifolds» [8], яка складалася лише з 7 сторінок. У ній було показано, що для будь-якої початкової риманової метрики розв'язок для потоку Річчі з перебудовою «згасає» за скінченний час. У доведенні використовується стаття Річарда Гамільтона, написана у 1999 році.

Гіпотеза Пуанкаре вплинула на долю багатьох математиків, які присвятили їй своє життя, вчених, які жили математикою. Вплинула вона і на Григорія Перельмана.

У 2006 році в «Азійському математичному журналі» була надрукована стаття китайських математиків Цао Хуайдуна і Чжу Сипіна «Повне доведення гіпотези Пуанкаре і гіпотези геометризації. Застосування теорії Гамільтона-Перельмана про потоки Річчі». Автори статті стверджували, що Гамільтон і Перельман лише заклали основу в доведенні гіпотези геометризації та гіпотези Пуанкаре, але завершили доведення не вони, а китайські математики. Тоді, очевидно, премії і слави заслуговують вони, а не Перельман з Гамільтоном. 3 червня 2006 року Яу Шинтун, китайський математик, що займався верифікацією результатів Григорія Перельмана, на прес-конференції в Пекіні заявив: «Внесок Гамільтона в доведення складає близько 50%, росіянина Перельмана – близько 25%, китайців Яу, Чжу, Цао та інших – близько 30%». Крім усього, ця заява дивовижна і в плані алгебри. Яу у своїх виступах повторював неодноразово, що заслуга в доведенні гіпотези повністю китайських математиків. Цао і Чжу заявляли, що в доведенні Перельмана були пробіли, які їм вдалося заповнити, що їх доведення остаточне і правильне. Багато математиків сприймають поведінку Яу у ситуації з гіпотезою Пуанкаре як порушення етики.

Але все ж 22 серпня 2006 року в Мадриді Григорію Перельману була присвоєна медаль Філдса «за його вклад в геометрію». На початку грудня Чжу і Цао опублікували виправлену статтю, у якій уже не говорилося, що саме вона є «головним досягненням».

Такого скандалу не було ніколи серед математиків. Для Перельмана математика була «чистою» наукою, а зараз вона повернулася до нього іншою стороною. Колеги, замість того, щоб займатися улюбленою справою, брали участь у публічних сварках, ділили його досягнення. Розчарований Григорій Якович вирішив звільнитися і відмовитися від математики. Йому не потрібна була слава і гроші. Але після уходу стало ще гірше: Перельману докучали колеги, репортери, вчителі, сусіди, вони намагалися увірватися до квартири, постійно переслідували, фотографували. Сьогодні Григорій Якович ігнорує пресу, веде замкнений спосіб життя, виходить гуляти лише зі старою матір'ю, ходить до опери. Гіпотеза Пуанкаре вплинула ще на одну долю математика.

Крім самого доведення гіпотези Пуанкаре, однієї із задач тисячоліття, більшість не може розгадати нову загадку – загадку

Перельмана: чому він відмовився від нагороди і медалі? Серед людей поширені такі версії.

Версія 1. Відмова від мільйона – це не просто відмова від мільйона; сенс його – у деградації тих, хто йому його дає.

Версія 2. Григорій відмовився від мільйона не тому, що він великий, а тому, що для Перельмана вже сам факт того, що він довів геометризацию – велика нагорода і щастя. Він домігся реалізації своєї мрії. Так що йому гроші не потрібні, зрештою, не заради них він працював.

Версія 3. Коротенько звучить так: в математиці премії надають одній людині / колективу, за яким власне і закріплюють пріоритет відкриття. Першопрохідці та роботи, на яких базується розробка, не враховуються, що, власне, логічно. Перельман каже, що без Гамільтона він би не зробив своєї роботи. Премію присудили Перельману. Перельман відмовляється від премії на протест сформованої ситуації. Тобто, якби Математичне Товариство розділило премію між Перельманом і Гамільтоном – він би прийняв її.

Версія 4. Небажання комітету премії Філдса гнівно засудити китайців, що спробували примазатися до його відкриття.

Версія 5. Гроші йому пообіцяли, але щоб їх отримати, необхідно було випустити своє доведення паперовим тиражем своїми силами, пройти через купу паперової тяганини, сплатити купу податків, пройшовши через багато кабінетів.

Найкраще про Перельмана можуть сказати лише люди, що його знали, що оточували протягом життя, були поруч при його злетах, вчили, направляли.

Один з його наставників Михайло Леонідович Громов, лауреат Абелівської премії, порівнював Перельмана з Ньютоном, але потім обмовився: «Ньютон був досить неприємною, недоброю людиною. Про Перельмана такого не скажу» [5, с.128]. Михайло Леонідович сказав про Перельмана також таке: «...Коли він був у геометрії, він був сильнішим геометром у світі... Він на порядок сильніше за всіх» [10].

Професор Нью-Йоркського університету Джефф Чигер заявив у одному із своїх інтерв'ю: «Коли говориш з Перельманом, стає ясно, що маєш справу з могутнім і проникливим розумом. З людиною в певному відношенні дуже сильною, впевненою у собі, майже впертою. Він не агресивний, а, швидше, самовпевнений» [5, с.134].

Професор Нью-Йоркського університету (США) Брюс Кляйнер розповів про ситуацію, коли Григорій Якович виклав свої статті в Інтернеті: «Ніхто з людей, які читали його роботи або слухали його лекції, не вважав, що він здатний на непродумані заяви і гіпотези, які виявляються неспроможними».

Сергій Рукшин, перший вчитель Г. Перельмана, знаючи його добре, прокоментував його небажання спілкуватися з людьми: «Гриша не

намагається влаштувати світ під себе, він просто відсікає спілкування з тими «кусками» світу, що йому не подобаються» [10].

Федір Богомолів, професор Нью-Йоркського університету, доктор фізико-математичних наук, говорить з широю посмішкою: «Перельман – народний герой. Чудово. Народний герой... Не купили ніяк. Взяв і не купився» [10]. З його слів помітно, що він захоплюється Григорієм Яковичем, адже відмовитися від такої суми грошей не так просто. Своєю поведінкою Перельман показав всім, що гроші – не головне, головною в житті повинна бути математика і в ній не місце продажності.

Григорій Якович Перельман – один із геніїв наших днів. Його внесок у науку важко переоцінити. Доведення гіпотези Пуанкаре є ключем до розуміння форми Всесвіту. Незважаючи на те, що Перельман відмовляється продовжувати займатися математикою, будемо сподіватися, що скоро він зробить не один важливий внесок у розвиток математики.

## Література

### 1. Перельман Г. Матеріал Вікіпедії. –

[Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Перельман\\_Григорий\\_Яковлевич](http://ru.wikipedia.org/wiki/Перельман_Григорий_Яковлевич). 2. **Интервью** с директором ПОМИ С. В. Кисляковым. О причинах ухода Г. Перельмана из ПОМИ. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://trv-science.ru/2010/03/30/o-prichinax-uxoda-g-perelmana-iz-pomi/>. 3. **Решетняк Ю. Г.** Мои воспоминания об А. Д. Александрове и о Ленинградском геометрическом семинаре. / Ю. Г. Решетняк // Владикавказский математический журнал. – 2001. – Т. 3. – Вып.1. 4. **Гессен М.** Совершенная строгость. Григорий Перельман: гений и задача тысячелетия: документальная проза / Маша Гессен ; пер. с англ. И. Кригера. – М. : Астрель : CORPUS, 2011. –272 с. 5. **Perelman G.** The entropy formula for the Ricci flow and its geometric applications. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arxiv.org/abs/math.DG/0211159>. 6. **Perelman G.** Ricci flow with surgery on three-manifolds. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://arxiv.org/abs/math.DG/0303109>. 7. **Perelman G.** Finite extinction time for the solutions to the Ricci flow on certain three-manifolds. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://arxiv.org/abs/math.DG/0307245>. 8. **Чари** гіпотези Пуанкаре [Документальний фільм] / реж. М. Касугі ; у ролях Стівен Смейл, Михайло Громов, Джефф Чигер ; NHK. – Японія. – Фільм вийшов на екрани у 2008 р. 9. **Іноходець.** Урок Перельмана [Документальний фільм] / реж. М. Михеев ; у ролях Михайло Громов, Сергій Рукшин; телекомпанія «Наобум». – Росія. – Фільм вийшов на екрани у 2011 р.

### **Прасолова Н. О. Загадка Григорія Перельмана**

У статті розглянуто біографію Григорія Перельмана, засновану на інтерв'ю вчених, документальних фільмах, книгах. Розглянуто наукові праці Григорія Яковича, проаналізовано можливі версії відмови від премій; визначається значення гіпотез Пуанкаре та геометризації. Подаються короткі відомості про вчених, пов'язаних з Перельманом і гіпотезою Пуанкаре.

**Ключові слова:** Перельман, гіпотеза Пуанкаре, потоки Річчі, гіпотеза геометризації.

### **Прасолова Н. А. Загадка Григорія Перельмана**

В статье рассмотрена биография Григория Перельмана, основанная на интервью ученых, документальных фильмах, книгах. Рассмотрены научные труды Григория Яковлевича, проанализированы возможные версии отказа от премий; определяется значение гипотез Пуанкаре и геометризации. Подаются краткие сведения об ученых, связанных с Перельманом и гипотезой Пуанкаре.

**Ключевые слова:** Перельман, гипотеза Пуанкаре, потоки Риччи, гипотеза геометризации.

### **Prasolova N. O. Grigori Perelman's Secret**

The article deals with Grigori Perelman's biography representing the description of all of his scientific works, possible theories of declining most of the awards and representing some facts about scientists who are connected with Perelman or the Poincare conjecture. The article also describes the meaning of the Poincare conjecture and geometrization.

**Key words:** Perelman, Poincare conjecture, Ricci flow, the geometrization conjecture.

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 378.147

**М. А. Бавыка**

### **ПРОБЛЕМА ОРГАНИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА К РЕСУРСАМ КАФЕДРЫ**

**Введение.** На кафедре информационных технологий и систем создана сеть на которой хранятся различные материалы для студентов размещаемые преподавателями и сотрудниками кафедры. Сеть построена и поддерживается с помощью сетевой операционной системы Novell NetWare. Есть выход в интернет. В сети размещаются данные об оформлении документов (лабораторных, курсовых и др.), дистрибутивы наиболее распространенных, необходимых и изучаемых программ, книги, лабораторные, лекции и т.д. Каждому пользователю предоставляется учетная запись в базе данных Novell eDirectory, присваиваются права и ограничения доступа. Студентам, зарегистрировавшим учетную запись, выделяется дисковое пространство для хранения файлов.

Некоторые студенты посещают занятия со своими портативными устройствами такими как ноутбук, планшетный компьютер или смартфон, при этом часто возникает проблема их подключения к сетевым ресурсам кафедры для получения материалов или доступа в интернет. В особенной степени это относится к смартфонам и планшетным компьютерам, так как у них отсутствует разъем для подключения к сети через кабель.

В качестве сети была выбрана беспроводная сеть Wi-Fi, так как в подавляющем большинстве современных портативных устройств встроены Wi-Fi адаптеры. Она обеспечивает простоту доступа к сети исключая проблему с сетевыми кабелями. Современные Wi-Fi точки доступа обеспечивают высокую скорость передачи данных в стандарте 802.11n согласно которому максимальная скорость в идеальных условиях может достигать 600 Мбит/с.

Существует проблема ограничения доступа в сеть от сторонних пользователей, которые не являются студентами или сотрудниками университета.

Кафедра информационных технологий и систем состоит из 5 учебных аудиторий, 2 преподавательских, одного кабинета завкафедры и одной инженерской (рис.1). Сервер находится в аудитории 151. При расположении точки доступа только в этой аудитории другим аудиториям, таким как 154, 155, 156, 157, 159 если и будет, то будет доходить слабый сигнал. Также подключение большого количества пользователей к одной точке доступа отразится на общей скорости передачи данных. Поэтому следует использовать несколько точек

доступа и рационально их расположить на территории кафедры для обеспечения максимально качественного сигнала.

ауд. 152	ауд. 154		ауд. 156		
ауд. 151	инж.	ауд. 153	ауд. 155	ауд. 157	ауд. 159

**Рис. 1.** Примерное расположение аудиторий кафедры.

Возможно два варианта обеспечения покрытия:

1. Расположение точек в разных местах, каждая точка подключается кабелем к общей сети и будет иметь свое имя.

2. Расположить точки доступа в разных аудиториях создав общую сеть с использованием технологии WDS.

При расположении точек и подключения их при помощи кабеля не получится объединить их в общую сеть, то есть для пользователей будут доступны столько возможных подключений сколько будет точек, даже при одинаковых названиях сети в каждой точке доступа.

В этом случае возникают следующие проблемы:

- Невозможность автораспределения нагрузки и пользователей на точки доступа.

- Для подключения к каждой точке необходимо прокладывать сетевой кабель.

При создании сети с использованием технологии WDS эти проблемы решаются. WDS (Wireless Distribution System) – технология, с помощью которой возможно создать общую сеть из Wi-Fi точек доступа под одним SSID (именем беспроводной сети), причем точки доступа подключаются к друг другу по Wi-Fi (рис. 2). Клиенты могут подключиться попадая в зону совместного покрытия от соединенных точек доступа.





**Рис. 2.** Примерная схема работы технологии WDS.

Особенности WDS:

- Точки доступа могут иметь различные или одинаковое SSID (имена беспроводной сети).
- Все точки доступа должны иметь одинаковые настройки безопасности, шифрования, должен быть установлен одинаковый ключ сети и одинаковая частота.
- Для подключения одной точки доступа к другой не требуется использовать кабельное соединение.
- Точки доступа должны иметь различные IP адреса.
- Точки доступа определяют друг друга по MAC адресам.
- Рекомендуется использовать точки доступа одного производителя и модели. В противном случае могут возникнуть проблемы и точки доступа не соединяться.
- С каждой последующей точкой доступа соединенной в одну сеть уменьшается пропускная способность сети, так как для связи точек используется один канал.

Чтобы обезопасить сеть от сторонних пользователей доступ в сеть должен быть ограничен. Пользователями беспроводной сети будут студентами и сотрудниками университета, учетные записи которых хранятся в базе данных Novell eDirectory, логин и пароль пользователей будут ключами для доступа в сеть. Для взаимодействия точек доступа и базы данных eDirectory используется протокол RADIUS.

RADIUS – протокол обеспечивающий аутентификацию, авторизацию и сбор информации об использовании сетевых ресурсов отдельным пользователем. Клиенту при подключении к Wi-Fi точке предлагается ввести логин и пароль. После этого, точка доступа передает введенные данные к RADIUS серверу. RADIUS сервер обращается к базе



**Рис. 3.** Примерная схема обеспечения аутентификации с помощью RADIUS сервера.

данных и сверяет данные в ней, после чего разрешает, отклоняет или каким-нибудь способом ограничивает возможности пользователя в сети.

Варианты аутентификации на точке доступа могут быть следующие:

- Открытая – подключение к точке доступа без ввода пароля.
- WEP – устаревший алгоритм шифрование. Прост для взлома.
- WPA – использует протокол целостности временного ключа

TKIP для шифрования.

- WPA2 – усовершенствованный WPA, используется протокол шифрования CCMP и шифрование AES. Считается более надежным чем WPA.

Из этих вариантов аутентификации только WPA и WPA2 могут поддерживать авторизацию с помощью логина и пароля, а именно: WPA-EAP/WPA2-EAP – в этом случае логин и пароль сверяется в базе данных на сервере.

Когда в точке доступа выбран данный способ защиты беспроводной сети, в настройках точки доступа необходимо указать IP адрес к установленному RADIUS серверу. Для работы RADIUS сервера необходима версия базы данных eDirectory начиная с 8.8.x и FreeRADIUS начиная с версии 1.0.2. Подробное руководство по настройке eDirectory совместно с FreeRADIUS сервером находится по ссылке [https://www.netiq.com/documentation/edir\\_radius/](https://www.netiq.com/documentation/edir_radius/).

**Выводы.** С оговоренными технологиями WDS и RADIUS возможно создать беспроводную сеть, состоящую из нескольких точек доступа, что позволяет сети иметь большой радиус покрытия, сеть может принимать в себя устройства при правильном вводе логина и пароля пользователя, что ограничит доступ к сети до преподавателей и студентов, которые имеют аккаунт в базе данных Novell eDirectory.

## Литература

1. **Протоколы RADIUS и TACACS+:** сравнение и принципы функционирования, Владислав Пинженин, Максим Мокроусов, Сетевые решения, 2003. 2. **Ресурс** <http://habrahabr.ru/post/170949/> – статья об использовании FreeRADIUS как сервера с помощью которого производится аутентификации к Wi-Fi точкам. 3. **Ресурс** <http://habrahabr.ru/post/139301/> – статья о создании Wi-Fi сети с несколькими точками доступа с помощью технологии WDS. 4. **Ресурс** <http://ru.wikipedia.org/wiki/WDS> – описание технологии WDS в википедии. 5. **Ресурс** <http://ru.wikipedia.org/wiki/RADIUS> – описание протокола RADIUS на википедии. 6. **Ресурс** [https://www.netiq.com/documentation/edir\\_radius/](https://www.netiq.com/documentation/edir_radius/) – руководство по настройке FreeRADIUS сервера совместно с Novell eDirectory.

### **Бавика М. О. Проблема організації бездротового доступу до ресурсів кафедри**

В статті розглядається спосіб організації бездротової мережі з підключенням до неї по логіну і паролю. Цю можливість забезпечує протокол авторизації, автентифікації та збору відомостей про використання мережі RADIUS. Логін та пароль в цьому випадку це логін та пароль облікового запису в базі даних Novell eDirectory. За допомогою технології WDS забезпечується загальна мережа, що складається з декількох Wi-Fi точок доступу.

**Ключові слова:** RADIUS, eDirectory, Novell, Wi-Fi, WDS.

### **Бавыка М. А. Проблема организации беспроводного доступа к ресурсам кафедры**

В статье рассматривается способ организации беспроводной сети с подключением к ней по логину и паролю. Эту возможность обеспечивает протокол авторизации, аутентификации и сбора сведений об использовании сети RADIUS. Логин и пароль в этом случае это логин и пароль учетных записей базы данных Novell eDirectory. С помощью технологии WDS обеспечивается общая сеть состоящая из нескольких Wi-Fi точек доступа.

**Ключевые слова:** RADIUS, eDirectory, Novell, Wi-Fi, WDS.

### **Bavyka M. A. Problem of Organization Wireless Access to Cathedra Resources**

The article describes method of organization wireless network with connection to they by login and password. This opportunity provides RADIUS protocol of authorization, authentication and collecting data of using network. Login and password in this case is login and password of account from Novel eDirectory database. WDS technology provides merging networks from different access points to one common network.

**Key words:** RADIUS, eDirectory, Novell, Wi-Fi, WDS.

**Е. П. Барабанщикова**

## **ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

На современном этапе перед образованием стоят задачи повышения качества образовательного процесса за счет широкого внедрения информационных технологий. Повсеместное использование современных информационных и коммуникационных технологий радикально изменило подход к обучению. Необходимость в оценке и проверке уровня и качества знаний возникает в любой деятельности человека. Проблема адекватности и валидности результатов теста становится еще острее при дистанционном и повсеместном использовании информационных технологий для тестирования и проверки знаний студентов, школьников.

Контроль уровня знаний является важной составной частью процесса обучения. Он обеспечивает обратную связь в системе «обучаемый - педагог». Контроль знаний выполняет в учебном процессе контролирующую, обучающую, диагностическую, воспитательную, мотивирующую и другие функции. Для управления процессом обучения на различных этапах, преподаватель должен постоянно иметь сведения о том, как учащиеся воспринимают и усваивают учебный материал.

Автоматизированный контроль знаний - это созданный с помощью современных информационных технологий тест, который предназначен для систематизированного контроля и оценки уровня усвоения знаний [1].

Контроль с точки зрения преподавателя - длительная и трудоемкая часть работы. Облегчить и систематизировать ее можно путем использования так называемых инструментальных программных средств.

Проконтролировать деятельность учащихся можно при наличии специальных контролирующих тестов. Тесты представляют собой особого вида задания, позволяющие групповым способом оперативно проконтролировать степень усвоения знаний и приобретения умений не затрачивая времени на проверку и оглашение результатов, а также объективно оценить учащихся.

Оснащение лекционных аудиторий средствами мультимедиа и компьютерной техникой, возрастающее число персональных компьютеров у населения - эти факторы обуславливают актуальность разработки инновационных универсальных тестовых систем, основанных на мультимедийных технологиях.

Существующие системы контроля знаний предоставляют многообразные варианты их организации и применения, а значит,

требуют глубокого изучения данной проблемы. Традиционные и известные на протяжении тысячелетий, методы контроля знаний обучаемых не способны эффективно и точно выявлять качество знаний. Более того, они вообще не способны дифференцировать их по уровню знаний между собой.

Тестирование является одной из наиболее технологичных форм проведения автоматизированного контроля с управляемыми параметрами качества. В этом смысле ни одна из известных форм контроля знаний учащихся с тестированием сравниться не может.

Рассмотрим ряд преимуществ автоматизированного контроля знаний по отношению к традиционным методам контроля:

- повышение эффективности контроля за счет увеличения частоты и регулярности тестирования;

- быстрое получение результатов испытания и освобождение преподавателя от трудоемкой работы по обработке результатов тестирования;

- объективность оценки;

- повышение мотивации по сравнению с традиционными формами опроса;

- процесс проверки автоматизирован;

- быстрая смена каждого задания на экране дисплея;

- установление интерактивного диалога с тестируемым;

- мгновенная реакция системы на качество заключений тестируемых;

- адаптация тестирующих воздействий к поведению испытуемых;

- ведение архива тестовых проверок;

- исключение дополнительных ошибок при обработке результатов тестирования;

- автоматическая корректировка меры трудности тестов;

- возможность дистанционной проверки знаний учащегося находящегося, вне учебного заведения (например, по причине болезни).

Как и все в этом мире, компьютерное тестирование имеет также и ряд отрицательных сторон, перечислим их:

- невозможность проверки уровня развития умений, таких как: логически выражать свои мысли, умение конкретизировать свой ответ примерами и т.д.;

- автоматическое выполнение теста обучающимися, часто без обдумывания ответа, либо от нежелания, либо из-за нехватки времени при заданном временном масштабе;

- односторонность тестовых заданий, несмотря на кажущееся разнообразие (в основном это задания на множественный выбор, заполнение пропусков в предложении, верные/неверные утверждения);

— ограниченное число правильных вариантов, не позволяющих предусмотреть все возможные ответы обучающихся, в таких заданиях как: задайте вопрос к предложению, озаглавьте текст);

отсутствие креативных заданий в блоке контроля, также связанное с ограниченными возможностями компьютера [2, 3].

Так как традиционный способ проверки знаний значительно уступает при сравнении с автоматизированным, он носит эпизодический, субъективный и фрагментарный характер. Экспериментальные исследования показывают, что оптимальным является 6-8 циклов текущего контроля, что обеспечивает высокую успеваемость студентов. Не смотря на перечисленные недостатки, достигнуть многоэтапного контроля можно лишь с помощью автоматизированных (компьютерных) систем, которые дают возможность оперативно обрабатывать результаты без дополнительных затрат времени преподавателя, что обеспечивает рациональное планирование учебного процесса.

В последние пять лет, с широкомасштабным внедрением компьютерных технологий решение задачи контроля знаний выходит на качественно новый уровень. Эксперименты, проводимые главным образом в высших учебных заведениях, убедительно показали высокую эффективность и значимость компьютеризированных систем контроля знаний. Перечисленные преимущества компьютерного тестирования позволяют считать, что такая форма проверки является одной из оптимальных средств повышения уровня полноты, достоверности и многоаспектности контроля знаний.

В настоящее время появляется множество компьютерных программ, служащих для проведения тестирования. Существует как множество продуктов (в том числе мультимедийных), с готовыми тестовыми заданиями, так и программы-оболочки для самостоятельного создания тестов. Так же существует ряд инструментальных программ, созданных отечественными и зарубежными специалистами. Разработанные на их основе компьютерные тесты обладают свойствами, присущими подобным системам: адаптивностью, открытостью, стандартностью, возможностью ее расширения и наращивания, способностью осуществлять индивидуальный и групповой контроль знаний студентов и др. [4].

Для сравнения было рассмотрено несколько популярных программ для создания компьютерных тестов. Исходя из сравнения возможностей рассмотренных программ можно сказать, что Adit Testdesk 2.4 наиболее удобна в использовании в отличие от других. Adit Testdesk ориентирована на использование в организациях и учебных заведениях, где требуется реализовать полный цикл тестирования. Результаты работы в Quiz Press можно сохранить только в виде набора файлов для загрузки на FTP - сервер, программа может использоваться для создания тестов, которые планируется размещать в Интернете. Wondershare QuizCreator может хранить тесты и опросы в формате Flash, с помощью этой

программы можно записывать тесты на диск. Schoolhouse Test предназначена исключительно для создания бумажных тестов и является удобным инструментом для организации вопросов в удобном для преподавателя виде.

Однако, несмотря на обилие на рынке всевозможных программных продуктов, обеспечивающих тестирование, ни один из них нельзя назвать универсальным и приемлемым для непрограммирующих пользователей, которым и предназначен подобный программный продукт. Ориентация на непрограммирующих пользователей - ключевое требование к подобным системам. Возможность работы с системой любому преподавателю, владеющему компьютером на уровне пользователя, инициирует массовую самостоятельность педагогов - носителей конкретного предметного знания. Кроме того, существующие тестовые программы, как правило, рассчитаны на узкий круг специалистов или область знаний. Существенным недостатком также является то, что существующие программы-генераторы тестов не допускают модификации структуры теста после сборки и компиляции отдельных тестовых блоков.

Исходя из выше сказанного, следует, что к концептуальным вопросам информатизации сферы образования целесообразно отнести вопрос использования системы компьютерного тестирования. Такая система позволяет активно влиять на образовательный процесс, способствовать эффективному усвоению учебного материала, и используемой, с одной стороны, преподавателем для промежуточного и итогового контроля знаний и, с другой стороны, обучаемым для самооценки уровня своей подготовленности в процессе самостоятельной работы. Одной из первостепенных задач информатизации образовательного процесса является организация автоматизированного тестирующего комплекса, как вспомогательного средства контроля знаний. Тестовая система за счет своей универсальности представляет собой автоматизированную поддержку самостоятельной работы студентов, позволяющую проводить контроль и самоконтроль уровня усвоения материала, выступать в роли тренажера при подготовке к экзаменам.

Так же следует отметить, что выбор компьютерного тестирования в качестве итоговой формы контроля должен быть сделан только тогда, когда обучающиеся готовы к такой форме проверки знаний, когда компьютерный тест является надежным и валидным, имеет больше преимуществ, чем недостатков в сравнении с традиционными формами контроля. Тестирование в компьютерной форме исключает возможность ошибки преподавателя при проверке тестовых заданий, сводит к нулю время, необходимое на проверку (время ожидания оценки учениками), устраняет необходимость раздачи и сбора тестового материала на бумаге.

## Литература

1. **Касьянова Н. В.** «Создание системы компьютерного контроля как результат новых информационных технологий в обучении», Восточноукраинский Национальный Университет (ВНУ), Украина, г.Луганск // материалы конференции ИТО-2001.
2. **Полевщиков И.С.** Особенности составления комплекта тестовых заданий для автоматизированного контроля знаний по дисциплине «Стандартизация разработки программного обеспечения» // «Технические науки – от теории к практике»: материалы XV международной заочной научно-практической конференции. (12 ноября 2012 г.); [под ред. Я.А. Полонского]. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2012. – С. 31-37.
3. **Введение** в практическое тестирование. Лекция 2: Правила разработки тестового задания и теста. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1023/300/lecture/4038>.
4. **Фесенко В. В.** Современные информационные технологии в общеобразовательной школе / **В.В. Фесенко**, Г.Б. Прончев. – Молодой ученый, 2011, №10(33), Т.1, С. 88 – 92.

### **Барабанщикова О. П. Переваги автоматизованого контролю знань**

У статті розглянуто переваги та недоліки автоматизованого контролю знань по відношенню до традиційних методів контролю.

**Ключові слова:** тест, автоматизація, контроль знань.

### **Барабанщикова Е. П. Преимущества автоматизированного контроля знаний**

В статье рассмотрены преимущества и недостатки автоматизированного контроля знаний по отношению к традиционным методам контроля.

**Ключевые слова:** тест, автоматизация, контроль знаний.

### **Barabanschikova O. P. Advantages of the Automated Control of Knowledges**

The article discusses the advantages and disadvantages of automated control of knowledge in relation to the traditional control methods.

**Key words:** test, automation, control of knowledges.



**В. О. Калініченко**

## **ВПРОВАДЖЕННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОН-ЛАЙН РЕСУРСАХ**

Актуальність. Життя сучасної людини характеризується надпотужним інформаційним потоком, який пронизує її побут, та сфери професійної діяльності. Надвеликий об'єм інформації позбавляє людину можливості охопити її усю, змушуючи, натомість, обирати якусь її частку. Це може призвести до отримання неповної, неактуальної або спотвореної інформації, позбавляючи людину можливості зробити об'єктивні висновки на основі її аналізу. Намагаючись уникнути цієї проблеми, дуже часто людина вдається до використання рекомендацій "однодумців" або "експертів" з певного питання. В той же час, обрання "експерта" з решти інших може виявитися суб'єктивним, як і рекомендації "однодумців", які можуть підсвідомо уникати окремих аспектів при аналізі подій та, навіть, фактів.

Ще більш актуальним це виявляється для інформаційних ресурсів, розташованих у всесвітній мережі Інтернет. Саме тому ми й намагаємося звертатися до джерел, які вважаємо достовірними, або такими, що їм можна довіряти (трастовими).

Ціль дослідження полягає в розробці моделі рекомендаційної системи інтелектуального типу з використанням колаборативного підходу, та ефективних програмних засобів її реалізації.

У відповідності до цілі дослідження була запропонована гіпотеза: модель рекомендаційної системи повинна бути комбінованого колаборативного типу з можливістю врахування загальних тенденцій та змін в інформаційному середовищі.

Основна частина. При розміщенні рекомендаційного сервісу на Інтернет ресурсі, поліпшуються такі показники: число продажів, кількість переглядів публікацій.

Наприклад, користувачі інформаційного ресурсу виставляють оцінки переглянутих статей. Якщо хтось з них хоче отримати рекомендацію, то з урахуванням його оцінок йому підбираються "однодумці", чії оцінки близькі до його власних. На підставі думки цього кола людей автоматично видається персональна порада: варто переглядати публікацію, чи ні. Завдяки такій системі клієнти вибирають статті, які в іншому випадку могли б взагалі не помітити: які тільки-но з'явилися, старі, чи не популярні тощо. З іншого боку, неупереджені рекомендації можуть застерегти людину від помилкового вибору статті, яка йому точно не сподобається, незважаючи на популярність в ЗМІ [1, 2].

Для комерційних сайтів, використання рекомендаційних систем відіграє важливу роль. Завдяки розміщенню на них рекомендаційних сервісів зростає число продажів. Відвідувачу сайту пропонується товар, який користується попитом у інших користувачів, та має гарні відгуки. Це зменшує час на пошук потрібного товару та максимально задовольняє вимоги клієнта, повертаючи його на сайт в майбутньому.

Рекомендаційна система – це програма, яка на основі даних про користувача (User) і предмет (Item) дає рекомендації. Така система включає в себе весь процес: від отримання інформації до її подання користувачеві. Вона є альтернативою пошуковим системам, так як дозволяє знайти об'єкти, які щойно добавленні чи ще не досить популярні. Існує велика кількість різних підходів до реалізації рекомендаційних систем, один з яких колаборативна фільтрація.

Найкраще зарекомендувала себе рекомендаційна система корпорації **NetFlix** заснована на методі колаборативної фільтрації. За даними компанії, ті, хто скористався віртуальними рекомендаціями «однорумців», як правило, більш задоволені переглядом, ніж ті, хто орієнтувався на рецензію в журналі, рекламний трейлер або щось ще [3].

Колаборативна фільтрація – це один з методів побудови рекомендацій у рекомендаційних системах, що використовує відомі оцінки групи експертів для прогнозування невідомих вподобань іншого користувача. Системи побудовані на методі колаборативної фільтрації стають незамінними, так як окремий користувач не здатний переглянути всі статті, щоб вибрати потрібну для себе інформацію.

Чимало рекомендаційних систем використовують рейтинги товарів та публікацій для їх рекомендацій. Існують сотні систем розрахунку рейтингу для обліку результатів у бізнесі, мистецтва, спорту, кулінарії і т.д. В кожному конкретному випадку застосовується та чи інша система розрахунку, залежно від її зручності для вирішення поставлених перед нею завдань.

На даний момент, в Інтернеті існують системи, що здійснюють пошук інформації, зображень, аудіо- та відео-файлів, використовуючи різні протоколи на веб-сайтах, в Інтернет-магазинах і на інформаційних порталах.

Спочатку, основним критерієм пошуку були внутрішні чинники, такі як кількість і розташування ключових слів на сторінці, вміст заголовків і т.д. Однак, з появою методів «чорної» розкрутки, виникла необхідність у нових методах оцінки якості контенту.

Зараз практично кожна пошукова система має свої механізми розрахунку рейтингу, і ці алгоритми постійно змінюються, удосконалюються. Проте, в цілому можна сказати, що найбільшу увагу сучасні пошукові системи приділяють «індексами цитування» (посилальної популярності) того чи іншого ресурсу.

Наприклад, користувачі певного ресурсу оцінюють його контент. Ці оцінки можуть бути використані, щоб розмістити високо-оцінений

контент нагорі, а низько-оцінений – внизу. Для цього на основі призначених для користувача оцінок потрібно обчислити певний «рейтинг».

*Хибним буде рішення, коли*

Рейтинг = ( Число позитивних оцінок) - ( Число негативних оцінок)

Чому це неправильно? Припустимо, у одного об'єкта є 600 позитивних оцінок і 400 негативних, тобто в підсумку 60 % позитивних. Припустимо далі, що в іншого об'єкта 5500 позитивних оцінок і 4500 негативних, тобто в підсумку 55 % позитивних. Даний алгоритм розташує другий об'єкт (з рейтингом 1000 , але всього з 55 % позитивних оцінок) вище першого об'єкта (з рейтингом 200 і з 60 % позитивних оцінок). Неправильно.

*Також хибним виявляється рішення, коли*

Рейтинг = Середня оцінка = ( Число позитивних оцінок) / ( Число всіх оцінок)

Чому це неправильно? Середня оцінка добре працює, якщо у вас завжди купа оцінок. Але припустимо, що у одного об'єкта 2 позитивні оцінки і 0 негативних. Припустимо далі, що у другого об'єкта 100 позитивних оцінок і 1 негативна. Даний алгоритм розмістить другий об'єкт (з купою позитивних оцінок) нижче першого об'єкта (з дуже малим числом позитивних оцінок). Це неправильно.

*Більш коректно буде проводити розрахунки за формулою*

Рейтинг = Нижня межа довірчого інтервалу Вільсона (Wilson) для параметра Бернуллі.

Чому це так? Нам необхідно знайти баланс між часткою позитивних оцінок і невизначеністю малого числа спостережень. На щастя, математичний апарат для вирішення цієї проблеми був розроблений ще в 1927 році Едвіном Вільсоном. Ми хочемо знати наступне: «Володіючи певним набором оцінок, чи можна з ймовірністю 95 % сказати, яка буде "реальна" частка позитивних оцінок?». Вільсон дає відповідь. Враховуючи тільки позитивні і негативні оцінки (тобто не беручи до уваги 5-бальну систему оцінювання), нижня межа частки позитивних оцінок обчислюється за такою формулою:

$$\left( \hat{p} + \frac{Z_{\alpha/2}^2}{2n} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\left[ \hat{p}(1 - \hat{p}) + \frac{Z_{\alpha/2}^2}{4n} \right] / n} \right) / \left( 1 + \frac{Z_{\alpha/2}^2}{n} \right)$$

Використовуйте мінус там, де написано плюс/мінус, щоб обчислити

нижню межу. Тут  $\hat{p}$  – частка позитивних оцінок,  $Z_{\alpha/2}$  є квантіль\*  $(1 - \alpha / 2)$  стандартного нормального розподілу, і  $n$  є загальне число оцінок [2, 4].

Існує велика кількість підходів до розробки рекомендаційних систем, ось деякі з них:

Найбільш природним є метод групових рекомендацій (group recommendation to individual user), назва якого говорить сама за себе: ми підбираємо новому користувачеві такі рекомендації, які подобаються більшості користувачів в його демографічній категорії.

Існує ряд різних стратегій, як об'єднувати рейтинги різних користувачів в групову рекомендацію. Наприклад, груповий рейтинг можна розраховувати так:

$$GR = \pi r_i^{w_i}$$

де  $r_i$  - рейтинг  $i$ -го користувача,  $w_i$  - вага  $i$ -го користувача. Добуток береться по всім користувачам або по виділеній групі по якомусь критерію (наприклад, вік).

Вагу  $w_i$  для користувачів з тим же віком, статтю та місцем розташування ми даємо більше значення, решті меншу (підбираються вручну) [5].

Альтернативним підходом є *фільтр-боти* (filterbots), які генерують дефолтні рейтинги для нового користувача. Тобто при реєстрації фільтр-боти автоматично згенерує кілька рейтингів для користувача на основі його демографічних даних, які будуть використані алгоритмами колаборативної фільтрації на холодному старті. Плюсом такого підходу є простота реалізації і відсутність необхідності змінювати існуючі алгоритми.

Крім того, фільтр-боти і групові рекомендації можна використовувати спільно: тоді за дефолтні рейтинги фільтр-ботів беруться групові рейтинги

Висновки. Нами була розроблена рекомендаційна система, заснована на методі колаборативної фільтрації. Вона складається з трьох основних критеріїв: «рейтинг автора», «зацікавленість», «подобається чи не подобається».

## Література

- 1. Коллаборативная** фильтрация // 28 августа 2012. URL: <http://habrahabr.ru/post/150399>. (Дата обращения: 8.10.2013).
- 2. Конституція** України – Розділ II, стаття 34. URL: <http://www.president.gov.ua/ru/content/chapter02.html>. (Дата обращения: 8.10.2013).
- 3. Миллион** долларов за новый рекомендательный алгоритм URL: <http://linux.kiev.ua/se/softnews/1882> (Дата обращения: 14.10.2013).
- 4. Рекомендательная** система: введение в проблему холодного старта // 10 февраля 2012. URL: <http://habrahabr.ru/company/surfinbird/blog/168733> (Дата обращения: 15.10.2013).
- 5. Коэффициент** зв'язку між двома ознаками. Кореляційний і регресійний аналіз URL: <http://textbooks.net.ua/content/view/5379/46> (Дата обращения: 22.10.2013).

**Калініченко В. О. Впровадження рекомендаційних систем на он-лайн ресурсах**

У даній статті розглянуті впровадження рекомендаційних систем на онлайн-ресурсах. Запропонована гіпотеза щодо моделі рекомендаційної системи, яка повинна бути комбінованою колаборативного типу з можливістю врахування загальних тенденцій та змін в інформаційному середовищі.

**Ключові слова:** рекомендаційна система, рекомендації, колаборативна фільтрація.

**Калиниченко В. А. Внедрение рекомендательных систем в он-лайн ресурсы**

В данной статье рассматривается внедрение рекомендательных систем в онлайн-ресурсы. Предложена гипотеза относительно модели рекомендательной системы, которая должна быть комбинированного колаборативного типа с возможностью учета общих тенденций и изменений в информационной среде.

**Ключевые слова:** рекомендательная система, рекомендации, колаборативная фильтрация.

**Kalinichenko V. A. Implementation of Recommendation Systems in on-line Resources.**

This article discusses for implementation of recommender systems in online resources. A hypothesis concerning the model recommendation system, which must be combined with the possibility of collaborative type of account general trends and changes in the information environment.

**Key words:** recommendatory system recommendations, collaborative filtering.

**В. О. Калініченко**

## **РОЗРОБКА МОДЕЛІ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА КОМБІНОВАНІЙ КОЛАБОРАТИВНІЙ ОСНОВІ**

Актуальність теми. Актуальність дослідження зумовлюється потребою розв'язання важливої наукової проблеми – розробка методів, алгоритмів та інструментарію створення ефективних рекомендаційних систем інтелектуального типу з використанням колаборативного підходу.

Сучасні моделі рекомендаційних інтелектуальних систем колаборативного типу, технології та інструментальні засоби створення рекомендаційних платформ не дуже добре досліджені, оскільки не доступні широкому загалу через комерційну таємницю, пов'язану з їхньою розробкою та використанням: комерційні компанії використовують рекомендаційні системи для покращення взаємодії з клієнтами, надаючи індивідуальні пропозиції, здатні якнайкраще задовольнити вимоги останніх.

В той же час, проблема вибору достовірної, повної та актуальної інформації постає все сильніше, особливо це пов'язано із розвитком всесвітньої мережі та її доступності для загалу. І якщо доступ до інформації людині гарантується Конституцією (стаття 34 Конституції України <http://www.president.gov.ua/ru/content/chapter02.html>), то якість цієї інформації, нажаль, ніхто не гарантує [1].

Складність і неосяжність різних суттєвих аспектів вибору, пов'язаного з інформацією, вимагає поєднання застосування різнопланових моделей, технологій і інструментарію для ефективної програмної реалізації розв'язку цієї задачі. Важливим тут є також і розробка методології найефективнішого використання відомих засобів.

Ціль дослідження полягає в розробці моделі рекомендаційної системи інтелектуального типу з використанням колаборативного підходу, та ефективних програмних засобів її реалізації.

Основна частина. Для реалізації моделі трендів ми розробили критерії, за якими можна рекомендувати статтю. Ця модель враховує актуальність тематики, за якою опубліковано статтю, ефект оцінки користувача-експерта, рейтинг користувача, який голосує. Користувач-експерт – це користувач ресурсу, який спеціалізується у якій-небудь конкретній тематичі, яку вибирає при реєстрації на ресурсі. При авторизації для нього стає можливим писати статті у темах, які він обрав та оцінювати статті цієї тематики. Під актуальністю тематики ми розуміємо швидкість зміни інформації за деякий час. Врахування цього фактору буде важливим з огляду на те, що інформація змінюється у різних тематиках по різному. Так наприклад, інформація з тематики "операційні системи" змінюється більш інтенсивно, ніж за тематикою

«книжки». Ефективність оцінки – це вплив, який надає конкретний користувач-експерт при голосуванні за статтю на загальний рейтинг статті. Рейтинг користувача, який голосує – це рейтинг який складається з таких складових: його активність на ресурсі, написання різних статей, голосування за публікації [2].

Зазначена модель трендів враховує критерії: цікавості статті та рейтингу автора. Критерій «цікавість» характеризує ступінь залучення активних користувачів (експертів відповідної тематики) до оцінювання конкретної статті. Даний критерій дає можливість кількісно оцінити резонанс, викликаний статтею серед користувачів, та певним чином характеризує її популярність. Так, що більше відгуків отримала стаття, то більш популярною вона є. При цьому, вираховуючи чисельну характеристику критерію «цікавість», для нас не має значення, позитивними, чи негативними були ці відгуки, головне, що стаття спровокувала активність користувачів, яку вони реалізували за рахунок голосування [3].

Даний рейтинг розраховується для статті з урахуванням її тематики кожного разу після голосування по цій публікації. Для його обчислення ми користуємося наступною формулою:

$$rv = last\_rv + (1 - actuality)^{time\_a}, \quad (1)$$

де,  $rv$  – перерахований рейтинг «цікавості» статті у відповідній тематиці;

$last\_rv$  – рейтинг цікавості, який був розрахований, до поточного часу;

$actuality$  – актуальність тематики;

$time\_a$  – різниця у часі (в тижнях) між датою написання статті та поточною датою.

Додаток  $(1 - actuality)^{time\_a}$  враховує втрату актуальності публікації з збігом у часі.

Критерій "рейтинг автора" характеризує рівень активності користувача (експерта відповідної тематики) на ресурсі та рейтингу його публікацій. При тривалій відсутності (1 тиждень) активності користувача на ресурсі, зростає його пасивний рейтинг, що веде за собою зниження його загального рейтингу. Даний критерій дає можливість оцінити наскільки активний користувач. Для обчислення рейтингу статті ми запропонували проводити відповідно до формули:

$$rst = \frac{effect}{count}, \quad (2)$$

де,  $effect$  – вплив експерта в конкретній тематиці на рейтинг статті при голосуванні. Використання цього фактору дає можливість об'єктивно оцінити усі оцінки поставлені за публікацію.

**count** – загальна кількість оцінок за статтю. Дана формула дає можливість врахувати кожен оцінку, щоб зробити об'єктивні висновки рейтингу статті. Для оцінки впливу «голосу» за статтю ми використали таку формулу:

$$\mathit{effect} = \mathit{last\_effect} + ar * \mathit{mark}, \quad (3)$$

**last\_effect** – вплив експерта в конкретній тематиці, який був розрахований до поточного часу;

**ar** – активний рейтинг експерта у певній тематиці, що допомагає нам адекватно оцінити вплив конкретного користувача на рейтинг статті при голосуванні. Він змінюється при кожному голосуванні за будь-яку статтю конкретної теми.

**mark** – оцінка виставлена користувачем за певну статтю, у певній тематиці. Вона може приймати значення «1» - якщо стаття сподобалась, «0» - якщо користувач не переглядав статтю, або прочитав та не оцінив, «-1» - якщо стаття користувачу не сподобалась. Для **mark** введемо порогове значення, яке задамо конкретною цифрою, наприклад 5 позитивних та 5 негативних оцінок за конкретний період часу(доба). Це допоможе нам запобігти масового виставлення оцінок та при порушенні цього нормативу, ми можемо вважати, що той, хто оцінює, веде себе не адекватно, та знижувати його рейтинг.

В нашій системі метод колаборативної фільтрації реалізовано на основі коефіцієнта кореляції Пірсона, який використовується для вимірювання ступеня лінійної залежності між двома змінними. Для даної системи змінними є оцінки користувачів та статті у певній тематиці.

Для оцінки лінійного кореляційного зв'язку між двома ознаками, що виміряні в метричних шкалах, часто використовують коефіцієнт кореляції Пірсона. Цей показник завжди набуває значення в числовому інтервалі від -1 до +1. Знак коефіцієнта показує «напрямок» зв'язку. Додатний коефіцієнт кореляції ( $r > 0$ ) свідчить про «прямий» зв'язок між ознаками (тобто такий, коли збільшення значення однієї ознаки збільшує значення іншої ознаки), а від'ємний ( $r < 0$ ) — про «зворотний» зв'язок (такий, коли зростання однієї ознаки веде до зменшення іншої ознаки).

Нижче математично описаний спосіб реалізації методу колаборативної фільтрації.

1) Обчислення середніх значень  $x$ ,  $y$ :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}, \quad \overline{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n}$$

2) Розрахунок дисперсій:

$$S^2(x) = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2, \quad S^2(y) = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2$$



3) Розрахунок середьоквадратичних відхилень:

$$S(x) = \sqrt{S^2(x)}, \quad S(y) = \sqrt{S^2(y)}$$

4) Розрахунок лінійного коефіцієнту кореляції Пірсона:

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{S(x)S(y)}$$

Висновки. Запропонована колаборативна модель дає нам можливість створення прогнозу оцінки користувачем нової публікації, яку він ще не оцінював. Для цього використовуються відомі оцінки цієї статті іншими експертами даної тематики, які потрапляють до однієї групи експертів-одномумців, тобто експертів, поведінку яких можна вважати подібною.

Ми обрали модель, відповідно до якої для кожного користувача ми обираємо групу одномумців, яка складається з одного експерта, поведінку якого можна вважати найбільш наближеною до поведінки самого користувача. Найбільш прийнятною для реалізації такого підходу ми вважаємо регресійну модель, яка дозволяє оцінити міцність зв'язку між поведінкою експерта та оцінюваного користувача, обчисливши коефіцієнт кореляції між попередніми оцінками, проставленими цими користувачами.

Після обчислення зазначених коефіцієнтів для кожного з експертів, які вже встигли оцінити публікацію, ми обираємо найбільший з них. Оцінка експерта, обраного в такий чин, може бути використана в якості прогнозованої оцінки «одномумця». Очевидно, в такому випадку, необхідно враховувати як прогнозовану оцінку, так і ступінь зв'язку між одномумцями (коефіцієнт кореляції). Саме тому в якості колаборативної оцінки публікації для кожного з користувачів ми ставимо у відповідність добуток прогнозованої оцінки та відповідного коефіцієнту кореляції.

## Література

**1. Конституція України** – Розділ II, стаття 34. URL: <http://www.president.gov.ua/ru/content/chapter02.html>. (Дата обращения: 8.10.2013). **2. Коефіцієнт кореляції та рівняння регресії** URL: <http://books.br.com.ua/38925> (Дата обращения: 18.10.2013). **3. Тренд. Трендовые модели. Правила построения и трендового анализа.** URL: <http://www.perlmasterbank.com/trndovie-modeli-v-forex.shtml> (Дата обращения: 15.10.2013). **4. Коефіцієнт зв'язку між двома ознаками. Кореляційний і регресійний аналіз** URL: <http://textbooks.net.ua/content/view/5379/46> (Дата обращения: 22.10.2013).

**Калініченко В. О. Розробка моделі рекомендаційної системи на комбінованій колаборативній основі**

У даній статті представлена модель рекомендаційної системи на комбінованій основі. Ця модель враховує актуальність тематики, за якою опубліковано статтю, ефект оцінки користувача-експерта, рейтинг користувача, який голосує.

**Ключові слова:** рекомендаційна система, рейтинг, колаборативна фільтрація, тренд.

**Калиниченко В. А. Разработка модели рекомендательной системы на комбинированной коллаборативной основе**

В данной статье представлена модель рекомендательной системы на комбинированной основе. Эта модель учитывает актуальность тематики, по которой опубликована статья, эффект оценки пользователя-эксперта, рейтинг пользователя, который голосует.

**Ключевые слова:** рекомендательная система, рейтинг, коллаборативная фильтрация, тренд.

**Kalinichenko V. A. Developing a Model Recommendation of System which based on a Combined Collaborative**

This article presents a model of recommendation system on a combined basis. This model takes into account the relevance of the subjects on which the article is published, the effect assessment expert users, ranking member who votes.

**Key words:** recommendatory system, rating, collaborative filtering, trend.

**Н. А. Калиниченко**

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ ГЛАВНЫХ  
КОМПОНЕНТ И ЛИНЕЙНОГО ДИСКРИМИНАНТНОГО  
АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ЛИЦ**

Актуальность. Распознавание человека по изображению лица выделяется среди биометрических систем тем что, во-первых, не требуется специальное или дорогостоящее оборудование, во-вторых, не нужен физический контакт с устройствами. Однако распознавание человека по изображению лица не обеспечивает 100%-ой надёжности идентификации.

Особенность состоит в том, чтобы распознать человека по изображению лица независимо от изменения ракурса и условий освещённости при съёмке.

Такие задачи не имеют точного аналитического решения. При этом требуется выделение ключевых признаков, характеризующих зрительный образ, определение относительной важности признаков путём выбора их весовых коэффициентов и учёт взаимосвязей между признаками. Изначально эти задачи выполнялись человеком-экспертом, что занимало много времени и не гарантировало качества. В новых методах выделение ключевых признаков осуществляется путём автоматического анализа обучающей выборки, но, тем не менее, большинство информации о признаках задаётся вручную. Для автоматического применения таких анализаторов выборка должна быть достаточно большой и охватывать все возможные ситуации.

Основной целью исследования является разработка методов распознавания и построение информационно-поисковых систем специального применения (ИПС СП), обеспечивающих автоматическую идентификацию личности человека в реальном масштабе времени по изображению его лица.

Была поставлена задача, сравнить метод главных компонент и метод линейного дискриминантного анализа (ЛДА). Необходимо проверить метод главных компонент и метод ЛДА.

Основная часть. Нейросетевые методы предлагают иной подход к решению задачи распознавания образов. Веса в нейронной сети не вычисляются путём решения аналитических уравнений, а подстраиваются различными методами при обучении. Обучаются нейронные сети (НС) на наборе обучающих примеров. Обученная НС может успешно применяться для распознавания человека при различных условиях. Таким образом, применение нейронных сетей для задачи распознавания человека по изображению лица, является перспективным направлением.

## Методы идентификации человека по изображению лица

При всём многообразии различных алгоритмов и методов распознавания изображений, типичный метод распознавания состоит из трёх компонент (рис. 1):

1. Преобразование исходного изображения в начальное представление (может включать в себя как предобработку, так и математические преобразования, например вычисление главных компонент);

2. Выделение ключевых характеристик (например, берётся первые  $n$  главных компонент или коэффициентов дискретного косинусного преобразования);

3. Механизм классификации (моделирования): кластерная модель, метрика, нейронная сеть и т.п.

Сложившиеся подходы к идентификации персон по изображениям человеческих лиц практически устоялись. Необходимо совершенствование существующих алгоритмов с целью оптимизации обеспечиваемых ими временных и точностных характеристик поиска за счет использования ключевых признаков, извлекаемых автоматически из изображения персоны (например, пол, наличие бороды, очков, ракурс лица и др.), и, таким образом, повысить скорость и точность поиска.



Рис.1. Схема взаимосвязи структурных элементов типичного метода распознавания изображений.

### **Метод главных компонент**

Метод главных компонент (Principal Component Analysis, PCA) применяется для сжатия информации без существенных потерь информативности. Он состоит в линейном ортогональном преобразовании входного вектора  $X$  размерности  $N$  в выходной вектор  $Y$  размерности  $M$ , где  $N > M$ .

#### Преимущества:

- при наличии в наборе изображений лиц вариаций, таких как раса, пол, эмоции, освещение, будут появляться компоненты, величина которых в основном определяется этими факторами. Поэтому по значениям соответствующих главных компонент можно определить, например, расу или пол человека;
- хранение и поиск изображений в больших базах данных, реконструкция изображений.

Основная трудность состоит в высоких требованиях к условиям съёмки изображений. Изображения должны быть получены в близких условиях освещённости, одинаковом ракурсе (решается добавлением в обучающую выборку изображений в различных ракурсах) и должна быть проведена качественная предварительная обработка, приводящая изображения к стандартным условиям.

### **Метод линейного дискриминантного анализа**

При помощи метода линейного дискриминантного анализа (Linear Discriminant Analysis, LDA), выбирают проекцию пространства изображений на пространство признаков таким образом, чтобы минимизировать внутриклассовое и максимизировать межклассовое расстояние в пространстве признаков. В этих методах предполагается, что классы линейно разделимы.

#### Преимущества:

- отмечена высокая точность распознавания (около 94%) для широкого диапазона условий освещённости, различных выражений лица и наличия или отсутствия очков.

#### Проблемы метода:

- однако остаются невыясненными вопросы, применим ли этот метод для поиска в больших базах данных, может ли метод работать, когда в тренировочной выборке для некоторых лиц имеется изображение только в одних условиях освещённости;
- так же не производилось изменения ракурса, а эксперименты с изменением освещения проводились без изменения других факторов. Будет ли данный метод работоспособен при таких сочетаниях тоже неизвестно. Как и в методе собственных лиц, здесь тоже нужна качественная предварительная обработка, приводящая изображения к стандартным условиям.

Для проведения исследований были разработаны программы на языке C++ Builder, реализующие метод главных компонент и метод ЛДА.

Экспериментальные исследования проводились с использованием базы ORL, базы FERET и собственной базы из 15 человек. Во всех базах содержались изображения различных ракурсов регистрации, с произвольной мимикой, различным масштабом и условиями регистрации. Цель настоящего эксперимента заключалась в оценке эффективности метода распознавания для различного количества  $K$  классов в базе данных ( $K = 4, 15, 40, 100, 200$  и  $395$ ). Оценка эффективности распознавания для малого числа классов ( $K = 4, 15$ ) показала, что минимальное число образов в каждом классе не должно быть меньше 5, поскольку матрицы ковариации, используемые в методах PCA и LDA, в этом случае становятся особенными и в таком случае нельзя гарантировать стабильность редукции исходного признакового пространства.

Первая и вторая компоненты редуцированных признаков  $\hat{L}$  ( $v_{xv}$ ) «отвечают» за поворот и позу головы, а третья — собственно за выражение лица. При этом влияние компоненты в процессе распознавания (в результате выбора близкого образа) тем выше, чем ниже порядковый номер компоненты.

Таблица 1.

Кол-во распознаваемых людей	Кол-во изображений каждого человека	Кол-во изображений, используемых для обучения	Ошибка второго рода (FRR) при использовании коэффициента корреляции	
			PCA	LDA
4	10	5	0,000	0,000
15	15	5	0.333	0.063
		10	0.230	0.133
40	10	3	0.330	0.122
		5	0.250	0.155
		7	0.184	0.033
100	20	5	0.197	0.056
		7	0.176	0.104
200	20	5	0.173	0.102
		7	0.104	0.083
395	20	5	0.083	0.064
		7	0.080	0.046

Была проведена проверка методов PCA и LDA для случая, когда исходная база данных сложена из двух или более разнородных баз. Для этого к 40 классам базы данных ORL было добавлено 355 классов из базы FERET. Следует отметить, что добавленные изображения имели более низкое разрешение, темный фон, разное освещение и размеры, а также значительные вариации поворотов лица.

Вследствие такого отличия исходных данных в пространстве редуцированных признаков появились новые признаки, сгруппированные в отдельной области относительно признаков базы ORL. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Выводы. Из приведенного анализа следует, что для повышения вероятности распознавания целесообразно использовать сочетание обоих методов. Для этого необходимо проведение дальнейших исследований.

### Литература

**1. Головкин В. А.** Нейроинтеллект: Теория и применения. Книга 1. Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями — Брест: БПИ, 2009, — 260с. **2. Самаль Д. И., Старовойтов В. В.** — Подходы и методы распознавания людей по фотопортретам. — Минск, ИТК НАНБ, 2008. — 54с. **3. Самаль Д. И., Старовойтов В. В.** Методика автоматизированного распознавания людей по фотопортретам // Цифровая обработка изображений. — Минск: ИТК, 2009.-С.81-85. **4. Вороновский Г. К.,** Махотило К. В., Петрашев С. Н., Сергеев С. А. – Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков: Основа, 2007.

### **Калініченко М. А. Аналіз використання методів головних компонент та лінійного дискримінантного аналізу для вирішення задач з розпізнавання облич**

У даній статті проведено аналіз використання методів головних компонент та лінійного дискримінантного аналізу для вирішення задач з розпізнавання облич. У ході аналізу виявлено, що для підвищення ймовірності розпізнавання доцільно використовувати поєднання обох методів.

**Ключові слова:** метод головних компонент, лінійний дискримінантний аналіз, розпізнавання облич.

**Калиниченко Н. А. Анализ использования методов главных компонент и линейного дискриминантного анализа для решения задач по распознаванию лиц**

В данной статье проведен анализ использования методов главных компонент и линейного дискриминантного анализа для решения задач по распознаванию лиц. В ходе анализа выявлено, что для повышения вероятности распознавания целесообразно использовать сочетание обоих методов.

**Ключевые слова:** метод главных компонент, линейный дискриминантный анализ, распознавание лиц.

**Kalinichenko N. A. Analysis for using of Methods of Principal Components and Linear Discriminant Analysis to Solve Problems for Face Recognition**

This article analyzes for use of methods of principal component and linear discriminant analysis of the solution for problems in face recognition. The analysis revealed that to increase the likelihood of recognition appropriate to use a combination of both methods.

**Key words:** principal component analysis, linear discriminant analysis, face detection.



**В. Ю. Козуб**

## **ВИКОРИСТАННЯ ОСВІТЛЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ**

Математичні моделі механічних процесів зазвичай описуються диференціальними або інтегральними рівняннями. Для вирішення прикладних задач у відповідних постановках використовуються, в загальному, чисельні методи, з яких найбільшого поширення набув метод скінчених елементів (МСЕ). Метод скінчених елементів є потужним і надійним засобом дослідження поведінки конструкцій в умовах різноманітних дій. Засоби методу скінчених елементів дозволяють проводити розрахунки статичного і динамічного напружено-деформованого стану конструкцій (у тому числі геометрично і фізично нелінійних задач механіки деформованого твердого тіла), форм і частот коливань, аналізу стійкості конструкцій, нелінійних перехідних процесів та ін. У рішенні загальної обчислювальної задачі з використанням МСЕ можна виділити три етапи: попередню обробку, розрахунок і постобробку.

Перший етап полягає в завданні геометрії розрахункової області і визначенні початкових і граничних умов. Далі виробляється побудова розрахункової сітки для заданої геометрії. Наступний етап – власне розрахунок, результатом якого є деякі розподіли фізичних величин по елементах сітки. Завершальний етап припускає постобробку результатів розрахунку, знаходження фізичних і допоміжних геометричних характеристик, а також їх візуалізацію.

Питання геометричного моделювання і обчислювальної топології у багатьох випадках є визначаючими для систем автоматизованого проектування (САПР) та всіляких графічних інтерфейсів користувача, а їх методологія і аспекти програмних реалізацій стали предметами самостійного вивчення [1, 2]. На сучасному етапі подібні розробки є однією з фундаментальних задач в області автоматизованого проектування. Одним з перспективних напрямків є саме візуалізація виводу даних з САПР.

*Мета* дослідження полягає у використанні освітлення тривимірних об'єктів, при створенні алгоритму та програмного додатку для візуалізації даних розрахунків з обчислювального комплексу "МІРЕЛА+" на основі методу скінчених елементів.

Альтернативним підходом до візуалізації результатів розрахунку є зміна геометрії області відповідно до розподілу ефектів освітлення просторових об'єктів. Це дає можливість побачити особливості форми поверхні об'єкту, що дозволяє отримати додаткову інформацію про розподіл величини, що аналізується.

Для зображення освітленої сцени в комп'ютерній графіці найчастіше застосовується моделі дифузного і дзеркального відображення об'єктом світла від заданого одного або декількох точкових джерел освітлення [1, 3].

Дифузне відображення світла точечного джерела від ідеального розсіювача визначається законом Ламберта, згідно з яким світло, що падає, розсіюється на всі боки з рівною інтенсивністю. В цьому випадку освітленість точки пропорційна її площі, видимій від джерела та описується наступним співвідношенням:

$$I_r = I_p \cdot P_d \cdot \cos \varphi, \quad (1)$$

де  $I_r$  – інтенсивність відбитого світла,  $I_p$  – інтенсивність точечного джерела,  $P_d \in [0, 1]$  – коефіцієнт дифузного відображення, залежний від властивостей матеріалу відбиваючого об'єкту і кольору джерела освітлення,  $\varphi \in [0, \pi/2]$  – кут, утворений напрямом світла і нормаллю поверхні.

Для підвищення реалістичності сприйняття малюнка в комп'ютерній графіці також враховується і наявність розсіяного світла, яке описується за допомогою коефіцієнта розсіювання:

$$I = I_r \cdot P_r + I_p \cdot P_d \cdot \cos \varphi, \quad (2)$$

де  $I_r$  – інтенсивність розсіяного світла,  $P_r \in [0, 1]$  – коефіцієнт дифузного відображення розсіяного світла.

Моделювання загасання світла з відстанню від джерела описується наступним вираженням:

$$I = \frac{I_r \cdot P_r + I_p \cdot P_d \cdot \cos \varphi}{d + K}, \quad (3)$$

де  $d$  – відстань від центру проекції до об'єкту,  $K$  – довільна константа, яка задає міру загасання світла.

При використанні паралельного проектування облік відстані забезпечується тим, що найближчий до спостерігача об'єкт освітлюється з максимальною інтенсивністю, а усі розташовані далі - з меншою. При цьому як відстань  $d$  використовується відстань до найближчого до точки спостереження об'єкту.

Відбите від ідеального дзеркала світло видно тільки у тому випадку, якщо кут, утворений напрямом спостереження і відображення, дорівнює нулю. Для неідеальних віддзеркалювальних поверхонь використовується модель Фонга [4]:

$$I_s = I_p \cdot W(\lambda, \varphi) \cdot \cos^n \alpha, \quad (4)$$

де  $W(\lambda, \varphi)$  – крива відображення, залежна від довжини хвилі  $\lambda$  світла джерела і кута падіння  $\varphi$ ,  $\alpha \in [-\pi/2, \pi/2]$  – кут між напрямом спостереження і відображення,  $n \in [1, 200]$  – показник міри, що задає убавання інтенсивності при зміні кута.

Для простоти на практиці зазвичай  $W(\lambda, \varphi)$  замінюють деякою константою  $K_s$ , підбраною так, щоб побудована картина суб'єктивно сприймалася реалістично.

Таким чином, використовувана в комп'ютерній графіці сумарна модель освітлення має вигляд:

$$I = I_r \cdot P_r + \frac{I_p}{d + K} \cdot (P_d \cdot \cos \varphi + W(\lambda, \varphi) \cdot \cos^n \alpha) \quad (5)$$

або

$$I = I_r \cdot P_r + \frac{I_p}{d + K} \cdot (P_d \cdot \cos \varphi + K_s \cdot \cos^n \alpha) \quad (6)$$

При використанні нормованих векторів напряму падіння  $L$ , нормалі  $N$ , відображення  $R$  і спостереження  $V$ , модель освітлення для одного джерела описується таким чином:

$$I = I_r \cdot P_r + \frac{I_p}{d + K} \cdot (P_d \cdot L \cdot N + K_s \cdot (R \cdot V)^n) \quad (7)$$

При візуалізації плоскої полігональної фігури (наприклад, грані скінченого елемента), якщо джерело світла знаходиться на нескінченності, то  $L \cdot N$  дорівнює константі, а  $R \cdot V$  змінюється в межах цієї фігури. Таким чином візуалізація освітленого скінчено-елементного об'єкту вимагає поточечної побудови образу, що призводить до необхідності використання оригінального алгоритму  $Z$ -буфера.

На рис. 1 приведено освітлене зображення складного об'єкту [5].

Для завдання форми поверхні в таких бібліотеках треба визначати вектор нормалі. В цьому випадку в якості компонент цих векторів можна використати відповідні компоненти вектору переміщень, деформацій або напруги.



**Рис. 1.** Освітлений об'єкт

Якщо до координат вузлів додати відповідним чином нормовані значення досліджуваної функції і зображувати отриману гофровану поверхню об'єкту освітленою бічним джерелом світла, то отримана картина також дозволить судити про розподіл досліджуваної числової величини по області.

### Література

1. **Препарата Ф.** Вычислительная геометрия. Введение / Ф. Препарата, М. Шеймос., Мир, 1989. – 478 с. 2. **Роджерс Д.** Алгоритмические основы машинной графики. – М.: Мир. – 1989. – 512 с. 3. **Роджерс Д.** Математические основы машинной графики / Д. Роджерс, Дж. Адамс // Пер. со второго англ. изд. Монахова П.А., Олохтоновой Г.В. под ред. Баяковского Ю.М. и др. – М.: Мир. – 2001. – 604с. 4. **Bui-Tuong Phong.** Illumination for Computer-Generated Pictures. Communication of the ASM, 18(6), June 1975, pp. 311-317. 5. **Киричевский В. В.** Метод конечных элементов в вычислительном комплексе «МИРЕЛА+» / В. В. Киричевский, Б. М. Дохняк, Ю. Г. Козуб и др.; под общ. ред. В. В. Киричевского. – К.: Наук. думка, 2005. – 403 с.

#### **Козуб В. Ю. Використання освітлення тривимірних об'єктів при візуалізації**

У статті розглянуто використання освітлення тривимірних об'єктів при візуалізації результатів розрахунків методом скінченних елементів на основі обчислювального комплексу «МИРЕЛА+».

**Ключові слова:** освітлення, візуалізація, метод скінченних елементів.

#### **Козуб В. Ю. Использование освещения трехмерных объектов при визуализации**

В статье рассмотрено использование освещения трехмерных объектов при визуализации результатов расчета методом конечных элементов на базе вычислительного комплекса «МИРЕЛА+».

**Ключевые слова:** освещение, визуализация, метод конечных элементов.

#### **Kozub V. Yu. Using of Illumination of Three-Dimensional Objects for Visualization**

In article the use of illumination of three-dimensional objects for visualization of results of finite element method solving by calculable complex «MIRELA+» is considered.

**Key words:** illumination, visualization, finite element method.

**В. А. Мосийчук**

## **РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НОМЕРОВ**

Актуальность. Автоматическое распознавание автомобильных номеров – одна из основных отраслей развития систем компьютерного зрения. На данный момент она находит применение практически во всех сферах связанных с автотранспортом.

Чаще всего, системы распознавания автомобильных номеров используют закрытый исходный код и имеют высокую стоимость. Однако воспользовавшись библиотеками, для распознавания изображений, с открытым исходным кодом, также можно добиться высоких результатов в изучении данной проблемы. Одним из примеров такой библиотеки является OpenCV (Open Source Computer Vision Library). Данная библиотека распространяется под лицензией BSD, что разрешает её использование в академических и коммерческих проектах.

Целью данной работы является разработка универсального алгоритма для распознавания автомобильных номеров. Разработанный алгоритм отличается высокой устойчивостью к ошибкам и быстродействием. Что позволяет использовать его в системах распознавания автомобильных номеров.

Основная часть. Для сравнительного анализа были выбраны основные программные продукты для распознавания автомобильных номеров в странах СНГ.

- 1) АВТО-Инспектор.
- 2) Авто-Интеллект.
- 3) SI-Traffic.

Основными сравнительными характеристиками для данных программно-аппаратных комплексов являются:

- вероятность распознавания номера (в «идеальных» условиях);
- вероятность распознавания номера (в условиях эксплуатации);
- количество одновременно распознаваемых номеров;
- горизонтальное\вертикальное искажение (угол наклона камеры относительно автомобиля);
- максимальная скорость движения автомобиля при которой происходит распознавание номера.

Был проведен анализ существующих программных продуктов определения номерных знаков. Эти коммерческие проекты имеют довольно высокую стоимость \$ 1500 – 3000. Заявленная точность распознавания обычно завышена и не совпадает с реальной.

**Таблица 1**  
**Сравнительная таблица готовых программных продуктов**

	<b>Одновременно распознаваемых номеров</b>	<b>Работа с базами данных</b>	<b>Вероятность распознавания номера (идеальные условия)</b>	<b>Вероятность распознавания номера (условия эксплуатации)</b>	<b>Горизонтальное и вертикальное искажение</b>	<b>Максимальная скорость движения автомобиля</b>
<b>АВТО- Инспектор</b>	Все номера находящи- еся в поле зрения камеры	есть	до 95%	80-85%	По вертикали — 30° По горизонтالي — 25°	до 180 км/ч
<b>Авто- Интеллект</b>	20	есть	до 92%	75-80%	По вертикали — не более 30° По горизонтали — не более 20°	150 км/ч
<b>SI-Traffic</b>	20	есть	до 92%	75-80%	По горизонтали — до 30 По вертикали — до 60 градусов	100 км/ч

При испытании демо-версий надежно распознаются лишь чистые номера высокой контрастности и относительно большого разрешения. В итоге на заявленную точность 90–95%, приходится реальная – 70%.

Используемые алгоритмы локализации и распознавания номерных знаков естественно не публикуются, только лишь некоторые компании называют их типы. Для распознавания обычно используют нейрорподобные и шаблонные алгоритмы.

Весомым ограничивающим фактором на цель использования системы является максимальная скорость автомобиля, при которой программа способна локализовать и распознать номер на движущемся транспорте. На что влияют: во-первых, способ установки камеры –

высота и наклон, а, во-вторых, быстродействие обработки изображения автомобиля.

Рассмотрим существующие алгоритмы и методы для распознавания изображений.

В общем случае, распознавание текста состоит из следующих процедур:

1. Предобработка. Процедура предварительной обработки изображения, необходима практически всегда, и представляет собой применение фильтров усреднения и тонового выравнивания изображения, для уменьшения (исключения) шумов и помех.

2. Сегментация. Под сегментацией изображения понимается процесс выделения отдельных символов на рисунке (фотографии).

3. Распознавание. Для этого этапа необходимо изображение прошедшее процесс шумоподавления, усреднения и сегментации. На данный момент известно три подхода к распознаванию текста в изображениях – шаблонный, структурный и признаковый. Рассмотрение данных подходов в сравнении друг с другом приводит к целесообразности их объединения. Цель объединения очевидна – получить метод, совмещающий одновременно универсальность, технологичность и высокую точность распознавания данных методов [1].

Разработка алгоритма. В первую очередь распознаваемый символ подвергается процедуре скелетизации (утощению). Для каждого внешнего и внутреннего контура изображения находятся исходные верхние левые точки. Для очередной точки контура рассматривается конфигурация восьми ее соседей. Точка удаляется, если она не является концевой, и если после ее удаления ее соседи по-прежнему будут образовывать связное множество. После анализа точки и ее соседей и возможного удаления точки осуществляется переход к следующей точке контура таким образом, чтобы остаться на границе изображения. Далее шаг за шагом удаляется один слой точек. Слои удаляются до тех пор, пока не останутся только не удаляемые точки [2].

Шаблонные методы преобразуют изображение отдельного символа в растровое, сравнивают его со всеми шаблонами, имеющимися в базе и выбирают шаблон с наименьшим количеством точек, отличных от входного изображения. Шаблонные методы довольно устойчивы к дефектам изображения и имеют высокую скорость обработки входных данных, но надежно распознают только те шрифты, шаблоны которых им «известны». И если распознаваемый шрифт хоть немного отличается от эталонного, шаблонные методы могут делать ошибки даже при обработке очень качественных изображений.

В структурных методах объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами – пространственные отношения между ними. Методы реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями.

В признаковых методах усредненное изображение каждого символа представляется как объект в  $n$ -мерном пространстве признаков. Здесь выбирается алфавит признаков, значения которых вычисляются при распознавании входного изображения. Полученный  $n$ -мерный вектор сравнивается с эталонными, и изображение относится к наиболее подходящему из них [3].

Фонтанное преобразование совмещает в себе шаблонный и структурный методы и позволяет избежать недостатков, которые проявляются по отдельности в каждом из них. В основе лежит метод использования структурно-пятенного эталона. Этот метод позволяет представить изображение в виде набора пятен, связанных между собой  $n$ -арными отношениями, задающими структуру символа. Эти отношения (то есть расположение пятен друг относительно друга) образуют структурные элементы, составляющие символ. Так, например, отрезок – это один тип  $n$ -арных отношений между пятнами, эллипс – другой, дуга – третий. Другие отношения задают пространственное расположение образующих символ элементов [4].

Объединив выше рассмотренные методы, можно получить новый, который будет более устойчив к искажениям и более надёжен. Представим блок-схему работы полученного алгоритма (рис. 1).

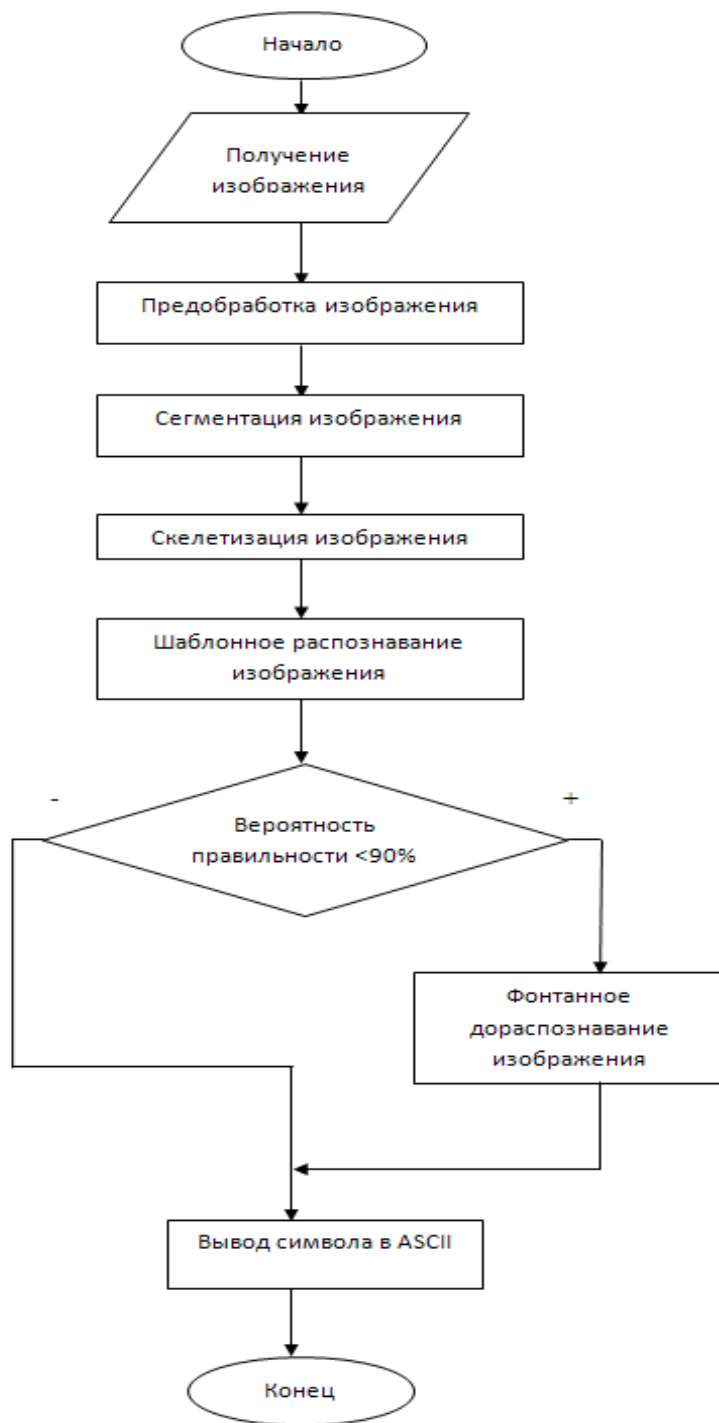
Выводы. Полученный алгоритм гораздо устойчивее к помехам и искажениям исходного изображения. Минусом полученного алгоритма является его быстродействие, но учитывая рост вычислительной мощности современных компьютеров, этим значением можно пренебречь.

В перспективе планируется оптимизация скорости работы алгоритма при помощи применения параллельных вычислений и добавление функциональности.

### Литература

1. **Amari S. I.**, Park H., Fukumizu K. «Adaptive method of realizing natural gradient learning for multilayer perceptrons», *Neural Computation*, vol. 12, no. 6, pp. 1399–1409, 2000. 2. **Moller M. F.** «A scaled conjugate algorithms for fast supervised learning», *Neural Networks*, vol. 6, pp. 525–533, 1993. 3. **Canny J. A.** Computational Approach to Edge Detection / J. Canny // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. – 1986. – Vol. 8, No. 6. – P. 679–698. 4. **Калиниченко Ю. В.** К вопросу о выделении границ детектором Кенни // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012». – Выпуск 1. Том 3. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – ЦИТ: 112 – 102. – С. 11 – 17.





**Рис. 1.** Блок-схема представленного алгоритма распознавания.

**Мосійчук В. О. Розробка універсального алгоритму автоматичного розпізнавання автомобільних номерів**

У даній статті розглянуті сучасні програмні продукти по розпізнаванню автомобільних номерів. Проведений порівняльний аналіз таких систем як АВТО – Інспектор, АВТО – Інтелект та SI-Traffic. Запропонований універсальний алгоритм для автоматичного розпізнавання автомобільних номерів з передбачуваною вищою точністю розпізнавання.

**Ключові слова:** розпізнавання, атомобильный номер, обробка зображень.

**Мосийчук В. А. Разработка универсального алгоритма автоматического распознавания автомобильных номеров**

В данной статье рассмотрены современные программные продукты по распознаванию автомобильных номеров. Проведен сравнительный анализ таких систем как АВТО – Инспектор, АВТО – Интеллект и SI-Traffic. Предложен универсальный алгоритм для автоматического распознавания автомобильных номеров с предполагаемой более высокой точностью распознавания.

**Ключевые слова:** распознавание, атомобильный номер, обработка изображений.

**Mosiychuk V. A. Development of Universal Algorithm of Automatic Recognition of Motor-Car Numbers**

In this article describe of modern software products are considered on recognition of motor-car numbers. Comparative analyses of such systems is conducted as AUTO – Inspector, AUTO – Intellect and SI-Traffic. Is offered an universal algorithm for automatic recognition of motor-car numbers with the supposed more high exactness of recognition.

**Key words:** recognition, motor-car number, processing of images.

**Я. М Подкуйко**

## **РОЗРОБКА МОДЕЛІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТУ ДЛЯ ЗБОРУ ТА СОРТУВАННЯ РЕСУРСІВ**

**Актуальність.** Розробка технології штучних агентів, створення багатоагентних систем (БАС) та віртуальних організацій являє собою одну з найбільш важливих і багатообіцяючих областей розвитку нових інформаційних та комунікаційних технологій (НІКТ), де сьогодні відбувається інтеграція сучасних мережевих WWW-технологій, методів і засобів штучного інтелекту (ШІ), включаючи бази даних знань і системи об'єктно-орієнтованого проектування [1]. У фахівців по НІКТ сформувалося і увійшло в широкий науковий ужиток уявлення про штучні агентів як активних, автономних, комунікабельних, а головне, мотивованих, об'єктах, які «живуть» і «діють» в складних, динамічних і, найчастіше віртуальних, середовищах.

Агенти можуть діяти як в кіберпросторі, так і в реальному світі. Виконуючи різного виду завдання, агентам доводиться вирішувати завдання виживання, переміщення, навігації, енергозабезпечення та інші [2]. Вирішення цих проблем та адаптація до навколишнього середовища можлива лише при реалізації в агентах функції пристосовування та самонавчання.

Особливістю живих організмів є здатність до біологічної адаптації під якою розуміють пристосування організму до зовнішніх умов в процесі еволюції. Одним з напрямів адаптації є модифікація поведінки. Завдання адаптації - забезпечити виживання в умовах конкретного місця проживання, стійкість до впливу факторів зовнішнього середовища, а також, успіх у конкуренції з іншими видами. Сучасний розвиток техніки у цілому, та робототехніки зокрема, потребує реалізації механізмів адаптації у поведінки штучних систем [3].

**Мета роботи:** розробка моделі інтелектуального агента для збору та сортування ресурсів.

Розглянемо інтелектуальний агент який керує пристроєм, рухається у двомірному просторі, що поділений на клітини. Мета агента – збір їжі, та запобігання зіткнення з перешкодами. Агент отримує інформацію з середовища у вигляді кодованих сигналів, на які він може реагувати набором доступних дій.

Для оцінювання ефективності діяльності агента ми будемо використовувати функцію  $\omega$ .

$$\omega = 2 * amount\_of\_food + life - amounty\_of\_samples,$$

де: *amount\_of\_samples* – кількість зібраних об'єктів, *food* – кількість зібраної їжі, *life* – стан агента (життя) [4].

Таким чином, значення оцінної функції зростає, якщо агент підняв їжу, та зменшується якщо агент зіткнувся з стіною та підняв щось, що не є їжею.

База знань (пам'ять) агенту  $\Omega$  буде складатися з потрібних записів виду

$$(o, a, \Delta\omega) \in \{wall, food, empty\} \times A \times \{-1, 0, 1\}$$

де  $o$  – об'єкти зовнішнього середовища, що знаходилися перед пристроєм на попередньому шагу,  $a$  – дія, що виконав агент,  $\Delta\omega$  – зміна оцінної функції відповідно до попереднього стану.

Алгоритм функціонування агенту можна представити наступним чином:

1. Сигнал зовнішнього середовища поступає на рецептори та розізнається.

2. Після отримання сигналу, блок керування агента проводить пошук у пам'яті агенту, у якості ключа пошуку виступає отриманий сигнал.

3. При знаходженні подібного запису розглядається вибрана дія, та зміна оцінної функції після виконання дії. Якщо виконана дія призвела до позитивної зміни оцінної функції, вона повторюється. При від'ємному значенні зміни оцінної функції, дія вибирається випадково.

4. Виконується вибрана дія.

5. Розраховується зміна оцінної функції.

6. Заноситься запис у пам'ять.

На перших ітераціях роботи, програма накопичує факти, та виконує аналіз зміни оцінної функції. Після накопичення інформації база знань не змінюється. Оскільки середовище не змінюється, то у агента не з'являється нових знань, а у базі даних нових записів.

**Висновки.** Розроблено символічну модель штучного агента для збору та сортування ресурсів. Розроблена модель дозволяє створювати самонавчальних та адаптивних агентів, що зможуть пристосовуватися та навчатися на основі взаємодії з оточуючим середовищем.

### Література

1. **Городецкий В. И.** Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы // Новости искусственного интеллекта. – №1. – 1996. – С. 1 – 8. 2. **Городецкий В. И.** Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы / В. И. Городецкий. – Новости искусственного интеллекта. – №1. – 1996. – С. 1 – 8. 3. **Луценко О. І.** Реалізація моделі поведінки штучного агента на основі оціночної функції емоцій / О. І. Луценко – Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці: матеріали VII Всеукр. наук. – практ. конф. (м. Луганськ, 11-12 квітня 2013 р.). – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2013 – 234 с. 4. **Луценко А. И.** Моделирование эмоционального поведения

автономных агентов / А. И. Луценко – Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований '2012». – Выпуск 1. Том 5. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012 –С. 58 – 63

**Подкуйко Я. М. Розробка моделі інтелектуального агенту для збору та сортування ресурсів**

В статті розглядаються проблеми створення штучних систем здатних адаптуватися до зовнішнього середовища. Зокрема, розглядається створення символічної моделі інтелектуального агенту для збору та сортування ресурсів. Розроблений агент здатен пристосовуватися до середовища за допомогою самонавчання та не потребує попереднього програмування дій.

**Ключові слова:** агент, адаптація, пристосування, модель.

**Подкуйко Я. М. Разработка модели интеллектуального агента для сбора и сортировки ресурсов**

В статье рассматриваются проблемы создания искусственных систем способных адаптироваться к внешней среде. В частности, рассматривается создание символической модели интеллектуального агента для сбора и сортировки ресурсов. Разработанный агент способен приспособливаться к среде с помощью самообучения и не требует предварительного программирования действий.

**Ключевые слова:** агент, адаптация, приспособление, модель.

**Podkuyko Y. M Development of a Model of Intelligent Agents for Collecting and Sorting Resources**

This article deals with the problem of creating artificial systems capable of adapting to the environment. Specifically how to create symbolic model of intelligent agents for collecting and sorting resources. Designed agent is able to adapt to the environment through learning and requires no previous programming operations.

**Key words:** agent, adaptation, adjustment, model.

**Н. В Понамарев**

## **АНАЛИЗ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ**

**Актуальность.** Улучшение качества промышленной продукции, повышение надежности и долговечности оборудования и изделий возможно при условии совершенствования производства и внедрения системы управления качеством. Одной из составляющих таких систем могут быть неразрушающие методы контроля.

Широкое применение данных методов, не требующих вырезки образцов или разрушения готовых изделий, позволяет избежать больших потерь времени и материальных затрат, обеспечить частичную или полную автоматизацию операций контроля при одновременном значительном повышении качества и надежности изделий.

В настоящее время ни один технологический процесс получения ответственной продукции не внедряется в промышленность без соответствующей системы неразрушающего контроля.

Поэтому было принято решение, провести анализ основных методов неразрушающего контроля.

**Цель** данной работы – проведение сравнительной характеристики основных методов неразрушающего контроля, выявление их достоинств и недостатков.

**Задачи исследования.** Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Определить основные возможности и области применения методов неразрушающего контроля
2. Оценить эффективность каждого вида неразрушающих методов контроля
3. Выявить достоинства и недостатки применения каждого из методов

**Основная часть.** Неразрушающие методы контроля (НМК) – это обобщающее название методов контроля материалов, используемых для обнаружения нарушения целостности или однородности макроструктуры, отклонений химического состава и других целей, не требующих разрушения образцов материала или изделия в целом.

Основные требования, предъявляемые к неразрушающим методам контроля, или дефектоскопии [1]:

- возможность осуществления контроля на всех стадиях изготовления, при эксплуатации и при ремонте изделий;
- возможность контроля качества продукции по большинству заданных параметров;
- согласованность времени, затрачиваемого на контроль, со временем работы другого технологического оборудования;

- высокая достоверность результатов контроля;
- возможность механизации и автоматизации контроля технологических процессов, а также управления ими с использованием сигналов, выдаваемых средствами контроля;
- высокая надёжность дефектоскопической аппаратуры и возможность использования её в различных условиях;
- простота методик контроля, техническая доступность средств контроля в условиях производства, ремонта и эксплуатации

В зависимости от принципа работы все НМК делятся на:

**Акустические методы** основаны на регистрации колебаний, возбуждаемых или возникающих в контролируемом объекте.

**Капиллярные методы** основаны на капиллярном проникновении капель индикаторных жидкостей в полости поверхностных дефектов.

**Магнитные методы** контроля основаны на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств контролируемых изделий.

**Визуально оптические методы** контроля основаны на взаимодействии светового излучения с контролируемым объектом (КО). По характеру взаимодействия различают методы прошедшего, отражённого, рассеянного и индуцированного излучений.

**Радиационные методы** контроля основаны на регистрации и анализе проникающего ионизирующего излучения.

**Тепловые методы** основаны на регистрации изменений тепловых или температурных полей КО. Различают пассивный и активный методы.

**Методы контроля течением** основаны на регистрации индикаторных жидкостей и газов, проникающих в сквозные дефекты.

**Электрические методы** основаны на регистрации параметров электрического поля, взаимодействующего с КО, или поля, возникающего в КО в результате внешнего воздействия.

**Электромагнитный метод (вихревых токов)** основан на регистрации изменений взаимодействия электромагнитного поля катушки с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых этой катушкой в КО [2].

Эффективность НМК определяется большим числом факторов, главными из которых являются выявляемость дефектов, производительность, оперативность, безопасность и стоимость.

Визуальные и капиллярные методы контроля изделий из ферромагнитных материалов позволяют обнаруживать дефекты только на поверхности изделия. Магнитными и токовихревыми методами можно обнаружить как поверхностные, так и подповерхностные дефекты. Радиационными и акустическими методами можно обнаружить поверхностные, подповерхностные и внутренние дефекты.

Результаты анализа характеристик описанных методов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Анализ характеристик методов неразрушающего контроля

	Требования к объекту контроля	Достоинства	Недостатки
Акустический	Простая форма, мелкозернистая структура, обработка поверхности RZ10	Выявление дефектов с малым раскрытием, характерных для деформированного металла	Необходимость создания акустического контакта через жидкую среду и ограничения по чистоте обработки поверхности
	Простая форма, обработка поверхности RZ10	Возможность контроля больших толщин (до 2-5 м в зависимости от структуры металла)	Малая чувствительность при контроле крупнозернистых материалов, например литых изделий и сварных соединений из аустенитных сталей
	Очистка поверхности от грязи, отслаивающейся окислы	Высокая производительность и малая стоимость контроля	Отсутствие наглядности и сложность расшифровки результатов контроля, оценка размеров и формы дефектов с большими погрешностями
	Мелкозернистая структура наплав-ленного металла	Возможность автоматизации (при простой геометрической форме изделия)	
Радиографический	Двусторонний доступ, отсутствие Наружных дефектов, превышающих чувствительность контроля	Высокая чувствительность контроля. Наглядность результатов контроля. Наличие документа о результатах контроля	Радиационная опасность. Большая длительность технологического цикла контроля. Расход дорогостоящей радиографической пленки
Магнитный	Ферромагнитные металлы, чистота обработки поверхности RZ2,5	Простота и наглядность контроля. Возможность применения метода для изделий любой формы	Загрязнение поверхности Необходимость размагничивания изделий после контроля. Возможность образования прожогов на поверхности
Токовихревой	Чистота обработки поверхности RZ2,5	Бесконтактное возбуждение вихревых токов Возможность автоматизации при больших скоростях контроля с записью результатов Возможность контроля внутренних поверхностей	Трудность выделения полезного сигнала на фоне помех. Отсутствие наглядности результатов контроля
Капиллярный	Чистота обработки поверхности RZ20	Простота и наглядность контроля Возможность контроля изделий различной формы	Необходимость удаления с поверхности защитных покрытий, смазок, окислы и других загрязнений
Теченская	Изделия, которые могут быть помещены в вакуумную камеру или воду; замкнутые и разомкнутые корпусные конструкции	Большой арсенал способов контроля различных классов изделий	Необходимость осушки изделия нагревом до 150-400 0С или применения различных индикаторных составов



С точки зрения автоматизации контроля наиболее благоприятны методы вихревого тока, магнитные методы с феррозондовыми, индукционными и подобными типами преобразователей, радиационный и некоторые виды тепловых методов.

Главные преимущества этих методов заключаются в отсутствии прямого контакта преобразователя с изделием и в предоставлении информации о дефектах в виде электрических сигналов.

Ультразвуковой метод с этой точки зрения требует контакта преобразователя с изделием, например, через слой воды. Трудность автоматизации других методов контроля заключается в необходимости визуальной обработки информации о дефектах.

Часто необходимо контролировать изделие двумя или более методами: обычно сочетают методы, способные обнаруживать внутренние и поверхностные дефекты или плоские и объёмные дефекты.

**Вывод.** Таким образом, был проведен анализ неразрушающих методов контроля. Комплексная система контроля несколькими методами может строиться на основе 100%-го контроля всего объёма продукции каждым методом или на основе выборочного контроля тем или иным методом контроля.

### Литература

1. Каневский И. Н, Сальникова Е. Н. Неразрушающие методы контроля // учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с.
2. Белокур И. П. Дефектология и неразрушающий контроль – Киев: Вища шк., 2009. – 286 с.
3. Белокур И. П., Коваленко В. А. Дефектоскопия материалов и изделий – Киев: Тэхника, 2009. – 192 с.
4. Яковлев С. Г. Методы и аппаратура магнитного и вихревого контроля: учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2003. – 88 с.

### **Понамарьов М. В. Аналіз неруйнівних методів контролю**

У даній статті розглянуті сучасні методи неруйнівного контролю якості. Проведено порівняльний аналіз таких методів контролю як акустичний, радіографічний, магнітний, струмовихровий, капілярний, теческанія. Зроблено висновок, що комплексна система контролю кількома методами може будуватися на основі 100%-го контролю всього обсягу продукції кожним методом або на основі вибіркового контролю тим чи іншим методом контролю.

**Ключові слова:** неруйнівний контроль, якість, метод.

### **Понамарев Н. В. Анализ неразрушающих методов контроля**

В данной статье рассмотрены современные методы неразрушающего контроля качества. Проведен сравнительный анализ таких методов контроля как акустический, радиографический, магнитный, токовихревой, капиллярный, теческания. Сделан вывод, что комплексная система контроля несколькими методами может строиться на основе 100%-го контроля всего объёма продукции каждым методом или на основе выборочного контроля тем или иным методом контроля.

*Ключевые слова:* неразрушающий контроль, качество, метод.

### **Ponamarev M. V Analysis of non-Destructive Testing**

This article describes modern methods of nondestructive testing. A comparative analysis of methods such as acoustic monitoring, radiographic, magnetic, eddy current, capillary, techeskaniya. Concluded that a comprehensive system of control by several methods can be based on the 100% control of the total output by each method or on the basis of sampling one or another method of control.

*Key words:* non-destructive testing, quality, method.

**Е. Г. Попов, Б. Т. Орунов**

## **АЛГОРИТМ ВИЗУАЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ФРАГМЕНТА ОНТОГРАФА ПРЕДМЕТНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Существуют различные подходы и языки описания данных и знаний, но в последнее время все большую популярность приобретает онтология. Онтология по определению Грубера [1] есть спецификация концептуализация, формализованное представление основных понятий и связей между ними.

Онтология- это структурная спецификация некоторой предметной области, ее формализованное представление включает в себя имена указателей на термины предметной области и логическое выражение, которые описывают, как они соотносятся друг с другом. Для описания онтологий существуют различные языки, но наиболее эффективным является визуальный подход, т.е., представление онтологии в виде графа. Имена концептов будут представлены вершинами графа, а связи между ними- ребрами. Такие визуальные модели обладают высокой познавательной силой. Таким образом, возникает задача проектирования программы позволяющей выводить визуальное представление онтологии предметной области. Поэтому написание алгоритма и проектирования программы для визуального представление онтологии предметной области или предметной дисциплины является актуальной задачей.

Визуализация через программу Величко расположенную локально ( не через Интернет) отсюда необходимо сделать исходный файл для программы Величко. Здесь блок схемы в шаблонах во многих местах между кавычками ничего нет:

```
(Node_guid=""  
    § xpos=""  
    § ypos=""  
    § Edge_guid="")
```

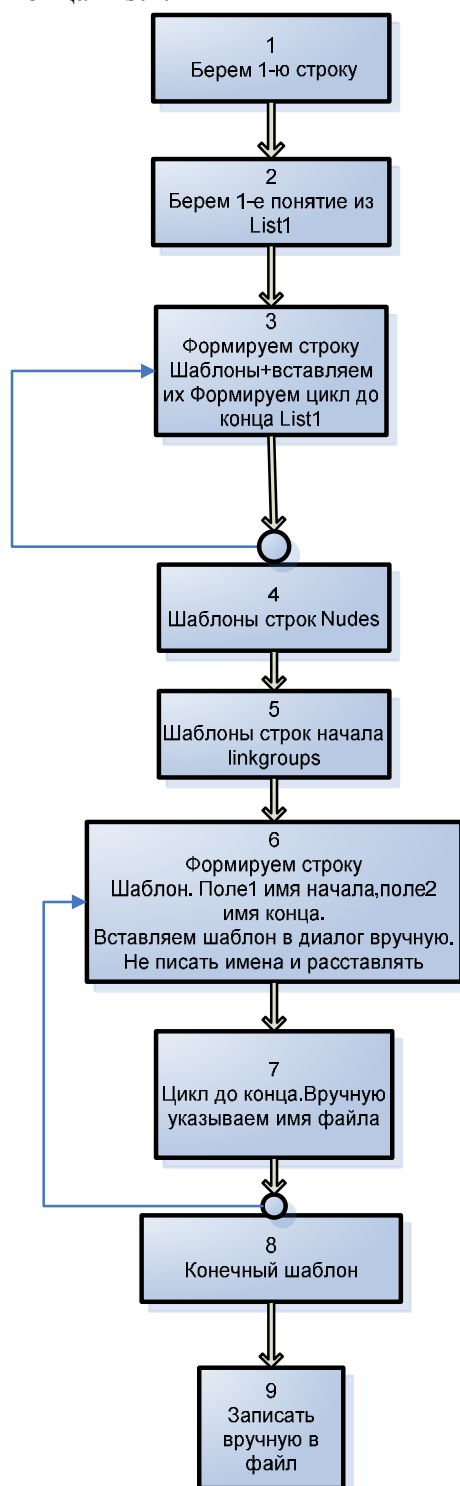
Остальные либо имена понятий, либо описания понятий, либо константы из шаблона

```
(shape="circle"  
font="vernadu"  
istwomay="false")
```

1.Берем первую строку шаблона.

2.Берем для первого шаблона первое понятие из List1.

3.Формируем строку шаблона и вставляем для него имя.  
Выполняем цикл до конца List1.



**Рис. 1.** Алгоритм программы визуального представления онтологии ПдО.

4. Шаблоны строк Nudes.
5. Создаем шаблоны строк начала linkgroup.
6. Формируем строку шаблона, пишем имя начала node1, node2 имя конца вставляем шаблон в диалог вручную, не пишем а расставляем.
7. Выполняем цикл до конца связи, вручную указываем имя начала и имя конца.
8. Формируем конечный шаблон.
9. Записываем результаты вручную в файл.

Ниже представлена блок-схема (см. рис. 1) проектируемой программы формирования исходного файла для программы визуализации онтографа предметной дисциплины (ПДО).

Вывод. В статье предложен подход для визуального представления онтологии предметной области. Разработан алгоритм создания исходного файла для программы визуального представления фрагмента онтографа. Представлена блок-схема алгоритма.

### Литература

1. **Gruber T. R.** A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2): 199–220, 1993.

#### **Попов Є.Г. Орунов Б.Т. Алгоритм візуального представлення фрагменту онтографа предметної дисципліни**

У статті запропоновано підхід для візуального представлення онтології предметної області. Розроблено алгоритм створення вихідного файлу програми для візуального представлення фрагмента онтографа. Представлена блок-схема алгоритму.

**Ключові слова:** онтограф, блок-схема, алгоритм, предметна область.

#### **Попов Е. Г. Орунов Б. Т. Алгоритм визуального представления фрагмента онтографа предметной дисциплины**

В статье предложен подход для визуального представления онтологии предметной области. Разработан алгоритм создания исходного файла для программы визуального представления фрагмента онтографа. Представлена блок-схема алгоритма.

**Ключевые слова:** онтограф, блок-схема, алгоритм, предметная область.

#### **Popov E. G. Orunov B. T. Algorithm Visual Representation of the Movie Antograf Subject of Discipline.**

In this paper the approach to the visual representation of a domain ontology. Developed the algorithm for generating the source file for the program visual representation of the movie of antograf. Provides a block diagram of the algorithm.

**Key words:** ontograf, flowchart, algorithm, subject area.

**К. В. Торченко**

## **РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ**

**Вступ.** Актуальність статті обумовлена інтенсифікацією і комп'ютеризацією сфери освіти, а також комплексною автоматизацією процесу навчання.

Традиційне тестування, здійснюване за допомогою стандартизованих тестів фіксованої довжини, переростає в сучасні ефективні форми адаптивного тестування, що базуються на відмінних від традиційних теоретично-методологічних основах та інших технологіях конструювання і пред'явлення тестів.

Систем діагностування рівня знань (СДРЗ) адаптивного рівня повинні забезпечувати максимальну якість діагностування рівня знань, умінь і навичок на основі певних критеріїв надійності і валідності.

Основна ідея дослідників у сфері адаптивного тестування полягає в тому, що тестові завдання необхідно адаптувати по трудності до рівня підготовленості випробовуваних [1, 3].

Використання адаптивних СДРЗ дозволяє:

- налаштуватися під індивідуальні можливості студента шляхом виключення з тесту занадто легких і занадто складних для нього завдань і питань;
- підвищити точність оцінки рівня знань сильних і слабких студентів завдяки використанню БТЗ рівня складності;
- скоротити тривалість діагностування і кількість пред'явлених питань, необхідних для досягнення достатньої точності оцінки рівня знань студента.

У основу адаптивних СДРЗ має бути покладена Європейська кредитно – трансферна система (European Community Credit Transfer System) (ECTS). Такий підхід спрощує подальшу інтеграцію систем подібного класу в практику вузів України.

В роботі вирішуються наступні завдання:

- аналіз сучасних підходів до тестування;
- оптимізація моделі адаптивного тестування;
- розробка алгоритму адаптивного тестування.

**Модель адаптивного контролю знань.** Проведений аналіз моделей адаптивних систем управління тестуванням дозволив оптимізувати моделі адаптивного контролю знань [2, 3].

Модель адаптивного контролю знань умовно можна розділити на дві частини: систему, що управляє, і об'єкти управління (рис 1.).

Система, що управляє, містить методи вибору з бази даних питання по заданій темі  $T$  із заданим рівнем складності  $K$ , а також метод

розрахунку оцінки за виконання тесту  $O_{st}$  з урахуванням погрішності тестування  $\xi$ .

До об'єктів управління слід віднести наступні компоненти: «База даних» (БД), «База знань» (БЗ), «Адаптивний контроль знань», «Модель студента».

Контроль знань здійснюється таким чином. У систему управління подаються зведення про первинні параметри вектора питання однозначно заданого у вигляді  $\langle V, K, T \rangle$ . «Модель студента» видає результат за виконання запропонованого завдання  $V$  із заданим рівнем складності  $K$  по темі  $T$ . Відомості про правильність виконання завдання  $R_{zad}$  розміщуються в компоненту «Адаптивний контроль знань», яка, у свою чергу, на основі аналізу відповіді студента  $R_{zad}$  і використовуваного алгоритму проведення контролю, враховуючи зовнішні ресурси системи  $R_1$  і внутрішні ресурси студента  $R_2$ , визначає оцінку за виконання поточного завдання  $O_{zad}$ . «БЗ», отримавши від компоненти «Адаптивний контроль знань» дані про оцінку поточного завдання, повертає на вхід системи вектор  $v$  відповідний параметрам наступного питання. Певний параметр передається на вхід системи. У моделі передбачений зворотний зв'язок із студентом, який полягає у видачі безлічі коментарів на відповідь студента  $C$ .  $O_{st}$  виставляється компонентою «БЗ», враховуючи цілі контролю знань  $Z$  і закладені в БЗ методи для завершення тесту. Після отримання системою, що управляє, загальної оцінки за виконання тесту і погрішності тестування  $\xi$  обчислюється скоректована оцінка за тест  $O'_{st}$ . (рис 1.)

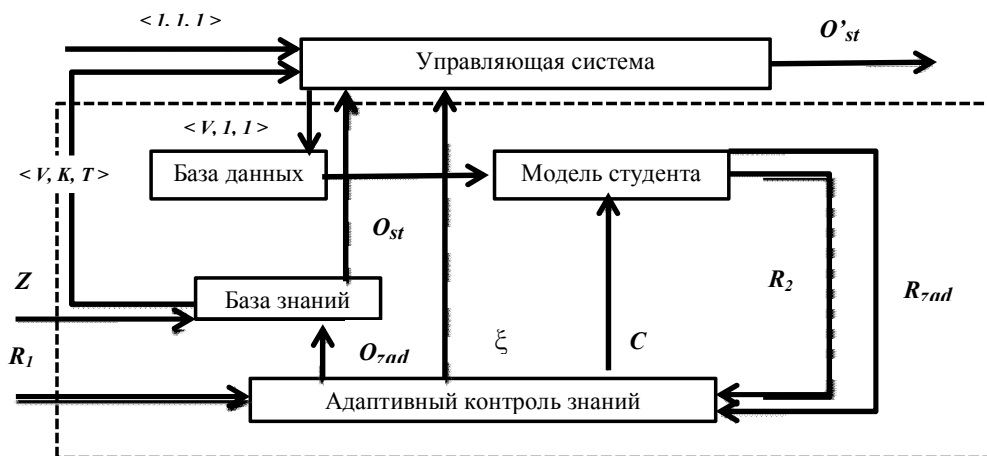


Рис. 1. Модель адаптивного контролю знань.

**Розробка алгоритму адаптивного тестування.** Головною процедурою алгоритму функціонування підсистеми тестування є реалізація алгоритму адаптивного діагностування рівня знань (рис 2.).

На блок-схемі адаптивного оцінювання рівня знань прийняті наступні позначення:

1 – Блок констант:  $n$  – загальна кількість питань в тесті;  $k$  – кількість рівнів, на які розділяються завдання;  $n_{\min i}$  – мінімальна кількість тестових завдань на  $i$ -м рівні для обчислення якості відповідей;  $a_i$  – вагові коефіцієнти, що визначають складність рівня, які можуть бути враховані при обчисленні якості відповідей;  $P_n, P_e$  – граничні значення якості знань, що визначають умови переходу на нижчий або вищий рівень в процесі процедури тестування.

2 – Блок змінних:  $j$  – номер поточного завдання в тесті;  $i$  – номер поточного рівня знань;  $n_i$  – поточна кількість питань на  $i$ -м рівні;  $m_i$  – кількість правильних відповідей на питання  $i$ -го рівня.

Константи можуть бути вибрані користувачем (викладачем або іншою особою, відповідальною за проведення контролюючого заходу) залежно від предметної галузі, складності її вивчення, зв'язку з іншими дисциплінами і ін. Змінні використовуються для програмної реалізації приведеного алгоритму адаптивного тестування.

**Висновки.** В статті був проведений аналіз існуючих методів і моделей інтелектуального автоматизованого контролю знань що дозволили оптимізувати модель адаптивного тестування.

Основною метою роботи є розробка алгоритму адаптивного тестування. Розроблений алгоритм дозволяє налаштувати процесу тестування під індивідуальні можливості студента шляхом виключення з тесту занадто легких і занадто складних для нього питань, що скоротить тривалість діагностування.

Результати роботи можуть будуть використані при проектуванні адаптивних систем діагностування рівня знань та систем навчання.



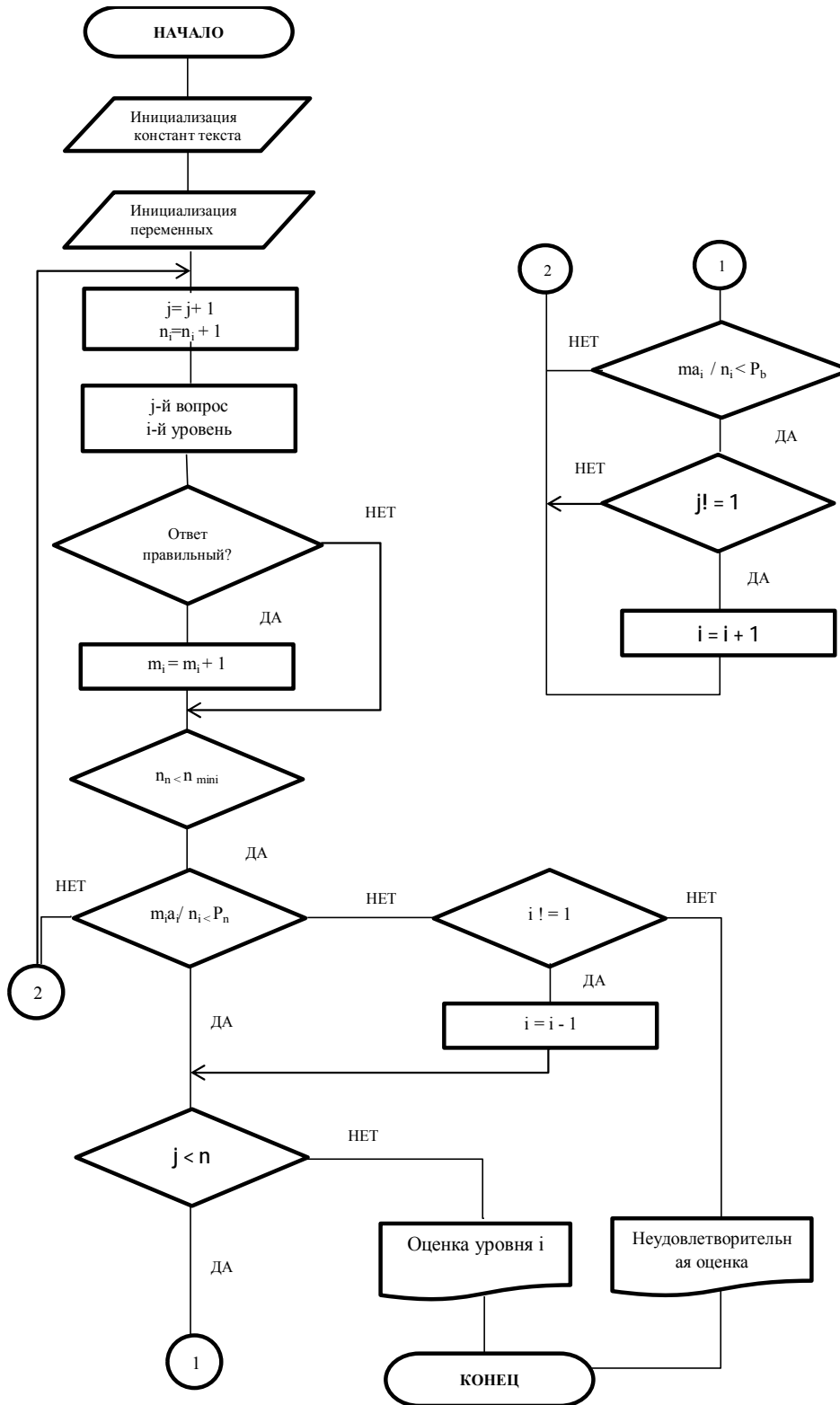


Рис. 2. Схема алгоритму адаптивного діагностування рівня знань.

## Література

**1. Белоус Н. В.** Автоматизированная система оценивания тестовых заданий разных форм / Н. В. Белоус, И. В. Войтович // Вестник ХНТУ. – 2006. – №1(24). – С. 422 – 426. **2. Касьянова Н. В.** Создание системы компьютерного контроля как результат новых информационных технологий в обучении / Н. В. Касьянова // Информационные технологии в образовании: материалы XI междунар. конф, 6-10 нояб. 2001г., г.Москва. – М, 2001. – С.147-154. **3. Федорук П. І.** Технологія побудови навчального процесу в адаптивних системах дистанційного навчання та контролю знань / П. І. Федорук // Искусственный интеллект. – 2009. – №3. – С. 352-355.

### **Торченко К. В. Розробка алгоритму адаптивного тестування знань**

У статті розглянуто проблеми тестового контролю знань у сучасних навчальних системах. Адаптивні тести у даному випадку дозволяють вирішувати ці питання і можуть бути ефективно використані для вирішення будь-яких задач оптимізації навчального процесу – оцінки ефективності педагогічних інновацій і технологій, моніторингу.

**Ключові слова:** адаптивне навчання, контроль знань, тестування.

### **Торченко Е. В. Разработка алгоритма адаптивного тестирования знаний**

В статье рассмотрено проблемы тестового контроля знаний в современных учебных системах. Адаптивные тесты в данном случае позволяют решать эти вопросы и могут быть эффективно использованы для решения любых задач оптимизации учебного процесса – оценки эффективности педагогических инноваций и технологий, мониторинга.

**Ключевые слова:** адаптивное обучение, контроль знаний, тестирование.

### **Torchenko E. V. Developing an Algorithm of Adaptive Testing Knowledge**

The article reveals the problems of test knowledge control in modern educational establishments. Adaptive tests in the given case let us to solve the given questions and may be used effectively for solving any tasks of learning process optimization- evaluation of effectiveness of pedagogical innovations and technologies, monitoring.

**Key words:** adaptive learning, knowledge control, testing.

## ДОКУМЕНТОЗНАВСТВО

УДК 651.44:338.24

**К. В. Біктімірова**

### **РОЛЬ СЕКРЕТАРЯ-РЕФЕРЕНТА У СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ**

Антимонопольна політика держави та курс на ринкову економіку посприяли зростанню кількості підприємств та організацій ланки малого та середнього бізнесу. Вони обмежені у кількісному штаті працівників, проте обсяги роботи з документами й інформацією лишаються значними. У зв'язку з цим, керівники таких підприємств змушені делегувати окремі функції своїм помічникам, секретарям тощо, які раніше не належали до їх компетенції.

Жодне підприємство не може існувати без керівника, що здійснює організаційно-розпорядчу діяльність. Водночас, будь-який керівник має потребу у помічникові, який би брав на себе його організаційне та інформаційне обслуговування, звільняв би від нераціональних витрат часу і котрий уміє підтримувати високий авторитет керівника.

Таким чином, на ринку праці зріс попит на секретарів-референтів, які за своїми завданнями та функціональними обов'язками співвідносяться з „консультантами”, „секретарями”, „референтами-доповідачами”, „помічниками і відповідальними організаторами справ” і відповідають потребам керівників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що секретар-референт підприємства відіграє роль сполучної ланки між керівником і співробітниками, між керівником і партнерами; організовує діловодство; приймає участь в основній діяльності підприємства. Таким чином, видно, що значна частина роботи підприємства покладається саме на секретаря-референта і від його професійного рівня багато в чому залежить успішність діяльності підприємства та його імідж. Окремими питаннями означеної проблематики займалися такі провідні науковці як В. М. Варенко, Г. Ю. Касьянова, І. М. Кузнецов та ін.

Метою нашої роботи є висвітлення особливостей ролі секретаря-референта в структурі управління підприємством та значення іміджу секретаря-референта.

Досягнення поставленої мети ми вбачаємо у вирішенні таких завдань як: визначення таких понять: „секретар-референт”, „імідж”; визначенні місця та ролі секретаря-референта в структурі управління підприємством.

У наш час, обов'язки секретаря-референта різко відрізняються від звичайних секретарських обов'язків, його функції кардинально

змінювалися. Крім традиційного знання діловодства, загальної грамотності, знадобилися знання іноземної мови (бажано двох), вміння працювати з широким колом прикладних комп'ютерних програм, добре орієнтуватися в основах законодавства з організації діловодства, трудового законодавства, управління виробництвом, бізнесом. До складу функцій секретаря-референта увійшли не тільки обов'язки з якісного документного обслуговування керівника, а й надання йому допомоги у виконанні адміністративних завдань при проведенні таких заходів як: переговори, наради, підготовка текстів доповідей, презентацій, прийому відвідувачів тощо.

Таким чином, **сучасний секретар-референт** – це довірена особа керівника, що володіє певною інформацією і звільняє свого шефа від поточної роботи, щоб дати йому можливість зосередитися на вирішенні основних питань діяльності підприємства. Завдяки роботі секретаря-референта керівник може максимально сконцентруватися на виконанні своїх професійних завдань [1].

Оскільки секретар-референт сучасного підприємства це сукупність таких посад як „консультант”, „секретар”, „референт-доповідач”, „помічник і відповідальний організатор справ”, „референт” в одній особі, то він повинен бути бездоганною сполучною ланкою між керівником і співробітниками, між керівником і його діловими партнерами, втілюючи розпорядження і рішення керівництва у життя.

Його найважливіше завдання, яке реалізується при виконанні багатьох функцій, – надання максимальної допомоги й економія часу керівника. Секретар-референт у структурі управління займає „ключове” місце. Він є своєрідним координатором „диригентом”, від якого залежить „гра” всього оркестру, тобто колективу організації чи фірми. Мета всієї роботи секретаря-референта – здійснювати роботу з організаційно-технічного забезпечення діяльності керівника організації [2, с. 6].

В обов'язки секретаря-референта входить контролювати ліву частку інформаційного потоку підприємства, правильно розподіляти та направляти її за призначенням. Документообіг (як зовнішні документи, так і внутрішні), ділове спілкування з партнерами, відвідувачами, колегами (як візуальне, так і каналами зв'язку), поштові відправлення (як звичайні, так і електронні) – все це сфера діяльності секретаря-референта. Означена сфера діяльності накладає на секретаря-референта особливу роль. Адже вся ця інформація не повинна „загубитися”, її необхідно грамотно обробити, посортувати за ступенями важливості і спрямувати в необхідному напрямі – безпосередньо виконавцям. Крім того, секретар-референт мусить постійно бути „в курсі” всіх справ в організації, постійно тримати „на олівці” список питань, які потребують першочергового вирішення. Необхідно своєчасно інформувати керівника та його підлеглих про назрілі проблеми.

Важливий момент в діяльності секретаря-референта – підтримання в приймальні офісу ділової і, в той же час, дружньої атмосфери співпраці, партнерства, взаєморозуміння. Для цього він повинен крім всього бути ще тонким психологом, що є нелегким завданням. Особливо обережним слід бути в розмовах з відвідувачами: адже далеко не всяка інформація розрахована на широке коло слухачів.

Не менш серйозні вимоги в такому важливому питанні, як контроль за документообігом. Секретар-референт повинен створити таку систему класифікації документів, щоб усі вони зберігались в окремих позначених папках так, щоб їх можна було знайти у будь-яку хвилину. Часто накопичуються „зайві” папери, отже слід продумати систему їх зберігання.

Традиційний обов'язок секретаря-референта – повідомляти персонал про наради у керівника. Для цього слід отримати повістку дня у керівника, узгодити з ним час і місце наради й повідомити про це всіх запрошених та зацікавлених осіб та фахівців.

За час відсутності керівника секретар-референт самостійно вирішує, які важливі питання передати заступнику, які він може вирішити сам, а які почекають на приїзд шефа. Крім того, секретар-референт завжди повинен мати інформацію про місце перебування керівника і мати постійний зв'язок з ним на випадок не передбачуваних, „позаштатних” ситуацій і розв'язання термінових питань [3, с. 15 – 17].

Таким чином, секретар-референт займає провідне місце в структурі управління. По-перше, він, як сполучна ланка, пов'язує керівника із зовнішнім світом. По-друге, секретар-референт виконує роль активного учасника у всіх зв'язках між структурними підрозділами підприємства. Також, секретарю-референту, виконувати ефективно свої обов'язки, як сполучної ланки між керівником фірми і її співробітниками, а також підтримувати на належному рівні контакти з діловими партнерами допоможе чітке уявлення про організаційну структуру компанії, про склад підрозділів, їх співвідпорядкованості, правах, відповідальності та функціональних зв'язках. Незалежно від розміру організації і виду структури управління секретар-референт займає особливе положення. З одного боку, він фактично перша особа після керівника, найчастіше його права рука. З іншого боку, за штатним розписом він передостанній. Цією обставиною визначається така важлива якість секретаря-референта, як уміння одночасно бути на виду і в тіні [4, с. 6].

Також не слід секретарю-референту забувати й про свій зовнішній вигляд, адже за його зовнішній вигляд та манери спілкування клієнти судять про фірму в цілому. Імідж є найважливішим чинником успіху у професійній діяльності як окремого співробітника, так і підприємства в цілому.

Імідж (англ.) – образ, зображення, точна схожість. **Імідж** – це комплекс вражень, які справляє людина на оточуючих [5].

Для іміджу секретаря-референта важливо все: і манери, і культура мови, і одяг, і інтер'єр офісу. Під ним треба розуміти охайний, гарний, але не помітний зовнішній вигляд, вміння триматися в діловій і неформальній обстановці, високопрофесійний стиль роботи з документами й спілкування з людьми, утримання в порядку робочого місця й технічних засобів; виразну, грамотну й тактовну мову; дбайливе відношення до людей; гарний настрій; укріплення авторитету фірми та її репутації серед клієнтів.

Справляє, наприклад, гарне враження на відвідувачів, коли секретар-референт має власну візитну картку. Це підкреслює її значимість у фірмі.

Оскільки секретар-референт цілий день перебуває на виду, то, безумовно, одяг має бути красивим і зручним. Перевага надається діловим костюмам. Діловий одяг відрізняє класичний крій і багатофункціональність. Особливо цінний хороший смак, який проявляється в умінні підібрати для свого одягу тканини за структурою і забарвленням. Найкраща тканина для костюму – шерсть, твид, полотно. Колір тканини підбирається залежно від кольору і характеру шкіри, волосся, обличчя. Кращі кольори для ділового костюму жінки – темно-синій, темно-коричневий, сірий, світло-синій, рудувато-коричневий тощо. Костюм повинен бути однотонним або в непомітну полосу (клітинку). Під діловий костюм рекомендуються блузки світлих відтінків: білий, бежевий, світло-рожевий, блакитний, блідно-зелений тощо. Одне з головних правил – чим менше оголеного тіла, тим більше до вас довіри. Ідеальна довжина спідниці – від 10 см нижче коліна до 3 см вище коліна.

Зберегти навіть до кінця напруженого робочого дня легку, гарну ходу допомагає взуття з каблуком середньої висоти (близько 5 – 7 см). Не дозволяється взуття на платформі та високих шпильках. Рекомендуються лодочки чорного, коричневого чи темно-синього кольору.

Не менш важливим елементом іміджу є прикраси та аксесуари. Найкращими є прикраси із золота. Але надаючи своєму вигляду вишуканості, пам'ятайте, що почуття міри – закон елегантності. Кольорова хустинка, брошка, фігурна шпилька, оригінальний пояс, елегантна сумочка – все це надає образу індивідуальності.

Також, варто приділяти увагу зачісці. Вона має бути строгою, але разом з тим елегантною, а волосся має обов'язково бути доглянутим. У діловому стилі не допускається розпущене довге волосся, його, бажано, зібрати у пучок.

Макіяж є обов'язковим: нафарбовані губи, вії, трохи рум'ян, манікюр. Косметика повинна бути помітною лише з близької відстані. В діловому макіяжі існує чіткий етикет: ваш вигляд повинен відповідати іміджу фірми і посаді, яку ви займаєте. Потрібно підбирати помаду в пастельних тонах, без блиску і перламутру. Щоб вас сприймали як

ділову жінку, слід робити акцент на очі, а не на губи, а пудра і трохи рум'ян нададуть обличчю здорового вигляду.

Манікюр, тобто підтримка рук в бездоганній чистоті і порядку, – обов'язковий, а от покриття нігтів лаком – ні. Лак для нігтів бажано підбирати в тон губної помади, і ні в якому разі він не може бути кричущим (чорним, синім, зеленим).

Слід, також, пам'ятати про парфуми. Вони повинні відчуватися злегка і тільки при наближенні. І звичайно, це мають бути дорогі парфуми відомих фірм. Гарним варіантом є дорогі французькі парфуми.

Розумне поєднання всіх елементів допоможе домогтися успіху.

Як вже не раз говорилося, секретар-референт – це обличчя організації і тому необхідно дотримуватись всіх правил та вимог іміджу [6; 7; 8]. Адже саме секретар-референт справляє першочергове враження про організацію та впливає значною мірою на формування її іміджу в уяві відвідувачів, клієнтів чи майбутніх компаньйонів.

Таким чином, на основі проведеного дослідження та аналізу наукової, навчальної літератури і нормативних актів ми дійшли висновку, що важко сьогодні уявити діяльність будь-якого підприємства без секретаря-референта. Специфіка і складність його роботи пов'язана з тим, що він завжди на очах, у центрі спілкування з керівництвом, колегами, клієнтами та зобов'язаний вирішувати питання різної важливості та складності.

**Секретар-референт** – це ініціативний і розсудливий помічник керівника, що володіє всіма професійними навичками, необхідними для роботи в офісі, який приймає рішення в межах своєї компетентності і при необхідності бере керування на себе.

Крім того, його робота має специфіку, яка полягає в паралельному виконанні двох і більше не пов'язаних між собою видів діяльності. Це спонукає до самодисципліни, до правильного розподілу часу й уваги.

Таким чином, від професійного рівня секретаря-референта у значній мірі залежить успіх як окремої справи зокрема, так і успіх підприємства в цілому.

Сучасний секретар-референт у структурі управління підприємством займає особливе місце. Він є сполучною ланкою між керівником і співробітниками та між керівником і „зовнішнім світом”. Його головне завдання – організувати на високому рівні робочі відносини у середині підприємства та із зовнішнім середовищем, якісно опрацьовувати інформацію та вчасно передавати її керівництву для прийняття управлінських рішень. Також, щоб відповідати сучасним вимогам, секретар-референт повинен мати професійний імідж. За його зовнішнім виглядом та манерами спілкування клієнти судять про фірму в цілому. Тому для нього важливо мати відчуття міри і гарний смак. Фахівець повинен мати охайний, гарний, але не помітний зовнішній

вигляд та своєю поведінкою і діями укріплювати авторитет фірми і її репутацію серед клієнтів.

Подальших розвідок вимагають такі аспекти розглянутого питання як професійні вимоги до сучасного секретаря-референта, професійні й особисті якості секретаря-референта тощо.

### Література

1. **Значение** и роль секретаря [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://cde.osu.ru/demoversion/course139/3\\_1.html](http://cde.osu.ru/demoversion/course139/3_1.html). – Заголовок з екрану.
2. **Кузнецов И. Н.** Секретарь-референт : учебно-практ. пособие / И. Н. Кузнецов. – М. : Дашков и К, 2004. – 560 с.
3. **Варенко В. М.** Референтна справа : навч. посіб. / В. М. Варенко. – К : Кондор, 2008. – 212 с.
4. **Касьянова Г. Ю.** Секретарское дело : азбука мастерства / Г. Ю. Касьянова. – 2-е изд. – М. : ИД „Аргумент”, 2007. – 252 с.
5. **Імідж і успіх** [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pidruchniki.ws/15220122/menedzhment/imidzh>. – Заголовок з екрану.
6. **Дресс-код секретаря** [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://secretarissa.ru/stati/dress-kod-sekretarya/>. – Заголовок з екрану.
7. **Имидж секретаря** [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.e-reading.co.uk/chapter.php/130779/41/Smirnova\\_-\\_Deloproizvodstvo\\_dlya\\_sekretarya.html](http://www.e-reading.co.uk/chapter.php/130779/41/Smirnova_-_Deloproizvodstvo_dlya_sekretarya.html). – Заголовок з екрану.
8. **Этикет секретаря** [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://personalshopping.su/?page\\_id=23](http://personalshopping.su/?page_id=23). – Заголовок з екрану.

#### **Біктимірова К. В. Роль секретаря-референта у системі управління підприємством**

У статті розкрито роль секретаря-референта у системі управління підприємством. Описується необхідність цієї посади та місце і значення секретаря-референта у структурі підприємства. Виділено основні завдання та виявлено специфіку і складність його роботи.

Представлено, які обов'язки та функції покладаються на секретаря-референта. Визначено яким чином імідж секретаря впливає на імідж підприємства.

**Ключові слова:** секретар-референт, секретар-референт у системі управління, імідж секретаря-референта.

#### **Биктимирова К. В. Роль секретаря-референта в системе управления предприятием**

В статье раскрыта роль секретаря-референта в системе управления предприятием. Описывается необходимость этой должности, место и значение секретаря-референта в структуре предприятия. Выделены основные задачи, выявлена специфика и сложность его работы.



Представлено, какие обязанности и функции возлагаются на секретаря-референта. Определено каким образом имидж секретаря влияет на имидж предприятия.

**Ключевые слова:** секретарь-референт, секретар-референт в системе управления, имидж секретаря-референта

### **Biktimirova K. V. Role of the Secretary-Assistant to Company Management System**

In article solved the role of secretary of enterprise management system. Describing the need for this position and location and value administrative assistant in the corporate structure. The basic problem identified and the specificity and complexity of his work.

Presented by which the duties and functions assigned to the Secretary-referent. Determined how the image affects the image of the Secretary of the company.

**Keywords:** Secretary-Assistant, Secretary-Assistant in the control system, the image of an administrative assistant.

**Є. Р. Рубан**

## **ВИМОГИ ДО СКЛАДАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ДІЛОВОГО ЛИСТА**

Комунікація електронною поштою відбувається сьогодні в усіх технічно розвинених країнах світу при залученні більшості вікових груп і слугує різним цілям спілкування, коли присутність партнера є неможливою або непотрібною. Говорячи про „класичний” діловий лист, можна сказати, що – це найпоширеніший вид документації, один із способів обміну інформацією. На даний час все більшого поширення набуває електронний діловий лист. Він, як і звичайний, також вимагає правил при складанні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо означеної проблеми свідчить про інтерес науковців до теоретичних та практичних аспектів написання електронних листів. Окремими питаннями щодо цієї теми займалися такі провідні науковці як: Н. Крамаренко, О. Лесько, Г. Волкотруб, С. П. Бирик та молоді дослідники О. Беззубова, Т. Водка О. Ігнат'єва та ін.

Метою нашої роботи є теоретичне обґрунтування особливостей складання електронного ділового листа як засобу комунікації та визначення правил етикету його написання.

Досягнення поставленої мети ми вбачаємо у вирішенні таких завдань як: визначення таких понять як „електронний діловий лист”, „електронна пошта”; дослідження структури електронного листа та особливостей електронного етикету.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій більшість інформації передається електронними засобами зв'язку. Це дуже зручно, особливо при пересиланні документів. Найпоширенішим з них є **електронний діловий лист**, що містить інформацію у вигляді електронних даних для передачі у мережі Інтернет з метою налагодження офіційних контактів і є найпоширенішим видом спілкування у сучасному світі.

Як правило, ділові листи, інші документи та додатки до них пересилаються за допомогою електронної пошти.

**Електронна пошта** (E-mail – electronic mail) – по-перше, це традиційний засіб зв'язку, що дозволяє обмінюватися інформацією, принаймні, двом абонентам, а по-друге, популярний сервіс в Інтернеті, що робить можливим обмін даними будь-якого змісту (текстові документи, аудіо-, відео-файли, архіви, програми тощо) [1].

Електронний діловий лист у своїй формі суттєво не відрізняється від „класичної” форми листа. По суті, він повторює його, проте має і численні відхилення, що вказує в електронних листах на швидкість і

безпосередність. При цьому, зміст повідомлення відіграє більш важливу роль, ніж його форма [2, с. 71–75].

Кому	
Тема	Проект плану роботи на 2013 рік

Рис.1. Поле „Тема”.

У загальному вигляді структуру ділового електронного листа можна представити так:

1. „Шапка” („Тема”, „Кому”, „Важливість листа”).
2. Привітання (звертання, вступний комплімент).
3. Основний текст (зміст, мета звернення).
4. Прощання – заключна фраза та заключний комплімент.
5. Особистий підпис із зазначенням контактів.
6. Логотип, за необхідністю [3].

Поняття „**Шапка**” електронного листа об’єднує такі поля електронної пошти як „Тема” („Subject”), „Кому” („To”) та „Важливість листа”. При оформленні електронного ділового листа ці поля в обов’язковому порядку повинні бути заповнені. Для того, щоб ваш лист не видалили, прийнявши його за спам, необхідно заповнювати поле „Тема” (Рис. 1.) [4, с. 50–60].

Інформація стосовно тематики листа повинна бути змістовною та лаконічною. Тут слід вписати декілька слів, що характеризують тему повідомлення (від 1 до 5 слів), адже це перше, що побачить адресат. Урешті, від цієї інформації залежатиме як швидко прочитають вашого листа.

При відправці електронного листа в полі „Кому” вводиться e-mail – адреса одержувача. Іноді є необхідність відправити лист з одним текстом декільком одержувачам, тоді їх адреси можна ввести через коми (Рис. 2.) [3].

У деяких поштових програмах можна вказати ступінь важливості повідомлення. З поміткою „Важливе” лист одержує пріоритет при перевірці пошти, але зловживати цією функцією не варто [3].

**Привітання.** Важливою складовою структури будь-якого листа є вступний комплімент, який в українській мові представлений звертанням у формі кличного відмінка [5, с. 181–184].

Отримано: **Елена Тарарина** <elena.tarina@mail.ru>

Кому: luda@umh.g.ua; mitya2005@reptole.ru; cecccc@p.g.u.r.u.a; line-sdnce-lina@mail.ru; elena.ocjocuk@en.g.ua; stie.nirskaya@ramble.ru; ruban\_c@y@mail.ru; dasha\_m00@mail.ru; rafa260@mail.ru; swardis@mail.ru; blnrc@ang.d.g.u.r.u.a; gubinc@reptole.ru; mchayak@reptole.ru; cecccc@reptole.ru

Рис.2. Поле „Кому”.

Найпоширенішими звертаннями є:

- *Шановний (ім'я та по батькові)*
- *Шановний пане ...! Шановна пані ...! Шановні панове!*
- *Шановні колеги!*
- *Вельмишановний (ім'я та по батькові / професоре)!*

**Основний текст листа.** Найголовніший реквізит будь-якого документа – це текст, в якому викладається мета звернення від комуніканта до реципієнта.

При написанні тексту листа необхідно керуватися такими основними вимогами:

– лаконічність. Ділові листи не повинні бути надто довгими, якщо цього не вимагає ситуація. Інформацію треба викладати чітко та по суті;

- логічність та послідовність викладу;
- уникати багатозначності та надміру термінів, іншомовних слів;
- слід пам'ятати про вступний і завершальний комплімент.

Тексти ділової кореспонденції являють жанр ділового листа і належать до офіційно-ділового функціонального стилю [6, с. 369]. Стиль електронного листа може бути як формальним, так і неформальним, залежно від того, хто адресат і про що в ньому йдеться. Також, стиль листа визначають усталені граматичні конструкції [7, с. 50–53].

Першою частиною будь-якого листа є **вступне речення** – **мотивація**, що пояснює спонукальні мотиви, причини листа і направлення його адресатові. В епістолярному жанрі сформувалися стандартні фрази, які суттєво полегшують вказувати причину написання:

*Висловлюємо свою найщирішу вдячність за ...*

*Насамперед (передусім) дозвольте подякувати Вам за ...*

*Відповідаючи на Ваш запит від (дата), ...*

Дуже важливим є вибір **завершальних речень**, які залежать від змісту листа. Найчастіше у кінці листа повторюють подяку, вибачаються за турботу, висловлюють надію на подальшу співпрацю тощо:

*Будемо раді співпрацювати з Вами ...*

*Будемо раді допомогти Вам ...*

*На жаль, ми не можемо прийняти Вашої пропозиції...*

Слід пам'ятати про **завершальний комплімент**, оскільки він має не менше значення, ніж вступний комплімент (звертання) і дозволяє завершити лист в одному тоні. Найчастіше ділові листи завершуються такими виразами:

*З повагою; Зі щирою повагою (пошаною).*

*З найкращими побажаннями.*

*Щиро Ваш; Бажаємо успіхів [5, с. 181–184].*

Обов'язково ставте свій електронний **підпис**. Основними правилами складання електронного підпису є:

1. Електронний підпис не повинна перевищувати 5–6 рядків.

2. Кількість символів у рядку – не більше 70-ти [3].

Підпис в електронних листах має бути інформативним, але стислим. Він повинен містити ваше повне ім'я, посаду, найменування організації та контактну інформацію, наприклад, адресу, номер телефону, електронну адресу тощо [8, с. 34–40].

Також, не слід нехтувати рекомендаціями щодо технічного оформлення електронних листів. Зокрема, текст листа варто друкувати через один міжрядковий інтервал. Якщо лист складається з кількох абзаців, їх варто відокремити один від одного міжрядковим інтервалом два. Якщо повідомлення містить кілька пунктів, їх потрібно пронумерувати чи виокремити певним чином.

Найчастіше в електронних листах використовуються такі шрифти як Arial (розмір 10–11) та Times New Roman (розмір 10–11) [4, с. 55–56].

Глобальна мережа Інтернет також вимагає певних правил поведінки. Таким чином, етикет у мережі трансформувався і утворив новий електронний етикет, що зумовило появу і нового терміну на його позначення „сетікет”. Норми сетікету суттєвим чином впливають і на етикетні норми електронного ділового листування.

*Сетікет* – (нетікет – netiquette, мережевий етикет) сукупність норм, правил, приписів, рекомендацій, що відображають уявлення про належну поведінку в процесі комунікації людей в мережі Інтернет [9].

Більшість правил етикету користувачів електронною поштою подібні до загальноприйнятих при звичайному листуванні. Але є ряд відмінностей, доповнень, які зумовлені, застосуванням нових технологій та способів передачі інформації. Враховуючи ці особливості, розроблено ряд правил використання електронної пошти у ділових ситуаціях:

– адреса вашої електронної пошти (e-mail) повинна відображати вашу посаду та коло занять;

– оскільки рівень таємничості електронної пошти досить низький, у своїй кореспонденції ніколи не вміщуйте конфіденційну інформацію;

– використовуйте зручний для читання формат та шрифт (друкуйте текст в інтервалі „один”; між абзацами робіть інтервал „два”);

– використовуйте, відповідне звертання до особи;

– пишіть коротко, чітко і зрозуміло;

– у посланнях недоречно зловживати великими літерами, оскільки прийнято вважати, що у листуванні слова, написані у верхньому реєстрі, є надзвичайно важливими;

– уникайте жартів, які, у відсутності, під час електронного спілкування, жестів, тону, можуть розцінюватися як образа;

– уникайте скорочень та „смайликів” (smileys) [10, с. 111];

– ніколи не відправляйте лист, будучи роздратованим чи розгніваним;

– відповідь на електронний лист прийнято давати відразу, якщо ж певні умови перешкоджають цьому, відповідь надіслати протягом доби [11, с. 238];

– не надсилайте довгих додатків до ваших листів;

– у разі надсилань повідомлень за кордон можуть виникати складності з іншими мовами, тому рекомендується писати послання латинськими літерами (Dobrogo ranku, vitayu);

– відсилаючи діловий електронний лист за необхідності вкажіть, коли ви очікуєте відповідь;

– перш ніж відправити повідомлення, необхідно кілька разів його уважно прочитати [10, с. 112];

– завжди підписуйте свої електронні листи. Ви можете створити автопідпис у своїй програмі електронних листів: ваше ім'я, назва вашої компанії, відповідні адреса, телефон та номер електронної пошти будуть автоматично з'являтися у кінці кожного вашого листа;

– щоденно перевіряйте вашу ділову електронну пошту;

– не читайте e-mail інших без дозволу [11, с. 239];

– виявом поганих манер та непрофесіоналізму є надсилання колегам та діловим партнерам спаму – це порушення службової етики;

– не використовуйте електронну пошту для розсилання на випадкові адреси рекламних повідомлень;

– не використовуйте жодних безплатних локальних мереж (як правило, службових) для приватного листування;

– системний адміністратор повинен мати повний доступ до електронної пошти, тому користувачам необхідно це враховувати при листуванні [10, с. 112].

Таким чином, на основі проведеного дослідження та аналізу наукової і навчальної літератури ми дійшли висновку, що питання написання електронних ділових листів є актуальним і вимагає дотримання всіх вимог. У наш час все більшого значення набуває електронна ділова кореспонденція. Це пов'язано з тим, що електронна пошта дозволяє значно економити час та оперативно вирішувати питання. Діловий лист до певної міри визначає статус, рівень і престиж тієї чи іншої фірми, компанії, організації. Його головною метою – є спонукати до дії, переконувати, доводити, пояснювати. Пишучи електронного листа необхідно дотримуватися правил етикету. Це дозволить не порушувати правил службової етики, а також, полегшить викладення головної думки та справить гарне враження на вашого ділового партнера.

Подальших розвідок вимагають такі аспекти розглянутого питання як мовні особливості електронного ділового листа, правила електронного листування тощо.

## Література

1. **Електронна пошта** [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://stboinf.wordpress.com/2010/02/09/електронна-пошта/>.
2. **Беззубова О. О.** Електронний лист – один із видів інтернет-комунікації / О. О. Беззубова // Дискурсознавство. – 2010. – № 7. – С. 71–75.
3. **Ігнат'єва О.** Сетикет – етикет електронної пошти або правила написання електронного листа [Електронний ресурс] // О. Ігнат'єва. – Режим доступу : <http://alls.in.ua/34365-setiket-etiket-elektronno-poshti-abo-pravila-napisannya-elektronnogo-lista.html>.
4. **Крамаренко Н.** Від голубиної пошти до ділового електронного повідомлення / Надія Крамаренко // Секретарь-референт – 2012. – № 8. – С. 55–56.
5. **Волкотруб Г. Й.** Стилїстика ділової мови : навч. посібн. / Г. Й. Волкотруб. – К. : МАУП, 2002. – С. 181–184.
6. **Універсальний довідник-практикум з ділових паперів** / С. П. Бибик, І. Л. Михно, Л. О. Пустовіт, Г. М. Сюта. – 2-е вид., доп. і перероб. – К. : Видавництво „Довіра”, 1999. – С. 369–370.
7. **Водка Т.** Електронне листування / Т. Водка // Секретар-референт. – 2009. – № 5. – С. 50–53.
8. **Крамаренко Н.** Ефективна комунікація у вашій компанії / Н. Крамаренко // Секретар-референт. – 2009. – № 12. – С. 34–40.
9. **Сетикет** [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://letopisi.ru/index.php/Сетикет>.
10. **Етика ділових відносин** : навч. посібн. / О. Й. Лесько, М. Д. Прищак, О. Б. Залюбівська, Г. Г. Рузакова. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – С. 111–114.
11. **Тимошенко Н. Л.** Корпоративна культура: діловий етикет : навч. посібн. / Н. Л. Тимошенко. – К. : Знання, 2006. – С. 237–246.

### **Рубан Є. Р. Вимоги до написання електронного ділового листа**

У цій статті представлені вимоги до складання електронного ділового листа, його структура та сетикет. Описується структура електронного ділового листа. Досліджено правила написання електронного повідомлення та вимоги до його тексту. А також, подаються рекомендації щодо технічного оформлення електронних листів та розкривається сетикет їх написання.

**Ключові слова:** електронний діловий лист, електронна пошта, сетикет.

### **Рубан Е. Р. Требования к написанию электронного делового письма**

В этой статье представлены требования к составлению электронного делового письма, его структура и сетикет. Описывается структура электронного делового письма. Исследованы правила написания электронного сообщения и требования к его тексту. А также, даются рекомендации по техническому оформлению электронных писем и раскрывается сетикет их написания.

**Ключевые слова:** электронное деловое письмо, электронная почта, сетикет.

**Ruban E. R. Requirements for Assembly of Electronic Business Letter**

This article presents the requirements for electronic assembly business letter, its structure and setiket. Describes the electronic structure of a business letter. Studied the rules of writing an e-mail and requirements of the text. And also provides recommendations on the technical design of e-mails and disclosed setiket spellings.

***Key words:*** electronic business letter, e-mail, setiket.



## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Бабич Марія Володимирівна** – студентка магістратури спеціальності «Фізика наносистем» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Кара-Мурза С. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Бавика Михайло Олександрович** – студент 4 курсу спеціальності «Комп’ютерна інженерія» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Могильний Г. А., кандидат технічних наук, доцент, директор Інституту фізики, математики та інформаційних технологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Барабанщикова Олена Павлівна** – студентка магістратури спеціальності «Соціальна інформатика» Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.

**Науковий керівник** – Козуб Г. О., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та систем ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Біктімірова Крістіна Вадимівна** – студентка 4 курсу спеціальності «Документознавство та інформаційна діяльність» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Іщенко В. С., асистент кафедри документознавства та інформаційної діяльності ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Васильченко Ганна Олександрівна** – студентка магістратури спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Черенков О. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Деменков Ілля Олександрович** – студент 2 курсу спеціальності «Програмна інженерія» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Кривко Я. П., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математичного аналізу та алгебри ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Єребакан Ірина Валеріївна** – студентка магістратури спеціальності «Фізика наносистем» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Жихарєв І. В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, старший науковий співробітник, директор філіалу Донецького фізико-технічного інституту імені О. О. Галкіна НАН України при Луганському національному університеті імені Тараса Шевченка.

**Єремєєва Юлія Дмитрівна** – студентка 5 курсу спеціальності «Математика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Жовтан Л. В., кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної математики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Калініченко Вадим Олександрович** – студент 3 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Радчук О. В., старший викладач кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Калініченко Валерій Олександрович** – студент 3 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Радчук О. В., старший викладач кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Калініченко Миколай Олександрович** – студент 2 курсу спеціальності «Системний аналіз» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Калініченко Ю. В., асистент кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Козуб Владислав Юрійович** – студент 2 курсу спеціальності «Програмна інженерія» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Шкандибін Ю. О., асистент кафедри інформаційних технологій та систем ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Никинетко Денис Валерійович** – студент магістратури спеціальності «Фізика наносистем» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Бондарець Ірина В'ячеславівна** – студентка 4 курсу спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Краснякова Т. В., кандидат хімічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Кушавіна Поліна Сергіївна** – студентка 4 курсу спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Харченко Оксана Михайлівна** – студентка магістратури спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Чорнобай К. Г., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка»

**Мосійчук Владислав Олександрович** – студент 2 курсу спеціальності «Системний аналіз» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Калініченко Ю. В., асистент кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Омельченко Марія Андріївна** – студентка 5 курсу спеціальності «Математика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Жовтан Л. В., кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри загальної математики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Подкуйко Яна Миколаївна** – студентка 4 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Лущенко О. І., асистент кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Понамарьов Микита Володимирович** – студент 4 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Калініченко Ю. В., асистент кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Попов Євген Григорович** – студент 3 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Орунов Бегенч Таджигулиєвич** – студент 3 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Тихонов Ю. Л., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій та систем ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Прасолова Наталія Олександрівна** – студентка магістратури спеціальності «Математика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Жучок А. В., доктор фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри математичного аналізу та алгебри ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Рубан Єлизавета Русланівна** – студентка 4 курсу спеціальності «Документознавство та інформаційна діяльність» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Іщенко В.С., асистент кафедри документознавства та інформаційної діяльності ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Техтельов Юрій Володимирович** – студент 2 курсу спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Свіридов В.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Торченко Катерина Володимирівна** – студентка 3 курсу спеціальності «Інформатика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Циба О.В., асистент кафедри теоретичної і прикладної інформатики ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Фараджова Марина Фараджовна** – студентка магістратури спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Чернобай К.Г., кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Хуторський Олександр Євгенійович** – студент 4 курсу спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Черенков О.В., кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Чигринська Юлія Володимирівна** – студентка 4 курсу спеціальності «Фізика» ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

**Науковий керівник** – Горбенко Є.Є., кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та нанотехнологій ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка».

Наукове видання

**НАУКОВИЙ ПОШУК  
МОЛОДИХ ДОСЛІДНИКІВ  
(фізико-математичні науки)**

*Збірник наукових праць студентів*

**№ 4, 2014**

Відповідальний за випуск:  
доц. Є. Є. Горбенко

---

Здано до склад. 28.01.2014 р. Підп. до друку 28.02.2014 р.  
Формат 60x84 1/8. Папір офсет. Гарнітура Times New Roman.  
Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 18,14. Наклад 100 прим. Зам. № 28.

---

*Видавець і виготовлювач*

**Видавництво Державного закладу**

**«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»**

вул. Оборонна, 2, м. Луганськ, 91011. Тел./факс (0642) 58-03-20

e-mail: alma-mater@list.ru

*Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3459 від 09.04.2009 р.*