

ZBIÓR  
RAPORTÓW NAUKOWYCH

Inżynieria i technologia.  
Najnowsze badania naukowe.  
Teoria, praktyka

Poznan

30.03.2015 - 31.03.2015

СБОРНИК  
НАУЧНЫХ ДОКЛАДОВ

Техника и технология.  
Актуальные научные исследования.  
Теория, практика.

Познань

30.03.2015 - 31.03.2015

---

U.D.C. 004+62+54+66+082  
B.B.C. 94  
Z 40

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

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

Adres wydawcy i redakcji: 00-728 Warszawa, ul. S. Kierbedzia, 4 lok.103  
e-mail: info@conferenc.pl

Cena (zl.): bezpłatnie

**Zbiór raportów naukowych.**

Z 40 Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia.Najnowsze badania naukowe. Teoria, praktyka„, (30.03.2015 - 31.03.2015) - Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. - 76 str.  
ISBN: 978-83-65207-06-7

Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej Konferencji 30.03.2015 - 31.03.2015 roku. Poznan.

**U.D.C. 004+62+54+66+082**  
**B.B.C. 94**

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Powielanie i kopiowanie materiałów bez zgody autora jest zakazane.

Wszelkie prawa do materiałów konferencji należą do ich autorów.

Pisownia oryginalna jest zachowana.

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

Obowiązkowym jest odniesienie do zbioru.

Warszawa 2015

ISBN: 978-83-65207-06-7

"Diamond trading tour" ©

SPIS /СОДЕРЖАНИЕ

SEKSCJA 16. AGROTECHNOLOGIA. (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

1. Гаврилюк Ю. В. .... 5  
ІСТОРИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ  
КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ
2. Погромська Г.С., Христордов О.В. .... 9  
ПЕРЕВАГИ QT ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
3. Куринной А.В. .... 12  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ  
ЗАДАЧИ
4. Войтенко М. В., Новиков Ю.С. .... 15  
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО  
ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВИЗУАЛЬНЫХ И  
СЛУХОВЫХ ОБРАЗОВ
5. Ремизова Л.А., Иванова А.В. .... 18  
АКТИВАЦИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА КАК МОДИФИЦИРУЮЩЕГО  
КОМПОНЕНТА КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫХ СВЯЗУЮЩИХ
6. Rezenkov D. N., Shlaev D.V., Bulatov G.O. .... 23  
GENERALIZED DISCRETE FOURIER TRANSFORM BASED ON THE  
METHOD OF PARALLELIZATION
7. Сковоринська О. І., Ткачук М.А., Грегірчак Н.М. .... 26  
ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ХЛІБА – АКТУ-  
АЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНОЇ ХЛІБОПЕКАРНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ
8. Сковоринська О. І., Ткачук М.А., Грегірчак Н.М. .... 29  
ВПЛИВ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ НА БЕЗПЕКУ ХЛІБА
9. Сизоненко О.І., Крапивницька І.О., Карпович І.В. .... 33  
ЗАСТОСУВАННЯ ПЕКТОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ У ОЧИЩЕННІ  
ЕКСТРАКТУ ІЗ ЦУКРОВОГО БУРЯКА
10. Сизоненко О.І., Крапивницька І.О., Карпович І.В. .... 35  
ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧО-  
ВОГО СИРОПУ ІЗ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
11. Лурье К.Д., Кадыкова Ю.А., Арзамасцев С.В. .... 37  
БАЗАЛЬНОПЛАСТИКИ, ПОЛУЧЕННІ ПОЛИКОНДЕНСАЦІОН-  
НИМ СПОСОБОМ СОВМЕЩЕННЯ КОМПОНЕНТОВ

12. Бабій С. М., Петрусь В. В. ....	39
ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОС- ТУВАННЯ	
13. Бомбик В.С., Грабко В.В.....	43
ДО ПИТАННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РОБОЧОГО РЕСУРСУ СИЛОВОГО МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА	
14. Хом'юк Я.В. ....	48
КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА АКУМУЛЯТОРІВ ЕНЕРГІЇ	
15. Троицкая Л.В., Родионова М.В. ....	50
СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ СЛУХА	
16. Дрозденко К. С., Савінова А. ....	54
ВИКОРИСТАННЯ ЗОВНІШНІХ ФІЗИЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ	
17. Bogdanov I., Serdiukov A. ....	56
CONSERVATISM OR INNOVATION IN AUSCULTATION. COMPARISON BETWEEN STANDARD AND ELECTRONIC STETHOSCOPE OR PHONENDOSCOPE	
СЕКЦІЯ 20. PHARMACEUTICAL SCIENCE	
18. Gotsulya A. S., Keytlin I. M., Buryak V. P., Panasenko O. I., Samura T. O., Yurchenko I. O. ....	60
A SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF MULTICOMPONENT DRUGS ON THE BASIS OF SELF-SUPPORTING AND COMPUTER METHODS	
СЕКЦІЯ 21. ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ. (ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)	
19. Довбня П.І. ....	66
ГЕНЕЗИС КИЇВСЬКОЇ АЛГЕБРАЇЧНОЇ ШКОЛИ АКАДЕМІКА ДМИТРА ГРАВЕ	
20. Смакова Ф. Ф.....	69
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА И ИХ ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ	
21. Гридина А.А.....	72
ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ТЕЛЕГРАФНОГО УРАВНЕНИЯ	



**Гаврилук Ю. В.**

кандидат сільськогосподарських наук  
старший викладач кафедри біології  
Луганського національного університету  
імені Тараса Шевченка м. Старобільськ

## **ІСТОРИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ЗАБУР'ЯННОСТІ КУЛЬТУРФІТОЦЕНОЗІВ ЛІВОБЕРЕЖНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

**Ключові слова:** історія, бур'яни, дослідження

**Keywords:** history, weeds, research

Наукою та практикою встановлено, що бур'яни завдають сільському господарству надзвичайно різносторонньої шкоди, зокрема біологічної, технологічної, екологічної, економічної, соціальної тощо [1]. Тому землероб завжди збирав і збирає лише той урожай, який залишився йому після бур'янів, хвороб і шкідників. Бур'яни супроводжували людину з самого початку її аграрної діяльності. Спочатку це були вихідці з місцевої флори, які переселилися на поля культурних рослин, а з часом розорані землі ставали зручним місцем для поселення адвентивних видів [2, 3, 4]. Людина при вирощуванні культурних рослин намагалася знищити всіх диких їх конкурентів, використовуючи для цього вогонь, загострену палицю, різні ґрунтообробні знаряддя, а останнім часом – і хімічні речовини. Проте всі намагання цілком знищити бур'яни в посівах звичайно виявилися марними. Землеробу України довелося переконатися в марності цих старань понад 8 тисяч років, ще з часів існування землеробської трипільської культури [3].

Тому історія вивчення бур'янів – це історія розвитку землеробства [4].

До 18 століття територія, де проводилися наші дослідження, називалася "диким полем". Вона використовувалася неосідлим поселенням сезонно для випасання худоби. Лише з середини 18 століття почалося освоєння цілинних степів вільними козаками та селянами-втікачами навколо сторожових постів та укріплених міст, уздовж річок Сіверський Донець, Айдар, Деркул тощо, а також балок та на островах. Землеробство велося на приватновласницькій феодально – кріпосній основі надзвичайно відсталими знаряддями, низькою агротехнікою, від чого врожаї зернових, кормових та овочевих культур були вкрай низькими [ 4, 5, 6].

Після придушення Булавинського повстання більшість садіб було знищено, а поля багато разів заростали бур'янами й не оброблялися [3,4].

І лише з початку 18 ст. розпочалося інтенсивне освоєння земель виникали сезонні й постійні поселення, які займалися виключно землеробством і тваринництвом. Високазабур'яненість посівів того часу була результатом примітивної агротехніки, яка базувалася на застосуванні дерев'яних борон та плугів з лише залізними лемехами чи череслами, а для передпосівного обробітку ґрунту – дерев'яного рала [4, 5].

Високої забур'яненості посівів сприяли соціально – економічні умови. Забур'яненість посівів не тільки не викликала надмірного хвилювання землеробів, а й

відносною мірою свідомо ними підтримувалася. Вона інтенсивно використовувалася в періоди, коли поле було під паром. Щоб забезпечити інтенсивний розвиток бур'янів на перелогах, в пару та на післяжнив'ї, селяни йшли на заздалегідь свідоме зниження майбутнього врожаю. У цих умовах бур'яни розглядалися як своєрідні сівозмінні рослини. Жодне сільгоспугіддя не забезпечувало вівцям та коням такого раннього, соковитого й поживного корму, як пари порослі бур'янами, особливо осотом [5, 6].

Розширення промислового виробництва, будівництво залізниць, зростання мережі населених пунктів та чисельності міського населення в 19 ст. сприяли швидкому розвитку польоводства, овочівництва та садівництва. Проте в способах вирощування сільськогосподарських культур змін було мало. Як і в попередні роки тут співіснували дві системи обробітку землі – перелогова та трипільна, ґрунти не удобрювалися, для боротьби з бур'янами лише на невеликих ділянках застосовували ручне пропюлювання [7].

Нерідко орні землі покидали не тому, що ґрунти втрачали свою родючість, а з причини сильного розростання бур'янів і доцільніше було розробити нову ділянку, ніж продовжувати боротьбу з бур'янами на старій [8].

Вивчення бур'янів аж до середини 19 ст. відбувалося тут на тлі загального вивчення флори краю [9].

Разом з тим з метою „приготовления из молодых крестьян опытных хозяев” була заснована Луганська зразкова навчальна ферма на чолі з професором Харківського університету Густавом Гессом де Кольве, що обслуговувала Херсонську, Катеринославську, Таврійську губернії на Землі війська Донського й Кавказу. На неї покладалися функції поширення передових досягнень агротехніки, в тому числі агротехнічних заходів попередження появи та знищення бур'янів [10].

Для розробки методів раціонального ведення сільського господарства в посушливих чорноземних областях півдня Росії була створена особлива експедиція на чолі з професором Докучаєвим В.В. та закладена Старобільська стаціонарна дослідна ділянка на „типичнейшему черноземе открытой полубурьянистой степи” [8].

У ряді дослідів було виявлено роль, місце та вплив на характер забур'янення полів не тільки природних чинників (склад ґрунтів, сусідство степових та лісових природних ділянок), але й способів обробітку ґрунту, удобрення, урожайності хлібів та інших антропогенних чинників [11].

Проте вже в кінці 19 – на початку 20 століття розпочинаються глибокі дослідження екології, морфології та біології бур'янів, розробляються методи визначення їх насінневої продуктивності, засміченості насінням бур'янів продовольчого та кормового зерна, а також ґрунтів, вивчаються особливості вегетативного розмноження, способів розповсюдження та шляхів поширення насіння й вегетативних зачатків бур'янів. Розроблено ряд шкал проективного покриття, ярусності та рясності бур'янів, ґрунтообробні дерев'яні знаряддя змінюються на залізні [ 10, 12].

У 40 – 50 роках на досліджуваній території продовжувалося вивчення й розробка агротехнічних заходів боротьби з бур'янами в посівах сільськогосподарських культур, а також в системі полезахисного лісорозведення [13, 44].

У кінці 50-х на початку 60-х років розгорнулися пошуки хімічних шляхів боротьби з бур'янами, які призвели до розробки та впровадження ряду ефективних заходів захисту посівів різних культур передусім кукурудзи, озимої пшениці, соняшника [15].

Дещо пізніше система боротьби з бур'янами розробляється з урахуванням матеріально-технічної бази господарств у системі індустріальних та інтенсивних технологій виробництва сільськогосподарської продукції [16].

Найбільш повний список бур'янів, опис їх біологічних та фізіологічних властивостей, умови та тенденції поширення в культурценозах та за географічним розташуванням, а також методику визначення видів було викладено в 4- томній праці (1934) [17].

Було встановлено, що інтенсивний глибокий обробіток ґрунту спочатку стимулює проростання коренепаросткових бур'янів, а в подальшому призводить до їх виснаження та зменшення чисельності сходів [18].

Запропоновано замінити оранку безпліцевим обробітком ґрунту. Послідовно відтворювати структуру ґрунту й підвищувати його родючість необхідно за допомогою зменшення кількості пліцевих обробітків: за 6 років сівозміни проводити оранку всього 2 рази. Ця система також сприяє раціональному знищенню мало-рідних бур'янів й суттєвому зменшенні багаторічників [17, 18].

У літературі бур'яновий компонент агрофітоценозів висвітлений завдяки таким сучасним ученим-бур'янознавцям, як Фісюнов А.В, Макодзєба І.А, Іващенко О.О, Танчик С.П, Зуза В.С, Жеребко В.М., Манько Ю. П, Матюха Л.А., Косолап М. П та інші [1, 2, 19-22]

Але недостатня вивченість бур'янів в інших типах культурфітоценозів, зростання рівня засміченості посівів викликало необхідність вивчення їх, як невід'ємних складових сільськогосподарського виробництва та розробки систем контролювання присутності бур'янового компоненту в полях сівозмін, що знаходяться територіально близько від неконтрольованих людиною рослинних угруповань.

### **Література**

1. Жеребко В. М. Напрямки раціонального використання гербіцидів при захисті культурних рослин від забур'янення / В. М. Жеребко // Проблеми бур'янів і шляхи зниження забур'яненості орних земель: Зб. наук. праць. – К., 2004. – С. 43 – 48.
2. Косолап М. П. Гербологія / М. П. Косолап. – К.: Арістей, 2004. – 364 с.
3. Возникновение и развитие земледелия / Под ред. В. Д. Блаватского, А. В. Никитина. – Москва: Наука, 1967. – 232 с.
4. Бугаевский И. А. Обитовская повесть / И. А. Бугаевский. – Донецк.: Донбасс, 2006. – С.169 – 258.
5. Филипченко А. Е. Степное пастбище / А. Е. Филипченко // Русское сельское хозяйство, 1875. – № 2 – 3, – С. 124.
6. Черняев А. В. Очерки степной растительности / А. В. Черняев // Сельское хозяйство и лес. – 1865. – № 5. – С. 23 – 45.
7. Павлович А. О. Очерки Харьковской губернии о соседних сел местностей / А. О. Павловский // Харьковский сборник, – 1890. – Вып. 4. – Отд. 1. – С. 25 – 28.
8. Дмитриев В. В. Избранные сочинения / В. В. Дмитриев. – М., Сельхозгиз, 1954. – 546 с.
9. Боровиков Г. А. Очерк растительности Юго-Западной части области войска Донского / Г. А. Боровиков / Записи Новороссийского общества естествоиспытателей. – Т. 35. – 1908. – С. 149 – 248.
10. Лукьянец А. М. Ученые – аграрии Луганщины / А. М. Лукьянец, В. С. Петренко / Луганськ.: Книжковий світ, 2001. – 196 с.

11. Набоких А. И. Результаты опытов и наблюдений над проявлением фаз развития растений / А. И. Набоких // тр. Спб. общ. естетств. – 1896. – Т. XXVII. Вып 1. – С. 200.
12. Мальцев А. И. Сорная растительность СССР / А. И. Мальцев. – СКХТИЗ, 1932. – 296с.
13. Скороход В. Г. Озеленення Донбасу / В. Г. Скороход. – Сталіно.: Донбас, 1960. – 118 с.
14. Лубовський М. П. Обробіток ґрунту і система землеробства в Донбасі / М. П. Лубовський, К. М Лубовський. – Сталіно: Донецьк, 1961. – 98 с.
15. Земледелие Донбасса / [М.Х., Межакова В.А., Коваленко А.П. и др.]. –Донецк: Донбасс, 1973. – 200 с.
16. Циков В.С. Комплексные меры борьбы с сорняками при возделывании кукурузы / В.С. Циков // Методы борьбы с сорняками в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – Изд-во МСХА. Москва. – 1989. – С. 246 – 254
17. Флора европейской части СССР. – Л.: Наука, 1974 – 1994. – Т. 1–8.
18. Мальцев Т. С. Вопросы земледелия. Пути борьбы за непрерывное повышение плодородия почвы / Т. С. Мальцев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 432 с.
19. Матюха Л. П. Бур'яни в степовому землеробстві / Л. П. Матюха // Захист рослин. – 2001. – №9. – С. 10 – 12.
20. Фісюнов А. В. Осінь-зимовий стан дворічних бур'янів у Степу України / А. В. Фісюнов // Український ботанічний журнал. – 1964. – Т. 21, №3. – С. 71 – 74.
21. Танчик С. П. Зміна забур'яненості посівів кукурудзи під впливом різних способів основного обробітку ґрунту / С. П. Танчик // Вісник аграрної науки. – 1996. – №4. – С. 49 – 52.
22. Іващенко О. О. Екологічні принципи регулювання агрофітоценозів / О. О. Іващенко, О. О. Іващенко // Карантин і захист рослин. – 2005. – №8. – С. 6 – 8.



**Погромська Г.С.**

кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри прикладної математики  
та інформаційних комп'ютерних технологій  
Миколаївського національного університету  
імені В.О.Сухомлинського

**Христордов О.В.**

студент 3 курсу  
механіко-математичного факультету  
Миколаївського національного університету  
імені В.О.Сухомлинського,  
технік відділу інформаційно-технічного забезпечення  
МНУ ім. В.О.Сухомлинського

## **ПЕРЕВАГИ QT ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

**Ключові слова:** Qt, C++, вільне програмне забезпечення, MySQL, база даних, відкритий вихідний код (сирцевий код)

**Keywords:** Qt, C++, the free software, MySQL, the database, the source code

Стержевою ланкою сучасного розвитку ІТ-світу є відкрите програмне забезпечення, саме воно дозволяє вчитися і розвиватися всій галузі програмування, адже сирцеві коди можна використовувати всім програмістам. Завдяки цьому рівень удосконалення відкритого програмного забезпечення майже необмежений. Рух за створення відкритого програмного забезпечення виник у зв'язку з високою вартістю комерційних аналогів, неможливістю адаптувати придбане програмне забезпечення до потреб користувача, неможливістю перевірити програмне забезпечення на наявність помилок і вірусів, і т. под. За [7] вільне програмне забезпечення надає користувачу ряд свобод: запускати програму; вивчати й змінювати її початковий код відповідно до власних потреб; вільно розповсюджувати копії програми; розповсюджувати модифіковані версії програми. Щоденно тисячі розробників стикаються з проблемою імпортування своїх проектів на різні платформи.

Стратегія створення сучасного програмного забезпечення передбачає можливість користувальницьких інтерфейсів і додатків працювати під управлінням будь-якої операційної системи, на будь-яких пристроях і в будь-який час. Зазначене є можливим за допомогою системи Qt. Зазначена система невпинно розвивається, і це підтверджується використанням її такими корпораціями як Google в її Google Earth, Microsoft в її Skype, Adobe в її Adobe Photoshop та ін.

Зроблений аналіз джерел [1-4; 6] дозволив виділити основні переваги міжплатформової системи Qt:

- пропонує розробникам модульну бібліотеку, що налічує більше 700 C++ класів;
- пропонує технологію Qt Quick, що використовує декларативну мову QML для створення UI, і інструментарій професійного рівня;
- дозволяє на всіх етапах прискорити процес створення програмного забезпечення, підвищити його ефективність і, як наслідок, значно скоротити час, витрачений на реалізацію проекту з розробки;
- програми та інтерфейси пристроїв, реалізовані за допомогою Qt, сумісні з усіма основними вбудованими операційними системами, включаючи RTOS (операційні системи реального часу);
- фреймворк включає готовий програмний стек, використання якого дозволяє приступити до розробки прототипів створюваного пристрою з першого дня;
- легко піддається адаптації під будь-яку архітектуру і конфігурацію апаратної складової, тим самим відкриває необмежені можливості для реалізації концепції Internet-of-Things.

Прикладом використання кросплатформого інструментарію розробки програмного забезпечення Qt є створений нами програмний продукт з відкритим сирцевим кодом – «StudBD», призначений для зберігання та обробки інформації щодо обліку відомостей про студентів навчального закладу та їх успішності з навчальних дисциплін.

В своїй основі запропонована програмна система має інтерфейс для роботи користувачів (розроблений у середовищі Qt), базу даних (MySQL). До складу програмного продукту входить модифікований стандартний компонент (QTableWidget – додана можливість виділення рядків та реалізований сигнал реагування на подвійний клік лівої кнопки миші), який можна використовувати у подальшому масштабуванні інших відкритих програмних продуктів. Захист інформації бази даних забезпечується на боці серверу (службами, брандмауерами, спеціалізованим програмним забезпеченням).

Пропонований програмний продукт «StudBD» підпадає під відкриту ліцензію GPL [1], яка передбачає повний доступ до сирцевих кодів розробки програмного забезпечення, база даних теж володіє правами GPL, що забезпечує вільний доступ до модифікації структури бази даних.

«StudBD» є клієнт-серверним програмним продуктом, написаним на діалекті мови програмування C++ комплексного середовища Qt, розроблений в рамках наукової роботи «Реалізація програмного забезпечення «StudBD» у комплексному середовищі розробки кросплатформових додатків Qt».

Програмний продукт забезпечує: адміністрування програмного продукту (управління користувачами програмної системи; зміна, редагування, створення сесій; додавання та редагування напрямів підготовки; редагування списку факультетів навчального закладу; редагування, зміна та створення дисциплін); зберігання та обробка інформації за студентами; додавання інформації про студентів; забезпечення зберігання інформації щодо сесій.

Отже, Qt – це кросплатформовий інструментарій розробки програмного забезпечення, що дозволяє запускати створене за його допомогою програмне забезпечення на більшості сучасних операційних систем шляхом простої компіляції тексту програми без зміни сирцевого коду. До переваг використання Qt при створення віль-

ного програмного забезпечення віднесемо те, що останнє володіє свободами GPL, які застосовуються до всього вхідного коду усіх модулів, на якому засноване ваше програмне забезпечення. Свободи також застосовуються для будь-яких пов'язаних файлів опису інтерфейсу, і навіть включають сценарії і керуючі файли, використовувані для управління і установки виконуваних файлів.

Перспектива у подальших дослідженнях застосування Qt для створення вільного програмного забезпечення особливо виявляється у зв'язку з відкритістю коду та безкоштовністю (це не є обов'язковою умовою) програмного продукту, що дозволить суттєво полегшити економічне навантаження навчальних закладів.

### Література

1. Выпуск Qt Open Source: [Електронний ресурс] // CrossPlatform.ru. Все о кроссплатформенном программировании. – Режим доступа: <http://doc.crossplatform.ru/qt/4.4.3/opensourceedition.html>
2. Саммерфилд М. Qt профессиональное программирование / М. Саммерфилд. – М.: Символ-Плюс, 2011. – 552 с.
3. Шлее М. Qt 4.8. Профессиональное программирование на C++ / М. Шлее.– СПб: БХВ-Петербург, 2012.– 912 с.
4. Qt: [Електронний ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Qt>
5. OpenGL // Офіційний сайт графічної бібліотеки: [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.opengl.org/>.
6. Qt // Офіційний сайт комплексного середовища розробки додатків: [Електронний ресурс]. – Режим доступа:<http://www.qt.io/>.
7. What is free software? [Електронний ресурс] // Веб-сторінка проекту GNU. – Режим доступа: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> (процитовано 6 серпня 2013р.)
8. MySQL. MySQL Workbench 6.2 // Офіційний сайт вільного інструментарію розробки реляційних баз даних: [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mysql.com/products/workbench/>.



**Куриной А.В.**

студент кафедры программной инженерии,  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
научный руководитель – ст. преподаватель Новиков Ю.С.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ**

*The given work is devoted to the usage of the game theory for solution of the Monge-Kantorovich transportation problem. It is described, how relevant the transportation problem is for different fields and thus, how important it is to be able to solve it rapidly. This work shows on example of the simple transportation problem, how it could be formulated in a form of zero-sum game, in case conditions, which influence on the solution of the problem, are not determined in advance and when they could affect each other. Geometric interpretation of solutions in mixed strategies demonstrates best solution possible and related risks. In conclusion attention is paid to the advantages of this approach and proposals on solving more extensive transportation problems.*

**Ключевые слова / Keywords:** теория игр / game theory, матричные игры / zero-sum game, геометрическое решение / geometric solution, транспортная задача / transportation problem, не детерминированные условия / not determined conditions, оптимизация / optimization, ПО / Software.

Теория игр – это математическая теория конфликтных ситуаций, т.е. таких ситуаций, в которых сталкиваются интересы двух или более сторон, преследующих различные цели. При этом, под игрой подразумевается конкретная конфликтная ситуация. Для упрощения, в данной работе будет рассматриваться парная игра с нулевой суммой (антагонистическая игра), в которой проигрыш одного игрока равен выигрышу второго[1].

В свою очередь, классическая транспортная задача – задача об оптимальном плане перевозок однородного продукта из однородных пунктов наличия в однородные пункты потребления на однородных транспортных средствах[2]. Модель транспортной задачи в данной работе будет также упрощена в целях сосредоточения

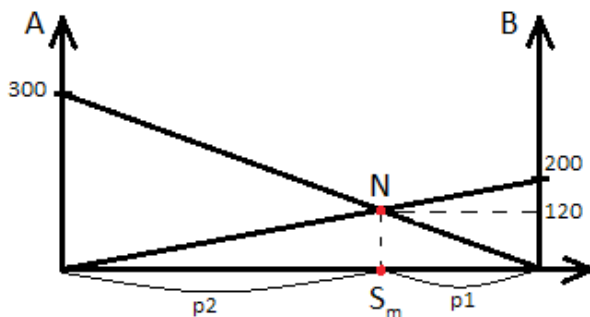


рисунок 1. Решение игры

внимания на подходе к ее решению, но не математической модели как таковой (так, например, в задаче будет участвовать один поставщик).

Постановка задачи. Допустим, есть поставщик P, а также два потребителя C1 и C2. Поставщику P необходимо доставить товар к обоим потребителям. Также, поставщику необходимо выбрать маршрут, который будет являться наиболее выгодным в плане стоимости и длины пути. Расстояние между P и C1 – 100км, но с неизвестной вероятностью, на пути встретится препятствие, которое задержит перевозку, а значит, P понесет убытки (в данном случае – \$300). Назовем этот отрезок маршрута – А. Расстояние между P и C2 – 200км, но на пути также может возникнуть препятствие (в этом случае, убытки в размере \$200). Назовем этот отрезок пути – В. Расстояние между C1 и C2 – 200км. Если P сначала отправится к C1, суммарный путь его будет – 300км, а если о сначала отправится к C2, – 400км. Но также P может понести разный объем убытков.

Представим задачу в виде матричной игры. Это одноходовая конечная игра с нулевой суммой[1]. Введем матрицу игры (ф.1):

$$M = \begin{pmatrix} 300 & 0 \\ 0 & 200 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Определим игроков. Игрок M интерпретирует маршрут. Его стратегии представляются строками. Таким образом, у него есть две стратегии, – избрать маршрут А или маршрут В. Игрок S интерпретирует стоимость. Его стратегии представлены столбцами. Таким образом, поставщик P понесет убытки в \$300, если будет избран маршрут А и на нем возникнут препятствия (ф.1). По аналогии можно трактовать оставшиеся 3 возможных исхода.

Представим геометрическое решение игры (рис.1):

Точка N определяет оптимальное для обоих игроков (измерений транспортной задачи, в нашем случае) решение. Ордината этой точки в разрезе решения матричной игры обозначает наибольший выигрыш игрока M. В интерпретации задачи, это означает, что существует маршрут, при котором поставщик P не понесет убытков (так как минимальная сумма убытков – \$200). Этот факт является очевидным для поставленной задачи, но стоит отметить, что для более сложных задач эта очевидность не сохранится. Абсцисса точки N указывает на смешанную стратегию – решение

игры. В интерпретации задачи, при выборе маршрута В, с большей вероятностью  $p_2$ , поставщик Р не понесет убытков (рис 1). Таким образом, избрав более длинный путь, Р с большей вероятностью не потеряет деньги из-за препятствий на пути, о которых он ничего не знает, но лишь догадывается о их возможном наличии и знает объемы потерь при их возникновении.

Такой подход к решению транспортной задачи, в которой часть информации не детерминирована, является быстрым и наглядным. Стоит сказать, что в реальных условиях, человек, сталкивающийся с такой задачей, почти никогда не знает всех факторов, оказывающих влияние на систему, изнутри или извне. В таком случае, крайне полезным будет способ оценить худший вариант развития событий, чтобы иметь возможность принять адекватное решение. Таким образом, существует необходимость создания ПО, позволяющего давать оценочные результаты решения транспортной задачи на основе малого количества данных.

В данной работе, задача была максимально упрощена, но это не означает невозможность сведения решения более сложных и обширных задач к решению матричной игры. Целью данной работы было показать, как можно использовать инструментарий и подходы теории игр в общественных науках для решения реальных задач. Дальнейшие исследования помогут расширить класс проблем, решаемых с помощью теории игр в целом и инструментария матричных игр в частности, что сделает возможным разработку соответствующей программной системы.

### Список источников

1. Никитин И.К.. Методические указания по теории игр. Матричные игры. Методические указания ст. преподавателя. М., 2003.
2. Транспортная задача: [Электронный ресурс] // Wikimedia Foundation Inc. San Francisco., 2003-2015. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная\\_задача](https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная_задача) (Дата обращения: 08.03.15).

**Войтенко М. В.**

Харьковский национальный университет  
радиоэлектроники

**Новиков Ю.С.**

Ст. преподаватель  
кафедры программной инженерии  
Харьковский национальный университет  
радиоэлектроники

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВИЗУАЛЬНЫХ И СЛУХОВЫХ ОБРАЗОВ**

**Ключевые слова:** нейролингвистическое программирование, моделирование, методика, транс, тренинг.

**Keywords:** neuro-linguistic programming, modeling, technique, trance, training.

В последнее время нейролингвистическое программирование является популярным и бурно обсуждаемым направлением практической психологии. НЛП пытается научить людей наблюдать, понимать и воздействовать на себя и других людей так же эффективно, как это делают опытные психотерапевты. Данный подход имеет широкий спектр применения, к которому относятся психотерапия, менеджмент, актерское мастерство, юриспруденция, журналистика и многие другие.

Традиционная терминология определяет нейролингвистическое программирование как набор техник, позволяющих производить быстрые изменения в мышлении людей, оказывая на них неосознаваемое ими воздействие с целью излечения их от психологических заболеваний, избавления от проблем, а также с целью развития [1].

Его актуальность обусловлена несколькими причинами. Во-первых, методы НЛП охватывают психологию, психотерапию, программирование и языкознание. Во-вторых, данный подход представляет собой новое исследовательское направление, которое находит применение в жизни любого человека посредством моделирования приемов и практик успешных людей. В результате НЛП позволяет человеку развивать коммуникативные навыки, которые необходимы каждому.

Наиболее действенным методом изменения внешнего мира является, прежде всего, изменение себя. Данную цель можно достичь с помощью программ психотренингов, которые представляют собой последовательность слов и зрительных образов, произносимых и вызываемых на уровне альфа-ритмов с целью направления сознания на контролирование мозга – автоматический вызов определенных мыслей и состояний тела [2]. Альфа-ритмы, помимо того, что они самые эффективные по амплитуде среди мозговых волн, еще и наиболее действенны для перепрограммирования внутренних, глубинных уровней сознания человека [3].

Помимо существующих методов психотренингов можно выработать свой собственный метод. Для этого нужно составить индивидуальный набор образов, ко-

торые со временем будут ассоциироваться у человека с определенными действиями, настроениями или состояниями. Данный процесс объясняется тем, что внутреннее сознание не станет блокировать те действия и цели, которые не считает новыми. Простой способ перепрограммировать, убедить или обмануть сознание – создать полноценное переживание, затрагивающее телесную и духовную сферу, которое называется киноопытом.

Эффективное усвоение, программирование или перепрограммирование киноопыта определяется повторением и качеством ввода. Повторение создает основу для идей, образов и программ, помогая внести и надежно закрепить новую информацию в клетках мозга, образуя киноопыт. А качество ввода обеспечивает то, насколько хорошо мозг запоминает информацию, и как он сравнивает ее с ранее полученной. При низком качестве данных успешность программирования снижается, а сознание расценивает информацию умозрительной.

Так как в последнее время идет непрерывная тенденция автоматизирования процессов человеческой жизнедеятельности, имеет смысл создание модели по реализации методов психотренингов посредством изобретения алгоритмов для слуховых и зрительных образов. Данная модель смогла бы обеспечить высокую эффективность программирования или перепрограммирования сознания с целью саморазвития или достижения нужных человеку состояний. Принцип действия основывается на создании определенного киноопыта, который в свою очередь прививает новые навыки.

Для успешного достижения результатов таких тренингов стоит учесть индивидуальность каждого человека. Нужно отметить, что достижение одних и тех же состояний или навыков, может происходить в различном темпе и достигать различной степени эффективности у людей. Поэтому необходимо реализовать подготовку к тренингам в виде общих тестов, которые смогут обеспечить нужный объем информации о личности для составления программы. При моделировании системы приобретения определенного киноопыта через визуальные и аудиальные образы необходимо провести оценку этих образов человеком посредством прохождения теста. Для получения достаточного количества информации в каждый вопрос стоит включить то, какие чувства вызывает образ у тестируемого. Далее стоит соотнести цель тренинга человека и результат пройденного теста, обработанного с помощью алгоритма, который проанализирует полученные данные об эмоциях и представит приблизительную систему тренингов.

Суть алгоритма заключается в том, что среди предложенных вопросов отбираются те, которые вызвали у тестируемого положительные эмоции или некоторую степень согласия с утверждениями, представленными в тесте. После определения всех этих факторов подбираются визуальные и звуковые образы, которые соответствуют эмоциям, удовлетворяющим критерию достижения цели.

Благодаря простоте подачи информации моделируемая система может быть реализована на любом устройстве с небольшим количеством времени, затраченным на разработку. Из-за использования мультимедиа контента и обычных текстовых вопросов модель может создаваться на практически любой современной технологии разработки программных продуктов.

Данная система будет базироваться на своей продолжительности и периодичности подачи информации. Эти аспекты можно будет определить исходя из во-



просов о биоритме тестируемого, а также уровне его активности в жизни. Чем активнее испытуемый, тем короче будет срок тренингов и тем интенсивнее будет поток информации для усвоения. Это обусловлено тем, что более динамичные люди быстрее воспринимают информацию, а также имеют большую потребность в ее частоте поступления.

Важным фактором в эффективном усвоении киноопыта является состояние человека на момент тренинга. Рекомендуется проводить их в спокойном месте и расслабленном состоянии. Данное состояние человеческого разума называется трансом. Это определенное состояние, особенностью которого является направленность внимания внутрь себя. Чем сильнее человек сконцентрирован на своих внутренних переживаниях, тем меньше он занят внешним миром. И чем глубже это состояние, тем проще человеку воссоединиться со своим внутренним миром. Последовательные и точные инструкции во время транс активизируют и дают проявиться самому важному ресурсу подсознания – возможности буквально исполнить почти всего что угодно.

Используя предлагаемую модель системы или комбинируя ее с теми, которые существовали ранее, человек приобретает навыки саморазвития, а также эффективную борьбу со стрессовым состоянием. После практического применения НЛП человек обладает прекрасной гибкостью в поведении, приспособляя его для более продуктивного общения с другими. Обладая знаниями и опытом нейролингвистического программирования повышается результативность, изменяется мышление, улучшается взаимодействие с окружающим миром.

### **Литература**

1. НЛП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://4brain.ru/nlp/>
2. Добротворский И. Л.. Самоучитель психологического мастерства. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006 г. – 221с.
3. Браун Б.. Новое сознание, новое тело и сверхразум. Нью-Йорк: Bantam Books, 1983 г. – 291с.

**Rezenkov Denis Nikolaevich**

Stavropol State Agrarian University

Ph.D., Associate Professor of Information Systems

drezenkov@mail.ru

**Shlaev Dmitry Valerievich**

Stavropol State Agrarian University

Acting Head of the Department "Information Systems",

Ph.D., Associate Professor of Information Systems

shl-dmitrij@yandex.ru

**Bulatov George Olegovich**

Stavropol State Agrarian University

3th year student

shadow\_26ru@mail.ru

## GENERALIZED DISCRETE FOURIER TRANSFORM BASED ON THE METHOD OF PARALLELIZATION

**Annotation:** *The trend toward parallel computing connected with the continuous growth of the performance requirements of the computing devices of digital signal processing. This article discusses issues related to the use of discrete Fourier transforms to provide the required accuracy of the calculations in the construction of special processors.*

**Keywords:** digital signal processing, discrete Fourier transform processors, information systems, information, computer.

The current trend in recent years in digital computing – a trend associated with parallelizing computational requirements for the continuous growth of computing devices, digital signal processing (DSP). Among a number of computational methods important are methods of information processing based on the Discrete Fourier Transform (DFT). The requirement of high precision and high speed signal processing requirements of a modern system of digital signal processing, causes the activation of the work on the application of mathematical models for DSP.

To achieve high accuracy and high speed signal processing requires a comprehensive approach that takes into account the specificity of tasks, changing the architecture of computer hardware based on the methods of parallelization. In this case, the efficiency of the DSP system and its performance, reliability, overall dimensions and power consumption are closely related to the required accuracy of calculations, which defines the format of the data used, the frequency range of input signals, the volume of processed information and especially DSP algorithms. This integrated approach can be achieved by using a systolic implementation of the principle of DFT, and the development of this principle will create a high-speed DFT processors great precision.

For efficiency and to ensure the required accuracy of calculations at the DFT processors impose specific requirements and systolic implementation principles. The most widely used processors DFT received systolic array with a linear type of connections between cells. There are three main types of systolic arrays: macroconveyor providing each cell

systolic array implementation of a single iteration of the algorithm fast Fourier transform (FFT), multi-channel, implementing a scheme of independent calculations of each individual component of the DFT and pure systolic implementing DFT calculation component Horner scheme.

The most simple in structure, and functions are purely systolic array type. The maximum complexity of these parameters have a systolic array macroconveyor type. An intermediate position between them occupy multichannel, which in turn are divided into single function and multifunction. The latter are non-degenerate first cell and an auxiliary input weight multipliers in the second cell, which allows the use of these matrices as basic units of the processor FFT. Each cell is a multi-channel computing systolic array works in conjunction with the associated memory cell, the combination of which forms a storage device.

Each systolic array can be designed for processing of real and complex data. In this case, there are two possibilities for constructing systolic matrices with cells that implement arithmetic of real numbers, or with cells that implement arithmetic of complex numbers. Such systolic array called multilayer or a single layer.

Based on systolic arrays built systolic processors for different purposes and structures. These processors implement an  $m$ -dimensional ( $m \geq 1$ ) DFT, FFT and other digital signal processing tasks.

On the structure of systolic processors are divided into single-stage designed to perform one-dimensional Fourier transform, and multistage designed to perform  $m$ -dimensional Fourier transforms when  $m \geq 2$ , FFT and other tasks of digital signal processing based on the Fourier transform.

Single-stage processors and multi-processors each stage are based on separate systolic array and divided into single-channel and multi-channel. Multi-processors are divided into reconfigurable and unconfigurable.

In order to solve certain problems of digital signal processing based on Fourier transform and achieve high accuracy and high speed signal processing requires a comprehensive approach that takes into account the specificity of tasks, changing the architecture of computer hardware based on the methods of parallelization.

### References:

1. Gordenko, D.V., Rezenkov, D.N., Sapronov, S.V. (2010), «Normalized trace polynomial in the search and localization of errors in Modular Codes», Bulletin NCSTU № 10 [«Normirovannyj sled polinoma v procedurach poiska i lokalizacii oshibok v moduljarnyh kodah», Vestnik SevKavGTI № 10], Stavropol, pp. 72-73.
2. Kalmykov, I.A., Zinoviev, A.V., Rezenkov, D.N., Gahov, V.R. (2010), «Application systolic orthogonal transformations in polynomial system of residue classes to improve the efficiency of digital signal processing», Information and Communication Technologies № 3 [«Primenenie sistolicheskikh ortogonal'nyh preobrazovanij v polinomial'noj sisteme klassov vychetov dlja povyshenija jeffektivnosti cifrovoj obrabotki signalov», Infokommunikacionnye tehnologii № 3], pp. 4-11.
3. Rezenkov, D.N. (2006), «Parallel digital signal processing techniques» Modern high technologies №4 [«Parallel'nye metody cifrovoj obrabotki signalov» Sovremennye naukoemkie tehnologii №4], pp. 67-68.

4. Shlaev, D.V., Fedorenko, I.V. (2014), «performance evaluation of information system of implementation of information technology in the enterprise» Economic, innovation and information Issues of Regional Development of the international scientific-practical conference [«Ocenka jeffektivnosti informacionnoj sistemy ot vnedrenija informacionnyh tehnologij na predpriyatii» Jekonomicheskie, innovacionnye i informacionnye problemy razvitija regiona materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii], pp. 359-360.

## ПІДВИЩЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ХЛІБА – АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНОЇ ХЛІБОПЕКАРНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Ключові слова:** хлібобулочні вироби, нетрадиційна сировина, функціональні добавки, мікрофлора, якість, безпека.

**Keywords:** bakery products, alternative raw materials, functional additives, microflora, quality, safety.

Хлібопродукти – найбільш дешеві й доступні продукти харчування – служать одним з основних джерел необхідних організму харчових речовин: рослинних білків, вуглеводів, вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон. Хліб і хлібопродукти являють основними джерелами енергії, білка і вуглеводів в харчуванні населення забезпечуючи відповідно 36,6; 40 і 53% добового їх надходження. За частотою споживання вони знаходяться на першому місці у всіх груп населення [1].

В останні роки хліб розглядається як функціональний продукт харчування, через який людина отримує необхідні йому біологічно активні сполуки. Виходячи з досліджень вчених багатьох країн світу, для розширення асортименту хлібобулочних виробів, в тому числі для дієтичного харчування, перспективними є технології виробництва хліба з використанням збагачуючих компонентів. Введення в їх рецептуру хліба додає йому профілактичні властивості і здійснює значний вплив на якісний і кількісний склад раціону харчування людини, що дозволяє ефективно вирішити проблему профілактики різних захворювань, пов'язаних з дефіцитом тих чи інших речовин [2, 3].

Зокрема перспективною сировиною для збагачення хліба є овочеві порошки. Вони зберігають свої корисні властивості протягом усього року, що дає можливість безперервно забезпечувати виробництво харчових продуктів цінним джерелом біологічно активних речовин [4].

Особливістю оцінки конкурентоспроможності хлібобулочних виробів є те, що ці вироби відносяться до продукції масового попиту, споживаної щодня. Більшість споживачів вважають, що хліб повинен мати тільки традиційний склад. Але смаки споживачів змінюються. Вже існує сегмент споживачів, які повністю відмовилися від вживання хліба як висококалорійного і дріжджового продукту. Інший сегмент споживачів, які вважають, що хліб повинен бути не тільки калорійним продуктом, але і містити макро- і мікронутрієнти. Але, незалежно від складу, хліб повинен бути смачним, як вважає більшість споживачів.

Таким чином в конкурентній боротьбі перемагають компанії, які задовольняють потреби покупців, забезпечуючи їм економію коштів, гарантують відмінний смак, безпеку і користь продукції в довгостроковій перспективі [5].

Питання підвищення безпеки хлібобулочних виробів набуває великого значення, в зв'язку з тим що багато регіонів, в яких вирощуються зернові культури, є екологічно неблагополучними. Крім того, почастишали спалахи захворювання пшеничного хліба «картопляною хворобою», що викликається спороутворюючими бактеріями *Bacillus subtilis* [6].

Вияткова термостійкість спор цих бактерій призводить до того, що вони зберігають життєздатність у процесі випічки хліба і викликають у людини такі захворювання, як артрити, ендокардити, перитоніти, менінгіти.

Під впливом протеолітичних ферментів бактерій утворюються продукти розпаду білків, які надають хлібу різкий специфічний запах. Такий хліб непридатний ні в їжу людині, ні на корм тваринам [7].

Причиною зараження найчастіше є надходженням на хлібопекарські підприємства борошна, виробленого із зерна з підвищеною обсіменіння споровими бактеріями, а також іншої сировини: пресованих дріжджів, висівок, цукору.

Пошук і застосування неенергоємних та екологічно безпечних способів попередження мікробіологічного псування хлібобулочних виробів, що продовжують термін їх зберігання, є найбільш актуальною проблемою в хлібопекарській галузі [8].

### Список використаних джерел:

1. Ребезов М.Б., Наумова Н.Л., Кофанова М.Ю., Выдрина Н.В., Демидов А.В. О возможности обогащения хлебобучных изделий функциональными ингредиентами // Техника и технология пищевых производств. – 2012. Т 24, №1 – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-obogascheniya-hlebobulochnyh-izdeliy-funktsionalnymi-ingredientami> (Дата звернення: 24.02.2015).
2. Стабровская О.И., Романов А.С., Короткова О.Г. Многокомпонентные смеси для производства хлебобучных изделий // Техника и технология пищевых производств. 2009. – №2. Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/mnogokomponentnyesmesi-dlya-proizvodstva-hlebobulochnyh-izdeliy> (Дата звернення: 24.02.2015)
3. Давыденко Н.И., Голуб О.В., Бурштыкова Т.Ю., Сафьянов Д.А. Разработка и исследование показателей качества хлебобучных изделий повышенной пищевой ценности // Техника и технология пищевых производств. – 2013. Т 29, №2 С. 1-5
4. Неміріч О.В., Петруша О.О., Бончак І.В., Філіпенко В.В. Аспекти технології хліба з використанням сушеної рослинної сировини // ВЕЖПТ. 2014 – Т. 68, №12 Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/aspekti-tehnologiyi-hliba-z-vikoristannyam-sushenoyi-roslinnoyi-sirovini> (Дата звернення: 24.02.2015).
5. Нилова Л.П., Дубровская Н.О., Науменко Н.В., Калинина И.В. Разработка алгоритма оценки конкурентоспособности обогащенных хлебобучных изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент – 2012. №22 – С 185-191
6. Темираев Р.Б., Сатцаева И.К., Витюк Л.А., Кулова И.М. Качество и безопасность пшеничного хлеба, приготовленного на основе хмелевой закваски // Известия ГГАУ. – 2012. Т 49, №4. С. 399-402

7. Бердышникова О.Н. Совершенствование технологии заквасок на основе сухого бактериального концентрата для обеспечения микробиологической безопасности пшеничного хлеба Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2012 С. 3
8. Юсупова Г.Г., Юсупов Р. Х. Обеспечение микробиологической безопасности муки и хлеба энергией свч-поля // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2009 – №1. С 20-22.

**Сковоринська О. І.**

**Ткачук М.А.**

Студенти 4 курсу

кафедри біотехнології і мікробіології

Національний університет харчових технологій

**Грегірчак Н.М.**

Кандидат технічних наук

доцент кафедри біотехнології і мікробіології

Національний університет харчових технологій

## **ВПЛИВ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ НА БЕЗПЕКУ ХЛІБА**

**Ключові слова:** хлібобулочні вироби, нетрадиційна сировина, функціональні добавки, мікрофлора, якість, безпека.

**Keywords:** bakery products, alternative raw materials, functional additives, microflora, quality, safety.

Прагнення забезпечити населення якісним хлібом високої харчової цінності призводить до необхідності створення нових хлібобулочних виробів поліпшеної якості.

Для вирішення поставленої задачі доцільним є раціональне використання вторинних матеріальних ресурсів харчових виробництв, а також нових видів сировини.

Приділення уваги дослідженням по удосконаленню технології виробництва хлібобулочних виробів на основі використання нетрадиційної сировини дозволить розширити асортимент виробів та поліпшити якість хліба [1].

Головним критерієм який необхідно враховувати при розробці нових рецептур хліба збагачених нетрадиційною сировиною є відповідність споживчих властивостей продукту вимогам споживачів.

Як свідчать результати опитування експертів і споживачів найбільш значущим критерієм при виборі хлібобулочного вибору є показник безпеки [2].

Безпека харчових продуктів, у тому числі і хліба, визначається кількістю токсичних речовин, та мікробіологічними показниками гранично допустимі межі яких встановлюються в нормативній документації. Згідно СанПіН 2.3.2.1078 для хліба регламентується вміст важких металів (свинцю, миш'яку, кадмію, ртуті), мікотоксинів, пестицидів і радіонуклідів (цезію – 137, стронцію – 90). Мікробіологічні показники в хлібобулочних виробих без начинки не нормуються, але при використанні різних збагачуючих добавок велика увага приділяється показникам гігієнічної та мікробіологічної безпеки.

Відомо, що деякі хімічні речовини можуть затримувати розвиток мікроорганізмів, викликати їх загибель або навпаки – сприяти зростанню [3,4]. Так, використання екстракту часнику підвищує біологічну цінність хліба, зменшує ступінь обнасіненості виробів пліснявою та дріжджовою мікрофлорою, що обумовлено наявністю в його складі біологічно активних сполук: органічних кислот, поліфенолів, антоціанів, фітонцидів. Використання екстракту часнику позитивно відображається на зберіганні продукту [5,6].



Зменшення загального мікробного обнасінення спостерігається при додаванні до хліба лікарських рослин, що містять велику кількість ефірних олій: зокрема: меліси лікарської, м'яти перцевої, пелюсток троянди дамаської, і естрагону, а також порошку плодів шипшини та екстракту зеленого чаю, що може бути обумовлено бактеріостатичною дією вказаних добавок [7, 8].

Крім використання біологічно активних речовин ефективним засобом для попередження мікробіологічного псування і цілого ряду хімічних реакцій, що знижують якість харчових продуктів при зберіганні, є зниження активності води. Доведено, що уповільнення процесу черствіння при зберіганні хлібобулочних виробів пов'язано з формами зв'язку води в ньому. Чим більше зв'язаної води, тим хліб буде довше зберігатися. Введення збагачуючих добавок з рослинної сировини сприяє зв'язуванню вологи адсорбційно і осматично [9, 10].

Перспективною сировиною для зниження кількості вільної води в хлібі є використаття картопляної клітковини, оскільки вона має високі гідрофільні властивості і здатна зв'язувати 10-15г води / 1г [11].

Існують дані, що найбільша кількість зв'язаної води при зберіганні спостерігається в хлібі упакованому в двухосновноорієнтовану поліпропіленову плівку (БОПП-плівку), але при такому пакуванні в хлібі активно розвивається пліснява, в той час як в хлібі упакованому в пакет кількість зв'язаної води максимальна, але зменшується пліснявіння. Отже, для виробництва збагаченого хліба на хлібзаводах, міні-пекарнях та магазинах, де випічка відбувається безпосередньо перед продажем краще використовувати паперові пакети, перевагаю яких є також те, що хліб можна упаковувати гарячим. Поліпропіленову плівку доцільно використовувати на підприємствах, що знаходяться достатньо далеко від місця реалізації продукції [12].

При використанні в якості збагачуючого компонента рослинної сировини, необхідно звернути особливу увагу на небезпеку забруднення її важкими металами (Pb, Ni, Zn, Fe). Існують дані щодо значного їх накопичення в рослинах, зокрема бобових, що були вирощені на територіях комплексного радіаційно-техногенного забруднення.

Для запобігання потрапляння важких металів з сировиною для виробництва хліба необхідно обирати лише ті сорти рослин, які обмежено накопичують зазначені забрудники [13].

В роботі проаналізовано вплив нетрадиційної сировини на безпеку хліба, надані рекомендації щодо вибору сировини та упаковки збагаченого хліба для підвищення його харчової цінності та безпеки.

### Список використаних джерел:

1. Сильчук, Т. А., Безкоровайная В.С Повышение качества и пищевой ценности хлеба // Наука. Образование. Молодежь: материалы республиканской конференции молодых ученых. – Алматы: АТУ, 2013. С. 85–87. – Режим доступа: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14872/1/bread.pdf> (Дата звернення: 18.02.2015)
2. Нилова Л. П., Вытовтов Н. В., Науменко А. А., Калинина И.В Управление потребительскими свойствами обогащенных пищевых продуктов // Вестник

- ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2011.– Т.258,№41 С.185-190.. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-potrebitelskimi-svoystvami-obogaschennyh-pischevyh-produktov> (дата звернення: 18.02.2015).
3. Наумова Н. Л., Позняковский В. М. Об эффективности витаминизации булочных изделий, обогащенных селеном // Техника и технология пищевых производств. 2014.– Т 32, №1 С. 60-67.. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/ob-effektivnosti-itaminizatsii-bulochnyh-izdeliy-obogaschennyh-selenom> (дата звернення: 18.02.2015).
  4. Дубовик Д.И., Занова Л.Н. Безопасность обогащенных хлебобулочных изделий // Вятский медицинский вестник. 2009. – №1. С.84-85. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-obogaschennyh-hlebobulochnyh-izdeliy> (Дата звернення: 22.02.2015).
  5. Борисенко Д.В., Пашенко Л.П., Супонев Е.Н. Технология хлеба «Украинская рапсодия» и его микробиологическая стойкость при хранении // Хлебопродукты. 2012 – №12. С 52-53.
  6. Кузнецова Е.А., Корячкина С.Я., Пригарина О.М. Влияние антисептиков природного происхождения на безопасность и качество зернового хлеба // Вестник ОГУ. 2006. – №10-2. С. 440-445 Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-antiseptikov-prirodnogo-proishozhdeniya-na-bezopasnost-i-kachestvo-zernovogo-hleba> (Дата звернення: 19.02.2015).
  7. Иоргачева Е. Г., Лебеденко Т. Е. Потенциал лекарственных, пряно-ароматических растений в повышении качества пшеничного хлеба // ВЕЖПТ. 2014. – Т.68, №12. С.101-108. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/potentsial-lekarstvennyh-pryanoo-aromaticheskikh-rasteniy-v-povyshenii-kachestva-pshenichnogo-hleba> (Дата звернення: 19.02.2015).
  8. Мардар М. Р., Егорова А.В., Евдокимова Г.И., Труфкати Л.В, Значек Р.Р. Микробиологическая безопасность зерновых хлебцев с растительными добавками // Харчова наука і технологія, 2014. – Т.26, №1 С. 95-99
  9. Цуканов М. Ф., Черноморец А.Б Технологические аспекты показателя «активность воды» и его роль в обеспечении качества продукции общественного питания // ТТПС. – 2010. №11. С 58-63; Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-aspekty-pokazatelya-aktivnost-vody-i-ego-rol-v-obespechenii-kachestva-produktsii-obshchestvennogo-pitaniya> (Дата звернення: 20.02.2015).
  10. Нилова Л.П., Науменко Н.В., Калинина И. В., Инновационный подход в оптимизации качества хлебобулочных изделий с добавленной пищевой ценностью // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. – 2011. Т 238, №21 С. 183-187. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyy-podhod-v-optimizatsii-kachestva-hlebobulochnyh-izdeliy-s-dobavlennoy-pischevoy-tsennostyu> (Дата звернення: 20.02.2015).
  11. Дробот В.И., Грищенко А.Н. // Хранителна наука, техника и технологии 2013: Научни трудове на УХТ, 18-19 октомври 2013. – Пловдив, 2013. – Т. LX. С. 105-108. – Режим доступа: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14888/1/Sgamikkvthi.pdf> (Дата звернення: 20.02.2015).
  12. Алёхина Н.Н., Пономарева Е.И., Логунова Л.В., Журавлева И.А. Рекомендации по упаковке хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности // Хлебопродукты. 2013 – №1. С 50-51.

13. Кузнецова Е.А., Корячкина С.Я., Мотылева С.М., Шахпендарян Е.А., Сухова Т.Г., Гуляева Е.В., Раменская С.М., Экологические аспекты оценки растительного сырья, используемого в хлебопечении // Хлебопечение России. 2003. – №1. С 2-3.

Сизоненко О.І.

аспірант, НУХТ, м. Київ

Крапивницька І.О.

к.т.н., НУХТ, м. Київ

Карпович І.В.

к.т.н., НУХТ, м. Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ ПЕКТОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ У ОЧИЩЕННІ ЕКСТРАКТУ ІЗ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

**Ключові слова:** пектолiтичні ферменти, очищення, харчовий сироп, буряковий екстракт, в'язкість.

Пектолiтичні ферменти широко розповсюджені у природі, вони синтезують-ся рослинами та мікроорганізмами. Пектолiтичні ферментні препарати широко використовуються у харчових галузях промисловості для мацерації рослинної сировини, зменшення в'язкості концентратів соків, освітлення соків та ін. [1].

Пектин цукрового буряку – це комплекс гетерополісахаридів, складовими яких є галактуронова кислота, рамноза, арабіноза і галактоза. Вміст галактуронової кислоти становить 80...85 %, рамнози – до 5 %; загальний вміст інших нейтральних моносахаридів – 7...14 % [2].

В процесі отримання екстракту із цукрових буряків відбувається гідролітичне розщеплення протопектинового комплексу рослинної тканини з переходом у екстракт високомолекулярних сполук. Це супроводжується підвищенням в'язкості екстракту, зумовленого в основному наявністю в екстракті пектинових речовин. Крім того, в екстракт потрапляють зважені частинки бурякової тканини. Ці фактори спричиняють ускладнення процесів очищення екстракту, насамперед його фільтрування [3].

У лабораторних умовах досліджено накопичення пектинових речовин в процесі отримання екстракту з цукрових буряків із застосуванням лимонної кислоти за рН 3,5, температури 80...85 °С, протягом 45 хв.

Встановлено, що при зазначених умовах екстрагування в продукті накопичується до 0,12 % пектинових речовин, при цьому відносна в'язкість екстракту ( $\eta_{\text{відн}}$ ) сягає значення 1,5...1,6.

Для зниження в'язкості екстракту з цукрового буряку проведені дослідження із застосуванням комерційних ферментних препаратів комбінованої дії. Для випробувань використовували сучасні високоефективні ферментні препарати «Фруктозим Р<sub>6</sub> – XL», «Фруктозим Флюкс», «Фруктозим Р» виробництва фірми «DÖHLER» (Німеччина). Зазначені препарати включають комплекс ферментів гідролітичної дії з полігалактураназною, пектинестеразною, арабіною, галактазною, протеїназною, целюлазною активністю. Відмінність препаратів зумовлена співвідношенням компонентного складу ферментів, а також рівнем їхньої активності.

Дослідження показали, що найкращими виявилися результати отримані при обробленні екстракту ферментними препаратами «Фруктозим Р» та «Фруктозим

Флюкс» протягом 1,3 годин при дозуванні 3,0 мл та 4,0 мл 0,1% розчину на 100 мл відповідно. При цьому кількість пектинових речовин у першому випадку зменшилась до 0,02 %, у другому – до 0,014%. Подальше збільшення кількості ферментного препарату не давало відчутного результату.

Кожний пектолiтичний препарат мiстить рiзний за складом та активнiстю комплекс ферментiв з полiгалактуроазною, пектинестеразною, арабiзною, галактазною, протеiназною, целюлазною активнiстю[5]. При додаваннi певної кiлькостi пектолiтичних препаратiв була визначена в'язкiсть екстракту [3 – 4].

Аналізуючи отримані дані можна стверджувати, що найефективніше на зменшення в'язкості бурякового екстракту впливає обробка сумішшю ферментів «Фруктозим Флюкс» та «Фруктозим Р» у кількості 3,0мл 0,1 % розчину на 100мл екстракту ( $\eta_{\text{відн.}}=1,07$ ).

Накопичення пектинових речовин в процесі отримання екстракту з цукрових буряків в кислому середовищі зумовлює підвищення його в'язкості. Дослідження показали ефективність застосування ферментних препаратів пектолiтичної дiї для зниження вмісту пектинових речовин в буряковому екстракті.

Встановлено, що оброблення бурякового екстракту ферментними препаратами пектолiтичних ферментiв дозволяє знизити значення показникiв вiдносної в'язкостi ( $\eta_{\text{відн}}$ ). Найбiльше зниження спостерiгалося при використаннi сумiшi ферментних препаратiв Фруктозим Флюкс та Фруктозим Р6-ХЛ.

### Литература

1. Сапронов А.Р./ Технология сахарного производства// Пищ. пром-сть. – М.: Агропромиздат, 1986. – 431 с.
2. Патент № 89164 МПК А 23L 2/04 Спосiб виробництва харчового сиропу iз цукрових бурякiв/ Крапивницька I.О., Карпович I.В., Сизоненко O.I., Тарасенко Ю.В., опубл. 10.04.2014., Бюл № 7.
3. Voragen A.G.J. Chemistry and Enzymology of pectins, in Advanced./ A.G.J.Voragen, J. Beldman and H. Schols // Dietary Fiber Technology (eds. McCleary and L. Prosky). – London: Blackwell Science. – 2001. – №174. – P.379-398.
4. Jayani, R.S. Microbial pectinolytic enzymes: A review / R.S. Jayani, S.Saxena, R.Gupta // Process Biochem. – 2005. – V.40, I.9. – P.2931-2944.
5. Грачева И.М., Кривова А.Ю. /Технология ферментных препаратов.//М.: Изд-во «Элавар», 2000. -512 с.

**Сизоненко О.І.**

аспірант, НУХТ, м. Київ

**Крапивницька І.О.**

к.т.н., НУХТ, м. Київ

**Карпович І.В.**

к.т.н., НУХТ, м. Київ

## **ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАФІЛЬТРАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВОГО СИРОПУ ІЗ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**Ключові слова:** мембрани, ультрафільтрація, харчовий сироп, буряковий екстракт, кольоровість.

Мембранні технології, зокрема, мікро-, ультра-, нанофільтрація, зворотний осмос мають широке розповсюдження у переробленні сільськогосподарської сировини з метою розділення розчинів на молекулярному рівні, зберігаючи при цьому всі цінні компоненти. В цукровій промисловості ці технології ще широко не застосовуються, що зв'язано з великим об'ємом виробництва [1].

Очищення бурякового екстракту мембранами проводили в один етап – в той час, як традиційні методи потребують додавання абсорбуючих матеріалів, таких як желатин, бентоніт, танін, кизельгур. Застосування процесу ультрафільтрації дозволяє очистити буряковий екстракт протягом 2 – 4 годин [3].

Нами запропоновано спосіб отримання харчового сиропу із цукрових буряків, до складу якого, крім моно-, дисахаридів, входять органічні та амінокислоти, макро-, мікроелементи та інші біологічно-активні речовини. Основними стадіями отримання сиропу є: екстрагування розчинних речовин із мезги цукрових буряків за температури 75–80°C і рН 3,5–4,0, оброблення ферментними препаратами, очищення екстракту, концентрування очищеного екстракту до вмісту сухих речовин 73–75%. Особливістю технології є проведення процесів в кислому середовищі з метою забезпечення протікання процесу інверсії сахарози для отримання сиропу з підвищеним вмістом глюкози та фруктози, попередження окиснення фенольних сполук ферментом поліфенолоксидазою. Під час вилучення екстракту разом із розчинними вуглеводами в середовище переходить велика кількість речовин, що зумовлюють помутніння та забарвленість готового продукту: пектинові, білкові речовини, продукти окиснення. Екстракт має високий вміст водорозчинного пектину, який утворюється в результаті гідролізу протопектину, що зумовлює підвищену в'язкість екстракту і заважає процесу фільтрування. Для зменшення вмісту пектину застосовуються пектолітичні ферментні препарати.

Для очищення екстракту від високомолекулярних сполук застосовували ультрафільтрацію. Використовувалися дві баромембранні лабораторні установки тупикового типу з ефективною площею мембран  $1,38 \cdot 10^{-3}$  і  $3,42 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  та мембранами марки УПМ-10 та УПМ-50 виробництва ЗАТ НТЦ «Владіпор» [2]. Температура розчинів при проведенні серії експериментів була в межах 30...85 °С. Для дослідження використовували екстракт з наступними показниками: сухі речовини – 14,5 %, вміст сахарози -13,3 %, рН-3,7, кольоровість – 2922 од.опт.густ., вміст білків – 0,454 %.

Найкращі результати отримали з використанням фільтраційної мембрани типу УПМ – 50. Спостерігається значне затримання білків, вміст яких знизився до 0,170 %. При цьому кольоровість екстракту після ультрафільтрації становить 20,4 од.опт.густ., а мутність 279,8 од.опт.густ. Показники бурякового екстракту після ультрафільтрації при різних значеннях температури від 30 до 85<sup>o</sup>С становлять: кольоровість – від 40,25 до 87,06 од.опт.густ., а вміст білкових речовин становить від 0,167 до 0,150 %.

В процесі роботи було визначено оптимальні умови ведення процесу очищення, мембрану, яка найкраще очищає екстракт від високомолекулярних сполук, якісні показники екстракту із цукрових буряків.

### Литература

1. Goncharuk V.V., Osipenko V.O., Balakina M.N., Kucheruk D.D. Water purification of nitrates by low-pressure reverse osmosis method // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2013. – 35, 2. – P. 71-75.
2. Мембраны. Фильтрующие элементы. Мембранные технологии ЗАО НТЦ Владимир: каталог. – Владимир, 2005. с. 22.
3. Duarte R.M.B.O., Santos E.B.H., Duarte A.C. Comparison between diafiltration and concentration operation modes for the determination of permeation coefficients of humic substances through ultrafiltration membranes // Analytica Chimica Acta. – V. 442. – 2001. P. 155–164.

**Лурье К.Д.**

аспирант,

кафедра «Химическая технология»,

Энгельский технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.»;

**Кадыкова Ю.А.**

доцент, доктор технических наук,

кафедра «Химическая технология»,

Энгельский технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.»;

**Арзамасцев С.В.**

доцент, доктор технических наук,

кафедра «Химическая технология»,

Энгельский технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет

имени Гагарина Ю.А.»

## **БАЗАЛЬТОПЛАСТИКИ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННЫМ СПОСОБОМ СОВМЕЩЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ**

### **Ключевые слова**

Базальтовые нити; мономеры; фенол; формальдегид; технология; свойства.

### **Keywords**

Basalt fibers; monomers; phenol; formaldehyde; technology; properties.

Материалы и изделия на основе базальтовых волокон обладают рядом ценных характеристик: высоким уровнем физико-химических и механических свойств, повышенной стойкостью к агрессивным средам и к вибрациям, долговечностью, стабильностью свойств при длительной эксплуатации в различных условиях, хорошей адгезией к связующим, все это позволяет применять их в различных отраслях промышленности.

На кафедре «Химические технологии» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. разработана технология поликонденсационного способа совмещения компонентов (ПССК). Технология базируется на интеркаляции (внедрении) смеси мономеров – фенола с формальдегидом и катализатором NaOH в поры, находящиеся внутри и на поверхности базальтового волокна. Чем большая пористость волокон, тем полнее интеркалируют молекулы мономеров в волокно, образуя при последующем синтезе и сушке при 90°C фенолформальдегидный олигомер. При его отверждении в процессе формования изделий при 155±5°C и давлении 25±2 МПа образуется сетчатый композит, где органические и неорганические компоненты связаны химическими и физическими связями. Данная технология



Таблица 1

Сравнительные характеристики ПМК на основе базальтовых нитей (соотношение волокна и связующего = 50-55 масс.%)

Технология получения препрега	Твердость по Бринеллю, МПа	Разрушающее напряжение при сдвиге, МПа	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Модуль упругости при изгибе, ГПа	Водопоглощение при двухчасовом кипячении, %
ПССК	475	19	450	45	0,24
ТМ	418	15	364	37	0,38

является альтернативной традиционному методу (ТМ) получения препрегов, в котором пропитка нитей осуществляется не смесью мономеров, а фенолформальдегидным олигомером, имеющим более высокую молекулярную массу, что затрудняет его проникновение в поры базальтового волокна.

Анализ экспериментальных данных (табл.1) свидетельствует, что физико-химические и механические свойства полимерматричного композита (ПМК), полученных из препрегов, сформированных ПССК, значительно превышают аналогичные свойства композитов на основе препрегов, полученных по традиционному методу.

Повышение прочностных и физико-химических характеристик ПМК, полученных из препрегов, сформированных ПССК, по сравнению с композитами на основе препрегов, полученных ТМ, свидетельствует о том, что:

- базальтовые нити достаточно полно смачиваются смесью мономеров;
- образовавшаяся структура – волокно – полимерная матрица плотная и прочная, не содержит пор, поверхность композиционного материала защищена надежной гидрофобной пленкой связующего;
- технологические параметры процесса формирования ПМК обеспечивают получение ненапряженной густосетчатой структуры и не вызывают образование микротрещин как в самом полимере, так и на границе раздела неорганическое волокно – органический полимер.

Бабій С. М.

кандидат технічних наук

Петрусь В. В.

кандидат технічних наук

Вінницький національний технічний університет

## ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

**Ключові слова:** діагностика, програмований логічний контролер, надійність.

**Keywords:** diagnostic, programmable logic controller, reliability.

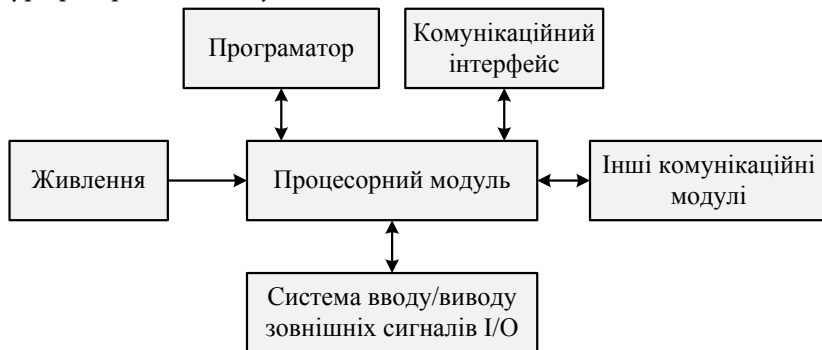
**Вступ.** Відомо, що задача забезпечення надійної роботи обладнання загалом і зокрема електрообладнання є важливою та достатньо складною для вирішення без застосування сучасних засобів технічного діагностування.

До переліку сучасних засобів, які з високою точністю та швидкодією дозволяють вирішувати задачі технічного діагностування, відносяться мікроконтролери та мікропроцесорні системи.

За призначенням мікропроцесорні системи можна розділити на універсальні (використовують стандартні мови програмування, мають широкий спектр периферійних пристроїв і можуть використовуватись для виконання різноманітних задач керування і проведення розрахунків) та спеціалізовані (орієнтовані на виконання конкретних задач керування).

Найбільш поширеними спеціалізованими мікропроцесорними системи є програмовані логічні контролери (ПЛК), які за рахунок зменшення об'єму виконуваних арифметичних операцій, збільшення числа пристроїв вводу-виводу і пристроїв зв'язку з об'єктом аналогового і дискретного типів більш придатні для керування технологічними процесами [1, 2].

**Мета дослідження.** Обґрунтувати доцільність використання ПЛК для реалізації пристроїв діагностування, а також показати можливість синтезу елементів структур пристроїв діагностування на базі типового ПЛК.



«Узагальнена структура ПЛК» **рисунок 1**

**Матеріал і результати дослідження.** В загальному вигляді ПЛК складається з двох основних блоків: процесорного модуля, який здійснює управління роботою ПЛК, і системи вводу/виводу зовнішніх сигналів, яка забезпечує інтерфейс між процесорним модулем і інформаційними (входами) і керуючими каналами (виходами) (рис. 1).

Оскільки ПЛК орієнтовані на промислове використання, то виробники більш ретельно підходять до їх проектування, при цьому особлива увага приділяється питанню надійності. Саме тому надійність ПЛК є вищою ніж аналогічних за функціональними можливостями універсальних мікропроцесорних системи.

Цикл роботи типового ПЛК складається з чіткої послідовності кроків: зчитування входів; обробка програми; обробка комунікаційних запитів; виконання самодіагностики; запис у виходи [2].

Стандарт ІЕС 61131 передбачає п'ять мов програмування ПЛК:

– текстові мови програмування: IL (Instruction List) – список інструкцій; ST (Structured Text) – структурований текст;

– графічні мови програмування: LD (Ladder Diagram) – релейно-контактні схеми; FBD (Function Block Diagram) – функціональні блокові діаграми; SFC (Sequential Function Chart) – послідовні функціональні діаграми.

Найбільшого поширення набули графічні мови програмування, оскільки графічний інтерфейс є більш простим для сприйняття і дозволяє створювати програми практично будь-якого рівня складності з використанням типових бібліотечних функцій і функціональних блоків.

Розглянемо можливості використання функціональних блокових діаграм (FBD) для реалізації пристроїв діагностування.

Зазвичай, засоби діагностування поєднують в собі два великих блоки, один з яких забезпечує збір та первинну обробку вимірюваної інформації, а інший – її аналіз та прийняття рішення. Очевидно, що в таких системах присутні як аналогові, так і дискретні сигнали, обробку яких необхідно здійснювати.

Частини структури пристроїв діагностування, які забезпечують обробку сигналів, представлених в аналоговій формі, синтезують шляхом використання підходів логічно-структурного аналізу. Для синтезу цифрової частини структур пристроїв діагностування доцільно застосовувати математичний апарат секвенцій [3, 4], з прикладами практичного використання якого можна ознайомитись в роботах [5, 6] тощо.

При використанні апарату секвенцій кожна складова частина складного логічного вислову записується у вигляді виразу (1), який можна інтерпретувати таким чином: висловлювання  $\psi$  істинне, коли істинне висловлювання  $\phi$ :

$$\phi(x) \vdash \psi(y). \quad (1)$$

Якщо до складу структури пристроїв входять часові елементи, що обумовлюють затримку окремих блоків на спрацьовування або на повернення, то ці часові елементи можна зобразити за допомогою часових Булевих функцій [4], що визначені такими виразами:

$$\tau = \begin{cases} 0, & t < T, \\ 1, & t \geq T, \end{cases} \quad (2)$$

де  $\tau$  – змінна часу;  $t$  – поточне значення часу;  $T$  – поріг часу.

Таким чином, на основі опису графа функціонування пристрою діагностування за допомогою виразів (1) та (2), а також з врахуванням властивостей секвенцій [4] отримуємо систему секвенціальних виразів, які являтимуть собою оптимальний еквівалент моделі пристрою діагностування.

Отриману мінімізовану систему секвенціальних виразів можна використати не лише для синтезу структури пристрою діагностування, побудовану на типових логічних елементах, але і як основу для написання програми функціонування ПЛК, наприклад, LOGO 12/24 RC фірми Siemens.

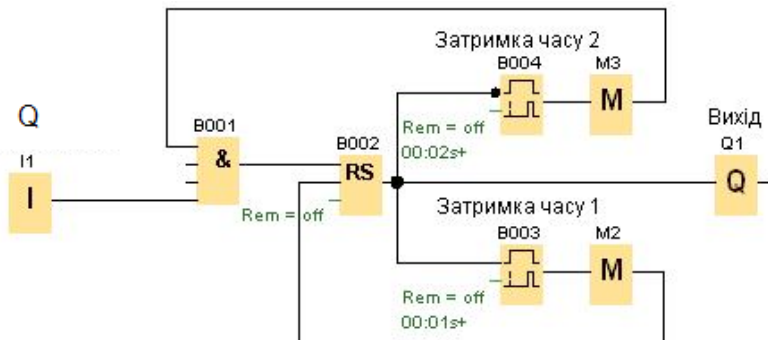
Для прикладу розглянемо деяку довільну систему секвенціальних виразів (3) та покажемо, який вигляд вони будуть мати при їх описі за допомогою FBD-елементів в середовищі LOGO! Soft Comfort.

$$\begin{cases} Q \tau_2 \bar{T}_1 \vdash T_1, \\ \tau_1 T_1 \vdash \bar{T}_1. \end{cases} \quad (3)$$

Аналіз отриманої структури (рис. 2) дозволяє зробити висновок, що рівняння (3) описують роботу генератора імпульсів.

**Висновки.** Враховуючи такі характеристики ПЛК, як висока надійність, швидкодія та проведення самодіагностики в кожному циклі роботи очевидно, що на базі таких мікропроцесорних систем доцільно реалізовувати пристрої діагностування.

На базі секвенціальних виразів, які широко використовуються для опису функціонування цифрових структур пристроїв діагностування, показано можливість синтезу елементів структур пристроїв діагностування на базі типового ПЛК LOGO 12/24 RC фірми Siemens. Такий підхід дозволяє суттєво скоротити затрати



«Приклад програми мовою FBD» **рисунок 2**

часу на реалізацію пристроїв діагностування, оскільки готова програма керування ПЛК отримується ще на етапі синтезу структури пристрою.

### Література

1. Ремизевич Т. В. Современные программируемые логические контроллеры / Т. В. Ремизевич // Приводная техника. – 1999. – № 1-2. – С. 8–20.
2. Митин Г. П. Системы автоматизации с использованием программируемых логических контроллеров / Г. П. Митин, О. В. Хазанова. – М. : ИЦ МГТУ «Станкин», 2005. – 136 с.
3. Захаров В. Н. Системы управления. Задание. Проектирование. Реализация / Захаров В. Н., Поспелов А. Д., Хазацкий В. Е. – [2-е изд.] – М. : Энергия, 1977. – 424 с.
4. Захаров В. Н. Автоматы с распределенной памятью / Захаров В. Н. – М. : Энергия, 1975. – 136 с.
5. Моделі та системи технічної діагностики високовольтних вимикачів : монографія / В. В. Грабко, Б. І. Мокін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 74 с.
6. Мокін Б. І. Синтез структури системи автоматичного контролю технічного стану силових електричних кіл тягового електровоза / Б. І. Мокін, Ю. А. Лобатюк, С. О. Жуков // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 96–102.

**Бомбик В.С.**

асистент кафедри ЕМСАПТ, аспірант

**Грабко В.В.**

професор, доктор технічних наук

Вінницький національний технічний університет

## **ДО ПИТАННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РОБОЧОГО РЕСУРСУ СИЛОВОГО МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

**Ключові слова/Keywords:** діагностика/ diagnosis, залишковий ресурс/ residual resource, силовий трансформатор/ power transformer, хроматографічний аналіз масла/ chromatographic analysis of oil.

**Вступ.** На сьогоднішній день в умовах розвитку економіки нашої країни однією з основних задач енергетики постає питання продовження терміну експлуатації всього обладнання, зокрема силових трансформаторів. У зв'язку з цим актуальною є проблема продовження терміну служби і оцінка подальшої експлуатації такого електроустаткування, за рахунок ідентифікації його ресурсу.

Як відомо [1], після нормативного терміну служби значна частина трансформаторів продовжує працювати за умов дотримання допустимих навантажувальних режимів та своєчасного проведення ремонтів і якісного їх виконання.

Можливість та доцільність використання силових масляних трансформаторів, які відпрацювали нормативний термін роботи, залежить від стану основних його елементів: сердечника і обмоток, за умови, що інші елементи (високовольтні вводи, пристрій перемикачів відгалужень, система охолодження та ін.), а також трансформаторне масло перебувають у нормальному стані.

Існує велика кількість методів та засобів діагностування стану силового трансформатора. Одним із таких методів є хроматографічний аналіз газів, розчинених в трансформаторному маслі (ХАГР). У сучасній електроенергетиці даний метод отримав широке поширення за рахунок цілого ряду переваг:

- можливість проведення на працюючому обладнанні, що робить його доступним;
- реалізація одним фахівцем за короткий час, що обумовлює низьку вартість;
- може застосовуватись до будь-якого маслоснаповненого трансформаторного обладнання та високовольтних вводів, що робить його універсальним;
- можливість виявлення широкого спектра дефектів в обладнанні, через що при комплексній діагностиці ХАГР займає провідне місце.

Тому метою роботи є синтез пристрою для оцінки залишкового ресурсу роботи обмоток силового масляного трансформатора з врахуванням хроматографічного аналізу масла.

**Постановка задачі.** Виходячи із мети роботи, візьмемо до уваги рівняння Монтзінгера, яке прийнято як закон старіння ізоляції обмоток [2]:

$$L = L_0 \cdot \alpha^{\alpha\theta} = L_0 \cdot e^{\alpha(\theta_r + \theta_m)}, \quad (1)$$

де  $L$  – тривалість “життя” ізоляції, роки;  $L_0$  – термін служби ізоляції, що відповідає нормованій температурі, нормативний термін служби обмоток силового трансформатора, роки;  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує зміну терміну служби ізоляції при зміні температури  $\theta$  найбільш нагрітої точки ізоляції обмоток;  $\theta_T$  – перевищення температури найбільш нагрітої точки ізоляції над температурою масла, °C;  $\theta_M$  – температура масла, °C.

Перевищення температури обмотки  $\theta_p$ , враховуючи можливість нехтування її сталої часу нагрівання, можна представити у вигляді [2]

$$\theta_T = \beta' \cdot \tau_n \cdot k^n, \quad (2)$$

де  $\beta'$  – коефіцієнт, що враховує різницю температур між середньою та найбільш нагрітою точками обмоток;  $\tau_n$  – усталений середній перегрів обмотки над температурою масла в номінальному режимі;  $k$  – кратність струму навантаження трансформатора;  $n$  – коефіцієнт, який залежить від системи охолодження трансформатора.

У відповідності до (1), миттєве старіння ізоляції трансформатора визначається експоненціальною функцією зі степінню, яка дорівнює  $(\theta_T + \theta_M)$ .

Тоді сумарне значення спрацювання обмоток силового трансформатора за деякий проміжок часу визначається як [2]

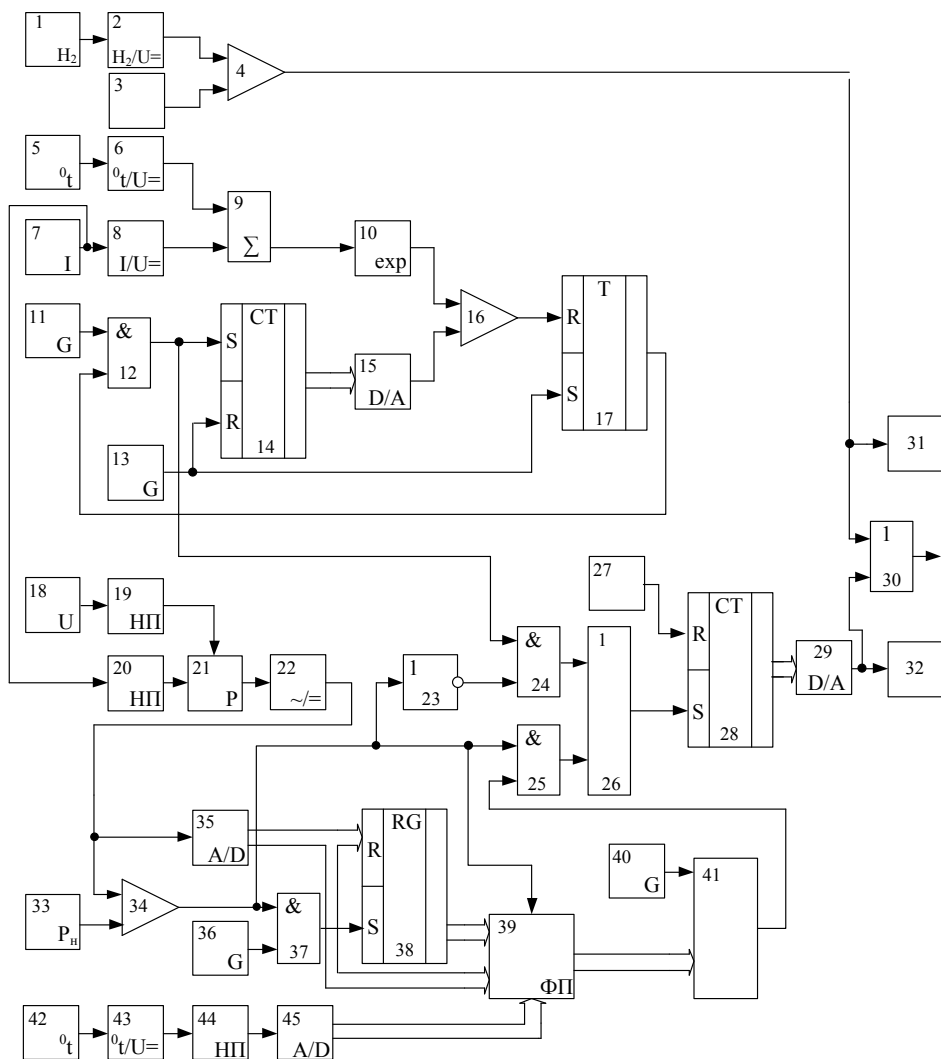
$$R = m \int_0^t e^{\alpha(\theta_T + \theta_M)} dt, \quad (3)$$

де  $m$  – масштабний коефіцієнт.

Крім того, відомими є підходи до визначення теплового старіння ізоляції обмоток трансформатора, що працює в нормальному режимі роботи. Відповідно до таких підходів термін працездатності ізоляції зменшується вдвічі, якщо, наприклад, температура ізоляції підвищилась на 8° C, що визначається класом ізоляції обмоток. При цьому процес старіння контролюється шляхом вимірювання струму навантаження та найвищої температури ізоляції, яка визначається за температурою верхніх шарів трансформаторного масла.

**Матеріали дослідження.** Враховуючи викладене, доцільно побудувати пристрій, яким буде контролюватись процес теплового старіння обмоток трансформатора та прогнозуватись момент вичерпання робочого ресурсу. Оскільки термін перевантаження можна визначити лише за певної комбінації вхідних параметрів, то будемо здійснювати вимірювання температури навколишнього середовища, найвищої температури верхніх шарів трансформаторного масла, напругу та струм навантаження трансформатора, а також концентрації газу в трансформаторному маслі.

З врахуванням викладеного вище, синтезована структурна схема пристрою для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора, яка показана на рисунку 1. На схемі: 1 – газоаналізатор; 2 – перетворювач концентрації газу в постійну напругу; 3 – блок задання опорного значення концентрації газу; 4 – третій компаратор; 5 – перший датчик температури; 6 – перший перетворювач температури в постійну напругу; 7 – датчик струму; 8 – перетворювач струму в постійну напругу; 9 – суматор; 10 – перший функціональний перетворювач; 11 – перший генератор імпульсів; 12 – перший логічний елемент І; 13 – другий генератор імпульсів; 14 – перший лічильник імпульсів; 15 – цифро-аналоговий



**Рисунок 1** – Структурна схема пристрою для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора

перетворювач; 16 – перший компаратор; 17 – RS-тригер; 18 – датчик напруги; 19 – перший нормуючий перетворювач; 20 – другий нормуючий перетворювач; 21 – блок обчислення потужності; 22 – перетворювач змінної напруги в постійну; 23 – логічний елемент НІ; 24, 25 – другий і третій логічні елементи І; 26 – перший логічний елемент АБО; 27 – блок установки нуля; 28 – другий лічильник імпульсів; 29 – четвертий логічний елемент І; 30 – другий логічний елемент АБО; 31 – перший індикатор; 32 – другий індикатор; 33 – блок задання потужності; 34 – другий компаратор; 35 – перший аналогово-цифровий перетворювач; 36 – третій генератор імпульсів; 37 – п'ятий логічний елемент І; 38 – регістр; 39 – другий функціональний перетворювач; 40 –



четвертий генератор імпульсів; 41 – керований дільник частоти; 42 – другий датчик температури; 43 – другий перетворювач температури в постійну напругу; 44 – третій нормуючий перетворювач; 45 – другий аналогово-цифровий перетворювач.

Пристрій може працювати в нормальному режимі, в режимі перевантаження або в нормальному режимі після завершення режиму перевантаження, коли температура ізоляції із-за інерційності процесів ще деякий час перевищує температуру нормального режиму експлуатації.

Для оцінювання спрацювання силового трансформатора датчики пристрою розподілені по об'єкту таким чином: перший датчик температури 5 установлений на кришці бака силового трансформатора та призначений для вимірювання температури найбільш нагрітої точки верхніх шарів трансформаторного масла; датчик струму 7 установлений в колі вторинної обмотки силового трансформатора. Ці два датчики дозволяють здійснити оцінку робочого ресурсу обмоток силового трансформатора. Другий датчик температури 42 призначений для вимірювання температури навколишнього середовища. Датчик напруги 18 призначений для вимірювання значення напруги в електричній мережі. За допомогою датчиків 5, 7 та 18 можна контролювати спрацювання ресурсу ізоляції обмоток силового трансформатора, який працює в режимі перевантаження.

У блоці обчислення потужності 21 визначається поточне значення активної потужності трансформатора. Сигнал, що відповідає значенню обчисленої потужності, надходить через перетворювач змінної напруги в постійну 22 на перший вхід другого компаратора 34, на другий вхід якого подається з виходу блока задання потужності 33 сигнал, пропорційний найбільшому значенню потужності нормального режиму роботи силового трансформатора.

Під дією вхідних сигналів на виході другого функціонального перетворювача 39 формується в цифровій формі коефіцієнта ділення частоти генератора для врахування залишкового робочого ресурсу ізоляції обмоток силового трансформатора. Якщо параметри перевантаження силового трансформатора змінюються, то на виході другого функціонального перетворювача 39 з'являється інший код і відповідно змінюється частота імпульсів, що подається в другий лічильник імпульсів 28.

При завершенні режиму перевантаження силового масляного трансформатора на виході другого компаратора 34 з'являється сигнал логічного нуля і пристрій переходить в режим відслідковування спрацювання ресурсу ізоляції обмоток в нормальному режимі роботи трансформатора.

Для визначення перевищення допустимої норми концентрації газу в трансформаторному маслі використовується газоаналізатор 1. У разі, якщо значення концентрації газу в трансформаторному маслі перевищує нормативне значення, спрацьовує газоаналізатор і сигнал подається в кола сигналізації обслуговуючого персоналу.

**Висновок.** Синтезовано пристрій для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора, характерними режимами експлуатації якого є робота в нормальному режимі, в режимі перевантаження або в нормальному режимі після завершення режиму перевантаження, коли температура ізоляції із-за інерційності процесів ще деякий час перевищує температуру нормального режиму експлуатації. На відміну від існуючих пристроїв, даний дає змогу визначити

концентрацію газу в трансформаторному маслі силового трансформатора та її індикації при перевищенні допустимого значення, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

**Література:**

1. В.В. Грабко, Д.О. Березницький. Діагностування трансформаторів власних потреб та систем технологічних захистів енергоблока теплової електростанції: Монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 124 с.
2. Грабко В.В., Бальзан І.В.. Пат. 62360 Україна, МПК G 01 R 31/06 (2006.01). Пристрій для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора; заявник та патентовласник Вінницький національний технічний університет – № у 201101260; заявл. 04.02.2011; опубл. 25.08.2011; Бюл. №16.

КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ  
ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ  
ТА АКУМУЛЯТОРІВ ЕНЕРГІЇ

**Ключові слова:** енергія, енергосистема, відновлювальні джерела енергії.  
**Keywords:** transport energy, grid, renewable energy.

При визначенні ефективності застосування комбінованих енергосистем на основі відновлювальних джерел енергії в основному необхідно орієнтуватися на сумарний економічний та екологічний ефект  $E_c[1]$ :

$$E_c = E_{\text{екон}} + E_{\text{екол}}, \quad (1)$$

де  $E_{\text{екон}}$  – річний економічний ефект, грн.;  $E_{\text{екол}}$  – річний екологічний ефект, грн..  
Економічна ефективність комбінованої енергосистеми визначається:

$$E_{\text{екон}} = \sum_{i=1}^n (B_i + k_i \cdot E_H), \quad (2)$$

де  $B_i$  – щорічні експлуатаційні витрати, грн./рік;  $E_H$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, років (0,15);  $k_i$  – вартість установки, грн..

Знак суми в даних розрахунках означає набір окремих установок комбінованої енергосистеми.

Величина експлуатаційних затрат визначається:

$$\sum B = \sum_{i=1}^n q_i \cdot C_T - \sum_{i=1}^n (E_H + n) \cdot k_i, \quad (3)$$

де  $q_i$  – кількість тепла або енергії, виробленої елементом комплексу із використанням ВДЕ;  $C_T$  – вартість одиниці енергії заміщеного органічного палива;  $n$  – коефіцієнт амортизаційних і ремонтних відрахувань.

Екологічна ефективність визначається скороченням витрат на нейтралізацію наслідків дії шкідливих викидів, що утворюються при згорянні органічного палива, яке буде замінюватися при впровадженні комбінованих енергосистем на основі відновлювальних джерел енергії:

$$E_{\text{екол}} = Q_p \cdot C_H, \quad (4)$$

де  $Q_p$  – середньорічна кількість заміщеного органічного палива, т у.п.;  $C_H$  – витрати на нейтралізацію шкідливих викидів, грн/т у.п.

Додатковою складовою економічного ефекту при впровадженні комбінованих енергосистем на основі ВДЕ може бути вартість надлишкових квот на викиди парникових газів.

В результаті науково-експериментальних досліджень, проведених науковцями Інституту відновлювальної енергетики НАН України, визначено ефективні області різних типів акумуляторів енергії у галузі відновлювальної енергетики, оптимальні режими експлуатації електрохімічних акумуляторів і створено нові високоефективні теплоакумулюючі матеріали. На їх основі розроблено і впроваджено системи акумуляування енергії відновлювальних джерел: 1) система аварійного електрозабезпечення житлових та промислових об'єктів; 2) система акумуляування електроенергії для вітроустановок; 3) система акумуляування електричної енергії на основі водню для вітроводневої станції потужністю 100 кВт (впроваджена у Фолькецентрі, Данія).

Для стабільного і надійного енергозабезпечення споживачів ВДЕ розроблено ряд енергетичних систем із застосуванням різних комбінацій відновлювальних джерел енергії та комплексним використанням різних типів акумуляторів електричної і теплової енергії:

- автономна система енергопостачання на основі вітрових і сонячних установок, електрохімічних акумуляторів та автоматичної системи управління режимами роботи;
- комплексна енергосистема на основі вітрових і сонячних енергоустановок і систем акумуляування теплової та електричної енергії для індивідуальних фермерських господарств, житлових і промислових об'єктів;
- комплексна енергосистема для населеного пункту із застосуванням вітрових, сонячних енергоустановок, систем акумуляування електричної енергії, розгалуженої системи акумуляування теплової енергії та міжсезонної системи акумуляування на основі водню.

На даному етапі першочерговою задачею є створення і впровадження вже розроблених комбінованих енергосистем у різних кліматичних зонах України із використанням рекомендацій, розроблених у результаті аналізу попередніх досліджень, проведення натурних досліджень, напрацювання і отримання конкретних результатів з метою визначення оптимальних технічних показників та режимів роботи енергетичних пристроїв, що входять до складу комбінованих енергосистем, та всього комплексу в цілому.

Створені комбіновані енергетичні системи на основі відновлювальних джерел енергії та системи акумуляування пройшли стадію науково-дослідницьких робіт, частково забезпечені конструкторською документацією і знаходяться на стадії підготовки до виготовлення дослідних демонстраційних зразків [2].

### **Література:**

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії / С.О. Кудря. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.
2. Білодід В.Д. Відновлювальні джерела енергії в енергетиці України / В. Д. Білодід // Наука та наукознавство. – 2006. – №3. – с. 87-94.

**Троицкая Л.В.**

студентка факультета электроники,  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»,  
Киев

**Родионова М.В.**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры акустики и акустоэлектроники,  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»,  
Киев

## СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ СЛУХА

**Ключевые слова:** слух, диагностика, аудиометрия, алгоритм.

**Key words:** hearing, liminal pure tone audiometry audiometriya, algorithm.

Слух – один из важнейших каналов восприятия информации, состояние которого определяет с одной стороны самоощущения человека в обществе, его уровень комфортности в быту и профессиональной жизни, а с другой стороны – его способность к восприятию и расширению знаний, т.е. к обучению [1].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по состоянию на март 2015 год около 360 миллионов человек (328 миллионов взрослых и 32 миллиона детей) во всем мире имеют умеренные или глубокие нарушения слуха, что составляет более 5 % от численности населения всего земного шара [2]. По прогнозам ВОЗ к 2020 году различные нарушения слуха будут наблюдаться у более, чем 30% всей популяции земного шара [3].

По статистическим данным в Украине насчитывается более 3 млн. людей, имеющих дефекты слуха и речи, которые связаны с заболеваниями органа слуха или же с физиологическими возрастными изменениями [2].

Поэтому исследование проблем слухового восприятия звуковых сигналов, совершенствование методов диагностики нарушений слуха и создание систем автоматизированного исследования слуха и анализа слуховой функции человека наиболее актуальны в современной аудиологии [1].

Анализ литературных источников [1; 3; 5] показывает, что возросшие требования к методам и методикам диагностики слуха обусловлены существенными недостатками последних. Так, например, наиболее широко применяемый метод исследования слуха на основе тональной пороговой аудиометрии вследствие многообразия получаемых данных, субъективного вмешательства и трудностями в интерпретации результатов не позволяет получить достоверные характеристики показателей оценки потерь слуха; в то же время метод речевой аудиометрии, необходимый для оценки степени разборчивости речи слабослышащим пациентом, не получил широкого применения в силу трудоемкости и длительности исследования [4; 5].

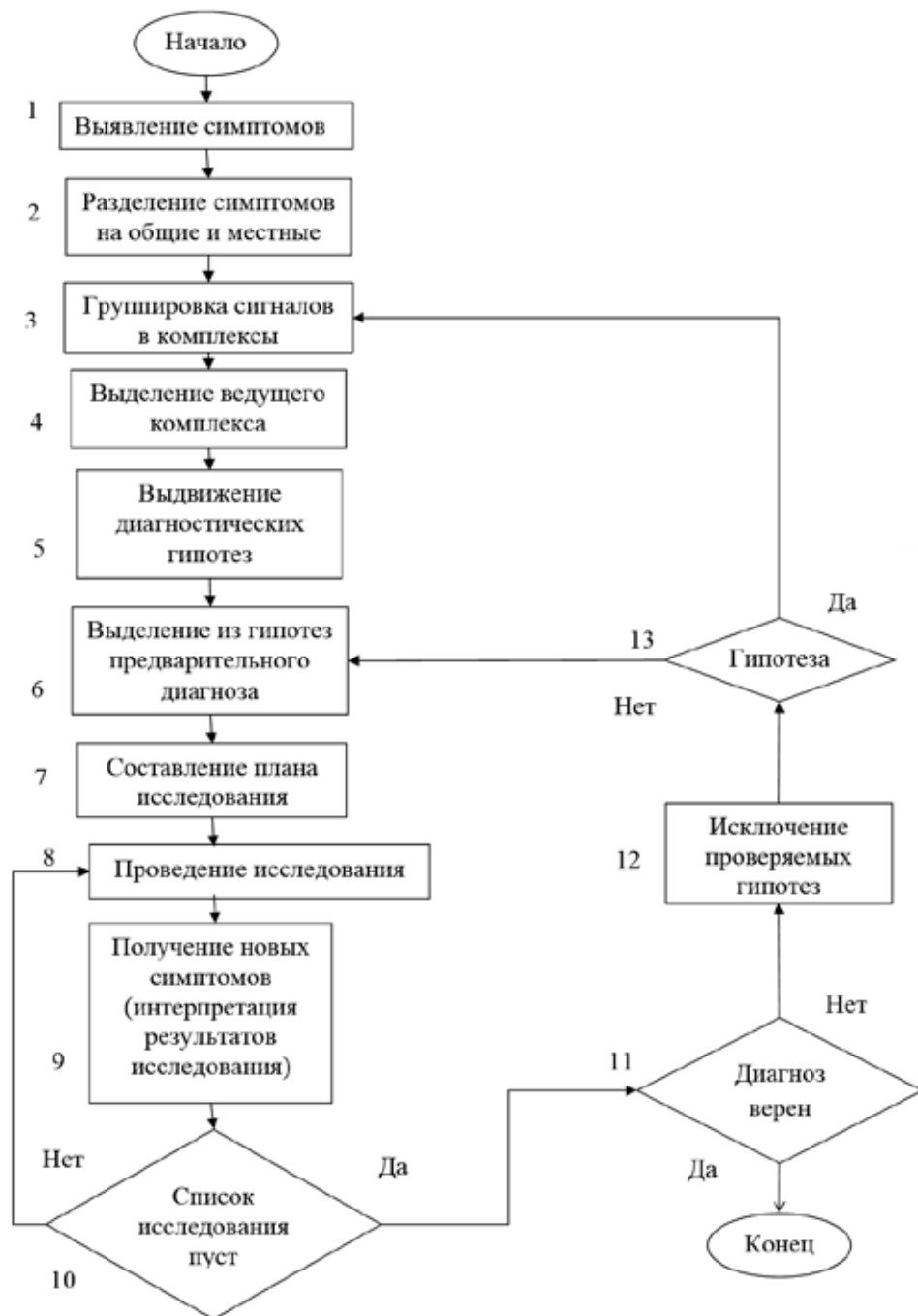


Рис.1. Обобщенный алгоритм процесса диагностики

В статье предложен подход к построению системы диагностики слуха, в которой предпринята попытка исключения субъективного вмешательства в процесс проведения диагностики слуха. Методика исследования состояния слуховой функции человека представлена алгоритмом на рис.1.

Алгоритм отображает методику процесса диагностики слуха путём последовательной отбраковки диагностических гипотез.

На первом шаге алгоритма диагностики заболеваний органов слуха осуществляется выявление жалоб пациента, сбор данных анамнеза, проведение осмотра больного. Таким образом, формируют список симптомов, наблюдаемых у пациента.

На втором шаге алгоритма выявленные ранее симптомы разделяют на общие и местные. Общие симптомы включают в себя многообразие патологических состояний, что даёт возможность говорить о состоянии пациента в целом. В свою очередь местные симптомы указывают на предполагаемую конкретную область органа слуха, которая может быть поражена у больного.

На третьем шаге выполняется группировка множества симптомов на комплексы, в которых симптомы объединяются по признакам.

На четвертом шаге выделяют основной комплекс, в качестве которого используют заболевание с наиболее характерным прогнозом, т.е. предварительный диагноз.

На его основе выдвигают диагностические гипотезы (шаг 5).

На следующем шаге принимают решение о том, какую диагностическую гипотезу следует проверять в первую очередь.

На седьмом шаге формируют план исследования, результаты которых позволяют опровергать или подтверждать предварительный диагноз.

Шаги 8...10 иллюстрируют действия врача при необходимости расширения списка симптомов на основе результатов проведенных исследований.

Теоретические исследования, проведенные в последние годы позволили установить, что наиболее информативным методом для выявления ранних признаков поражения слуховой функции является биоакустическая аудиометрия. Данным методом принципиально новый и основанный на изучении помехоустойчивости слухового анализатора [6; 7]. Также метод, может быть успешно применен, как для изучения слуховой системы, так и для диагностики нарушений слуха, особенно периферических отделов и дает возможность диагностики раннего поражения рецепторного аппарата улитки. Таким образом, применение метода биоакустической пороговой аудиометрии в оценке уровней чувствительности слуховой системы позволяет повысить качество диагностики её состояния.

### Список использованной литературы

1. Абу.-Мандил Н. Система диагностики нарушений слуха. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. СПб, 2006. С. 1-4.
2. World Health Organization: [Электронный ресурс]. Geneva., 2015. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacenter/factsheets/fs300/en/> (Дата обращения: 28.03.2015)
3. Солдатов И.Б. Лекции по оториноларингологии: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и допол. Москва.: Медицина, 1994. – 288с.
4. Сагалович Б.М, Преображенский Н.А, Пятякина О.К. Тугоухость. Москва.: Медицина, 1978. – 439с.

5. Вартанян, И.А. Физиология сенсорных систем. СПб.: Лань, 1999. – 224с.
6. Вартанян, И.А. Клинико-физиологические аспекты изучения слуховой системы // Слуховая система / Ред. Я.А. Альтман. – Л.: Наука, 1990. – С.486-512.
7. Говорун, М.И., Гофман В.Р., Парфенов В.Е. Кохлеопатия. – СПб.: Военно-медицинская академия, 2003. – 295с.



Дрозденко К. С.

кандидат технічних наук,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»,

Савінова А.

студентка 4-го курсу,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут».

## ВИКОРИСТАННЯ ЗОВНІШНІХ ФІЗИЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

**Ключові слова:** медоносна бджола, керування поведінкою, електромагнітне поле, звукове поле, ультрафіолетове вимірювання.

**Keywords:** honey bee, behavior management, electromagnetic field, sound field, ultra-violet radiation.

Провідними факторами, що визначають життєздатність та продуктивність медоносних бджіл є кліматичні та погодні умови, кормова база, внутрішньовуликові аспекти (температура, вологість, газовий режим гнізда, склад бджолиної сім'ї, якість та вік матки), відсутність хвороб та шкідників тощо. Також доведено [1-4], що зовнішні фізичні та екологічні фактори – електромагнітні та звукові поля, ультрафіолетове випромінювання, діоксид вуглецю значно впливають на життєдіяльність і викликають морфологічні зміни цих комах. Дана робота присвячена дослідженню зовнішніх впливів, за допомогою яких можна контролювати процеси, що протікають в бджолиній сім'ї, зокрема, стимулювати або гальмувати поведінкові реакції бджіл, з метою подальшого використання в практичному бджільництві.

Під час дії на бджолину сім'ю електричного поля (ЕП) найбільша реакція комах спостерігається на частотах 450-500 Гц. Поріг чутливості складає 4-5 В/см. Збільшення напруженості поля до значення 15-20 В/см викликає зміну мікроклімату всередині гнізда і підвищення інтенсивності звуків, що генеруються бджолами. Подальше збільшення напруженості до значень 40-60 В/см призводить до підвищення рухливої активності, агресивності робочих особин, при 120 В/см – зростає збудження бджіл, яке супроводжується вильотом з вулика. При напруженостях порядку 150 В/см з вулика вилітає до третини робочих особин [1, 2]. Слід зазначити, що ні іонізація внутрішньовуликового простору, ні магнітне поле, які супроводжують вплив низько-частотного ЕП на піддослідних особин, не стимулюють активізацію бджіл [1].

Ультрафіолетове (УФ) опромінення медоносних бджіл впливає на їх життєздатність, прискорює фізіологічне старіння, скорочує тривалість життя. Найменша стійкість до даного впливу виявляється у бджіл, що розвиваються (стадія передлялечки і лялечки молодшого віку). До середнього віку стійкість бджіл до опромінення підвищується приблизно в чотири рази. Також УФ опромінення позначається на розмірах окремих частин тіла бджоли, впливає на вікову динаміку маси та вмісту води в тілі бджоли [2].

Високі концентрації діоксиду вуглецю (більше 30 %) обумовлюють порушення інтенсивності метаболізму бджіл, призводять до зміни маси і розмірів окремих частин тіла, а також прискорюють процеси фізіологічного старіння [3]. Анестезія бджіл даним газом характеризується вираженим летальним ефектом, який посилюється зі збільшенням тривалості впливу.

Значний інтерес являє реакція бджіл на вплив звукових полів. Так, низькочастотні звуки в діапазоні 50-80 Гц активізують, а високочастотні (вище 200 Гц) – гальмують активність робочих особин, що знаходяться на субстраті. Звуки чистих тонів тільки гальмують активність (явна реакція спостерігається при частотах 150-6000 Гц з максимумом в діапазоні 500-1000 Гц) [4].

За результатами проведеного дослідження можна зробити висновки, що керувати поведінкою медоносних бджіл можна, використовуючи електричні та звукові поля. Зокрема, ЕП доцільно використовувати в випадках, коли потрібно активізувати бджололину сім'ю, наприклад, для запобігання роїнню, або для підсилення сімей, що готуються до зимівлі. Біоакустичне керування поведінкою бджіл можна застосовувати в ситуаціях, де комахи самі використовують акустичні сигнали. Зокрема, можна пригальмувати літальну активність бджіл під час транспортування або в період обробки ядохімікатами прилеглих до пасіки територій, використовуючи сигнали, які імітують спів матки, передаючи їх через субстрат (для цього можна використовувати вібровипромінювачі, закріплені на вулику), або регулювати опилювальну діяльність за допомогою глушення сигналів дальності цілі польоту (для цього можна використовувати гучномовець, розміщений над рамками, або два гучномовця, розміщені в верхній і нижній частині гнізда).

### **Література**

1. Еськов Е. К. Сравнительный анализ действия на пчел низкочастотного электрического поля и сопутствующих ему физических факторов / Е.К. Еськов, Г. А. Миронов // Экология. – 1990. – №6. – С. 81-84.
2. Еськов Е.К. Генерация, восприятие и использование акустических и электрических полей в коммуникациях медоносной пчелы // Биофизика. – 2013. – Т. 58, №6. – С. 1051-1064.
3. Еськов Е. К. Биологические эффекты ультрафиолетового облучения пчел / Е.К. Еськов // Экология. – 1995. – №5. – С. 381-384.
4. Еськов Е. К. Изменение массы тела и продолжительности жизни пчел *Apis Mellifera L.* под влиянием наркотизации диоксидом углерода / Е.К. Еськов, М. Д. Еськова, С. Е. Спасик // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2013. – №6. – С. 459-461.

**CONSERVATISM OR INNOVATION IN AUSCULTATION.  
COMPARISON BETWEEN STANDARD  
AND ELECTRONIC STETHOSCOPE OR PHONENDOSCOPE**

Nowadays electronic stethoscope (phonendoscope) has already been invented, but physicians still use standard phonendoscope. But the question whether it is still appropriate remains the same. The purpose of this article is to analyze and compare both devices.

The stethoscope is an acoustic medical device for auscultation or listening to the internal sounds of animals or human body. It is often used to listen to lungs and heart sounds. It is also used to listen to intestines and blood flow in arteries and veins. This is a tube that looks like tiny, empty cylinder with arched shell for ears. Phonendoscope is a modification of the stethoscope that differs by existence of tense membrane to amplify sound. The principle of its operation is quite easy: weak acoustic signals are transmitted by the metal probe and amplified by a membrane.

The electronic stethoscope functions as a standard stethoscope, but on the basis of microphone. The principle of operation lies in the fact, that sound wavers air pressure, while water and solid acting on a thin membrane of microphone. Then wavering of membrane generates electrical wavering. Depending on the type of microphone, it uses the phenomenon of electromagnetic induction, capacity of capacitors change or piezoelectric effect.

Consider that possible to listen.

**Heart auscultation**

Auscultation the left half of the chest, you can hear two tones of the heart: I tone and II heart sound. I tone associated with the closure of the atrioventricular valves at the beginning of systole, II – with the closure of the semilunar valves of the aorta and the pulmonary artery in late systole. The cause of heart sounds – intense vibration immediately after the closing of the valves in conjunction with the vibration of the adjacent vessel wall of the heart and great vessels in heart. I tone formed by strong and rapid ventricular contractions, during which the pressure in the cavity of the ventricles increases sharply, leading to the closure and further deflection valve toward the atria up until tendon chord valves suddenly stop this deflection. Elastic tendon elasticity chords and valves creates a reverse shock wave of blood, directed, respectively, in each ventricle. This causes blood ventricular wall, the elastic valve to the vibration and generates vibrating turbulence of blood. Vibration through the adjacent tissue reaches the chest wall and is perceived as a sound heard via phonendoscope. II tone – the result of the rapid closure of semilunar valves. At the time of closing, they bend towards the cavity of the ventricles. Their elastic recoil pushes blood into the arteries, causing a short period of reverberation blood between the wall of the arteries and semilunar valves. Vibration transmitted along the artery walls of the arteries. Vibration vessels or ventricle, reaching the chest wall, is perceived as sound. Sometimes you can hear additional heart sounds – III and IV tones, in most cases, reflecting the presence of cardiac pathology. III tone occurs in early diastole (right

after the II tone) due to fluctuations in the ventricular wall caused by passive receipt of blood from the atria. As a variant of the norm, III tone can listen to children, adults 35-40 years, and in the third trimester of pregnancy. IV tone is associated with a rapid ventricular filling due to atrial contractions (the ventricles have increased resistance to fill their blood). This tone just before I listen to the tone at the end of diastole, the ventricles. His presence is always indicative of heart disease. III and IV heart tones are low and rather dull sound.

### **Lungs auscultation**

Vesicular breathing – auscultatory phenomena, listened in normal conditions over the entire surface of the lungs. It is formed as a result of voltage fluctuations and the walls of the alveoli at the time of filling them with air to breath. This souffle is heard during inhalation and exhalation during the first third and the suction is perceived as gentle sound like the sound of “f”

Bronchial breathing – continuous noise, listens to a phase of inhalation and exhalation. In a normal healthy person bronchial or laringotrahealnoe breathing is heard over the front surface of the larynx in the thyroid cartilage. It can be determined if a thin chest wall in places close fit bifurcation of the trachea: front – to handle the sternum, in the back – to IV thoracic vertebra. Bronchial breathing occurs in the larynx as a result of vibrations of the vocal cords during the passage of air through the glottis during inhalation and exhalation. Bronchial respiration, unlike vesicular, provided on exhalation noise superior in volume and occupying the whole breath exhalation phase, for a prolonged sound character resembling the sound “s”.

Hard breathing – a pathological version of the main respiratory noise that occurs when bronchoconstriction and seal peribronchial tissue. The narrowing of the small airways contributes difficulty exit air from the alveoli, strengthening fluctuations bronchial walls and seal the peribronchial tissue – the better carrying out of these vibrations to the periphery.

Rattling – additional respiratory noises arising in the trachea and bronchi in pathology. On the mechanism of education and wheezing sound perception is divided into wet and dry.

Crackles due to the accumulation of liquid mucus in the bronchi or cavities communicating with them (such as lung abscess). During inhalation, air passes through the liquid forming bubbles and foaming it, as it were.

Dry rales are formed in the bronchi and are lingering sounds of different musical timbre. They are divided into buzzing and whistling. Wheezing buzzing owe their existence to the sound in the air flow from the sputum of filamentous bridges formed in the lumen of the large and medium bronchi at their inflammation. Wheezing are caused by narrowing of the small airways of non-uniform due to spasm and edema of the mucosa. They are most common for asthma attacks.

Crepitus – side respiratory noise which is generated at the expansion more humid than usual, lost elasticity of the walls of the alveoli, which can be heard only on the height of inspiration as a short sound “flash” or “explosion”. He reminds sound that occurs when kneading fingers topknot ear. Crepitus is sometimes difficult to distinguish from finely moist rales. Unlike last she heard only at the end of inhalation and does not change after you cough.

Pleural rub sound occurs when dry pleurisy, when the surface of the pleura becomes uneven and rough due to imposition of fibrin, and when respiratory excursions pleural sheets arises characteristic sound like creaking bendable piece of leather or creaking snow.

**Table 1.**

Comparative table of standard and electronic stethoscope.

Standard	Electronic
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy independence</li> <li>• Reliability</li> <li>• Low price</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ability to isolate from unwanted sounds</li> <li>• Higher sensitivity</li> <li>• Intensity regulating</li> <li>• Sound recording</li> <li>• Displays heart rate (some models)</li> </ul>

### **Benefits of phonendoscope**

The main advantage of phonendoscope is an energy independence that is it requires no energy source for the device operation. Failure occurrence gets the minimum level because of simple technology and minimal numbers of external factors (temperature, high voltage, magnetic field, etc.) influencing the performance of the device. Besides, a low price of this device is also worth mentioning.

### **Benefits of electrical phonendoscope**

One of the main advantages of phonendoscope is the ability to switch to 4 modes, namely heart, lung, abdominal and mixed that have the following operation principles: device selects necessary frequency range whereas unacceptable sounds are cut off. Along with one way orientation microphone, they get a high level of protection against unacceptable sounds. Higher sensitivity allows to hear clearly the most distant ringing noise as well as to carry out diagnostics of the patients having their clothing on, and by regulating the intensity the volume may be amplified 20 times as much. These benefits help specialists to get accurate sound and recognize masked signal better. Another benefit is ability to record sound phenomena. These are records with duration for a 30 second. By this way diagnostic patterns can be conducted, some diseases can be prevented as well the amount and frequency of sciagraphy applications can be reduced. Some devices have a display that shows heart rate and makes visualization of audio signals possible in real time.

### **Conclusions**

For clear understanding all advantages and disadvantages of both standard and electronic stethoscope or phonendoscope the table of comparative analysis between standard and electronic stethoscope or phonendoscope is provided. According to a comparative analysis of these two devices, one can explain the basic idea of their operation: advantages of one type serves as disadvantages of other type.

Having analyzed two types of device, it may be concluded that owing to its effectiveness and number of benefits an electrical phonendoscope is far forward. The main advantages of standard and disadvantages of electronic phonendoscopes are energy independence, reliability and cost. Any electronic device can't have proper functioning without source of energy, but this device doesn't need much energy. As a rule, only two AAA batteries suffice for this device, by its low cost and better result. Question of reliability can be solved by some modifications. For example it can have resistant design, thermal protection, etc., but, practically, under normal conditions it requires no such modifications except for extreme conditions such as war, catastrophes etc. Under normal conditions, the probability of negative factors occurrence is extremely low.

While considering only the benefits of electronic phonendoscope, it is feasible not only to improve the quality of professional diagnostics and create more favorable conditions for doing this; also it becomes possible to create conditions for advancing auscultation as a diagnostic method. It should be noted that there is a room for improvement. For example, as a rule, it's difficult to notice a noise like crepitation at the initial stages and it makes difficult if there is already sound phenomena such as bronchial breath sounds in lungs.

Electronic phonendoscope can be used with patients having their clothing on. This advantage can be helpful in situation when clothes can't be taken off, for example, in situation when a patient has been burnt.

Audio records of sound phenomena coming from human body can help in retracing progresses in curing diseases. It will be helpful to get clear picture about illness, when human patient has no possibility to use sciagraphy because equipment isn't available or the next dose of radiation will make worse the condition of organism or even can put human patient life at risk. It works better with visual of sound signal. With the help of such methods, specialists can trace, for example, the cancer of lungs. When swelling grows, volume diminishes and it influences the sound that becomes dull.

Further perspectives in this respect can be shown in researches aimed at identification of sound phenomena in human body. Modern technologies are already able to recognize voice and speech signal where more advanced technologies are required. These researches will be step forward towards the transition from subjective to objective determination.

#### **References:**

1. Грінченко В. Т., Вовк І. В., Мадипура В. Т. (2007). Основи акустики. Київ: Наукова думка. -640с.
2. Радіологія (Променева діагностика та променева терапія) М.М. Ткаченко, Т.В. Топній, О.Л. Маньковська, О.В. Миронова, Н.Л. Морозова, В.Ю. Кундін, Н.К. Волак, Т.В. Удатова, А.О. Бодров, С.А. Грабовський, видавництво ТОВ "Книга-плюс", 2011
3. Б.С. Шкляр (1972). Диагностика внутренних болезней. Киев: Вища школа. 1-648.
4. Л.Д. Линденбратен И.П. Королюк (2000). Медицинская радиология(основы лучевой диагностики и лучевой терапии). 2nd ed. Москва: Медицина. 1-672.
5. В.Ф. Москаленко, І.І. Сахарчук, П.Ф. Дудка, І.П. Тарченко, О.І. Бодарецька, Р.І. Ільницький, Ю.М. Бондаренко (2007). Пропедевтика Внутрішніх хвороб. Київ: Книга-плюс. 1-456.
6. Сапожков М.А. (1978). Электроакустика. Москва: «Связь». ст. р72-113.
7. Ткаченко М.М. (2011). Радіологія. Київ: Книга-плюс. 1-145.
8. Интернет магазин Medbuy: [Электронный ресурс]// 2011 – 2015 <http://medbuy.ru/fonendoskop> (Дата обращения: 27.02.2015).
9. Heaco Medical Technology: [Электронный ресурс]// 2012 – 2014 <http://heaco.ua/stetoscops/> (Дата обращения: 27.02.2015).
10. Патентный поиск, поиск патенов на изобретения – FindPatent.RU.: [Электронный ресурс]// 2012 – 2015 <http://www.findpatent.ru/patent/217/2173538.html> (Дата обращения: 27.02.2015).

Pharmacy PhD **Gotsulya A. S.**<sup>1</sup>Pharmacy PhD **Keytlin I. M.**<sup>2</sup>Doctor of Pharmacy, professor **Buryak V. P.**<sup>1</sup>Doctor of Pharmacy, Professor **Panasenko O. I.**<sup>1</sup>Medicine PhD **Samura T. O.**<sup>1</sup>Pharmacy PhD **Yurchenko I. O.**<sup>1</sup><sup>1</sup>Zaporozhye State Medical University<sup>2</sup>State Service for Medicines in the Zaporozhye region

### A SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF MULTICOMPONENT DRUGS ON THE BASIS OF SELF-SUPPORTING AND COMPUTER METHODS

Quality study of multicomponent medicines – one of the most complicated problems of pharmaceutical analysis. The spectrophotometry, along with the other methods, used for its solution to date. In the simplest case of determination the concentration of a component in the mixture (C) consists of measuring the absorption the solution (A) at a wavelength, which corresponds a so-called analytical line.

$$C = \frac{A}{\kappa b} \quad (I), \text{ when}$$

$\kappa$  – absorption coefficient of a component at the wavelength  $\lambda$ ;

$b$  – thickness of the cell.

The method of analytical lines is identical the concentration determination of the individual medicines. The scientific literature describes many analytical data lines of various compounds in complex mixtures [1]. However, the analytical lines of the components not for all of the compounds could be found. Spectrophotometric analysis is possible provided that the spectra of the components overlapped partially or completely [2]. In this case, one of the essential analysis conditions is the additivity of the solution and components absorption at in the analytical wave lengths selected.

$$A = A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in}, \quad (II)$$

When each of the partial absorptions  $A = A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in}$  is equal

$$A_{ij} = \kappa_{ij} \cdot C_j b; \quad ij = 1, 2, \dots, n \quad (III)$$

Thus by measuring the absorption the mixture solution of  $n$  components at  $n$  wavelengths  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , a system of equations may be drawn up:

$$A_i = b \sum_{j=1}^n \kappa_{ij} \cdot C_j, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (IV)$$

Spectrophotometric analysis of multicomponent mixtures, which is based on the calculations of equations (IV), is known as the Firordt method.

Note that the Firordt method is unsuitable in the case of mixtures for the components of the similar absorption spectra or the large number of components.

Analysis errors of multicomponent mixtures by the Firordt method may be reduced by increasing the number of analytical wave lengths [3]. If the number of analytical wavelength is designated as  $m$ , so the equations system (IV) assumes the following form:

$$A = b \sum_{i=0}^n \kappa_{ij} \cdot c_j, i=1,2,\dots,m; m \geq n \quad (V)$$

The obtained a system of linear equations (V) can be written as a matrix form:

$$A = \kappa \cdot C \quad (VI), \text{ when}$$

A – absorption matrix,  $m \times 1$ ;

$\kappa$  – matrix of absorption index,  $m \times 1$ ;

C – concentration matrix,  $n \times 1$ .

In this case the thickness of the spectrophotometer cell is assumed as 1 cm.

When the serial analyses take place, the system of equations (VI) is resolved comparatively to C by finding the inverse matrix:

$$C = (\kappa' \cdot \kappa)^{-1} \kappa A = MA \quad (VII), \text{ when}$$

M – matrix calculated,  $n \times m$

The system of equations (VII) has a unique solution only when  $\det \kappa' \kappa \neq 0$

The foundations on this method are described in the monograph by J. Bernstein and J. L. Kaminsky [3].

The overdetermined system of equations to be solved with the use of a personal computer (PC) [4].

First PC spectrophotometric analysis of mixtures was used in the late fifties of the 20th century [5, 6]. In the works cited the results of the analysis of six ternary mixtures of steroid hormones by their IR absorption spectra were brought. The spectra were recorded on a components scale wavenumber by the transmission value. The spectra obtained were processed using a PC analog by the least squares method in accordance with the developed program.

Thus, the absorption spectrum of the mixture is calculated as a linear combination of the absorption spectra of components. The matches within the error of the calculated and actual absorption spectrum of the mixture showed to the calculated concentration of the components.

In recent years, an increasing number reports of the use of computational methods and PC analysis of multicomponent drugs came out. These methods were used in the analysis of mixtures contained diprofillin [7, 8].

A. M. Novikevich investigated the mixtures of ampicillin-sodium and cloxacillin, ampicillin-sodium and methicillin, ampicillin trihydrate and oxacillin, ampicillin trihydrate and cloxacillin, cloxacillin and methicillin, oxacillin and methicillin as well.

The mixture was prepared as a ratio 1:1. The concentration of components was calculated according to standard programs using a computer "Promin-2." The methods for spectrophotometric determination of semisynthetic penicillins proposed by A. M. Novikevich are well reproduced.

A similar calculation method was applied by O. N. Ryvak [10] in the analysis of medicines, contained florimitsina sulfate, isoniazid and saluzid. The relative error of determining the components did not exceed  $\pm 2\%$ .

The spectrophotometric determinations based on the calculation methods and computer 2-merkaptobenzthiazol and chloramphenicol, as well ethoxide and phthivazide were described [11, 12].

The spectrophotometric determinations on the basis of calculation methods and computer 2-merkaptobenzthiazol and chloramphenicol, ethoxide and phthivazide were described as well [11, 12].



One of the issues of conventional spectrophotometric analysis multicomponent mixtures on the basis of calculation methods is the question of the optimal number of analytical wave lengths.

It is believed that the analysis accuracy is increased proportionally of  $m$ . However, the increasing of accuracy is observed, as a rule, up to a definite limit. There is an evidence that the significant increasing values of analytical wavelengths, except from calculations complication, can also lead to decreasing analysis accuracy [13].

One study [14] indicates that for the analysis of mixtures, which components have the similar shape of absorption spectra, you need to 5-15 times amount of analytical wave-lengths.

If the absorption spectra of the components are significantly different, then the analysis is to measure the absorbance at 2-3 times the amount of the analytical wavelength.

The similar conclusions are given in one of his works [15]. The authors studied the conditions of the spectrophotometric determination three-component model mixtures of methylphenylsulfide, methylphenylsulfoxide and methylphenylsulfone, methylphenyl-, methyloctyl-, methyl dodecylsulfide.

The dependence of the reliability components concentrations determination by the number of analytical wavelengths has been studied on a mixture consisted of dibazol, papaverine hydrochloride and diprofilline [16].

The interesting results were obtained by L. N. Drozdov-Tikhomirov [17] of studying the influence of the number of analytical wavelength by reproducibility analysis.

We analyzed the two-, four-, six- and seven-component mixture of steroid hormones, a group of silicon-organic compounds, mixtures of DNA and RNA. L. N. Drozdov-Tikhomirov suggested to record absorption spectra by multiple measurements of absorbance values at a small number of wavelengths (the so-called method selectivity). It is shown that a selective method improves the accuracy of 20% with respect to the analysis method, based on the calculations by the formula (VI).

The other important issue of spectrophotometric analysis multicomponent mixtures on the basis of calculation methods is the choice of analytical wavelengths. In most cases the analytical wavelengths are  $\lambda_{\max}$  values of mixture components.

In one study [18] it was suggested to select the analytical wavelengths by such way, each of it corresponds the maximum so-called information ratio, ( $r_{ij}$ ) for one of the mixture components:

$$r_{ij} = C_j k_{ij} / \sum_{j=1}^n \bar{c}_j k_{ij} \quad (\text{VIII}), \text{ when}$$

$c_j$  – the expected value of mean concentration

$j$  – the component mixture in all of the analyzed solutions.

A significant drawback of this method is that the information coefficients were associated with the absorption of only one component, but the other components absorption at this wavelength also affects the error analysis.

When selecting the optimal composition of analytical wavelengths is more reliable an assessment of a matrix [19, 20].

The criterion for the selection of analytical wavelengths can also be the calculated assessment of calculated matrix ( $M$ ) [21, 22], or the value of its coefficients [23, 24].

It should be noted that the estimation of a matrix  $k''$   $k$  and matrix ( $M$ ) requires a large amount of computational work.

Thus, the selection of analytical wavelengths by the conditionality of matrices can be used for a small number of sets.

M. D. Katz [19] proposed to evaluate the sets of analytic wavelengths in comparison to the product of the diagonal elements to the determinant of the matrix absorption performance. Matrix absorption performance recorded so that the maximum largest element of each line was in place the diagonal.

The method for selecting the optimal sets of analytical wavelengths for the maximum value of the matrix determination was described [25]. However, it was found that the value of the determinant matrix coefficient is not related to the accuracy of calculations by solving a system of linear equations [26].

The least squares method in spectrophotometric analysis is used by another way of Barnett, Bartoli [27]. The authors tested three methods for determination components concentration by the absorption solution provided disobeying the law of Bouguer-Lambert-Ber.

The basis of the first two methods are based on the use of empirical absorption coefficients were set not from the pure components solutions, but from the standard solutions of their mixtures. The empirical absorption coefficients were determined by the equation.

$$\kappa = (A_{CT} \cdot C_{1CT} / C_{CT} \cdot C'_{CT}) - 1 \quad (IX), \text{ when}$$

A – Is a rectangular matrix of standard mixtures absorption at m wavelengths,  $m \times p$ ;

C – concentration matrix of n components in p mixtures,  $n \times p$ ;

$\kappa$  – the matrix of empirical absorption rates of the components at the same wavelengths,  $m \times n$ .

The third method consists of replacing the linear dependence of absorbance on the concentration of the third degree polynomial, which coefficients are also considered as unknown.

The methods were experimentally verified by analysis of the coal distillate. The sufficiently reliable results were obtained. Thus, the error of concentration determination in the components the six-component mixture (o-cresol, m-cresol, n-cresol, 2,4-xyleneol, 2,5-xyleneol, 2,6-xyleneol) did not exceed  $\pm 0,8\%$ , while eight- component  $\pm 1\%$ .

The comparative evaluation of the methods calculation the medicins absorption is given in T. G. Kalenyuk [28], where he explored two three- and one four-component mixture. It is shown that in the case of a mixture amidopyrine, dibasol, diprofillin and papaverine hydrochloride, the empirical calculation of absorption coefficients according to equation (IX) gives the more reliable results than the using the absorption rates by the equation (VI).

A. F. Vasil'ev [29] considered the case of significant deviations from the additivity of the absorption solution and set the equation to calculate the standard deviation of the concentration of elements and nonlinear matrix calculation. The algorithm of the program for digital computers in the calculation of reliable statistics of the coefficients of nonlinear design equations was cited by Author.

According the program the optimal coupling equation of concentration and optical density is set, the unlikely results are discarded. By type of equation can be judged whether the additive mixture analyzed and what kind of deviations from the law of Bouguer-Lambert-Ber occur.

The methods for calculating the estimated coefficients of nonlinear equations were proposed by A. V. Vasil'ev [30] as a continuation of these studies.

As can be seen, the research is being conducted by two directions: an increasing the number of publications both on the theoretical foundations of computational methods and their practical application. Further implementation of computational methods and computer into the practice of spectrophotometric determination of multicomponent medicines helps the solving of the problem automation of pharmaceutical analysis.

As we noted above, the Firordt method is of little use in the case of mixtures with the components of similar absorption spectra. Reproducibility of the analysis of such mixtures can be improved not only by increasing the number of analytical points, but also due to more accurate measurement of the absorption of solutions analyzed.

### Literature

1. Finkelstein A. I. Spektroabsorbtyometryczne metody analizy w przemyśle chemicznym. – Plant Laboratory, 1961. – T. 27, №8. – P. 923 – 950.
2. Shtern E., Timmons K. Electronic absorption spectroscopy in organic chemistry. – Moscow: Mir, 1974. – 296 p.
3. Bershtein I. Y., Y. L. Kaminsky Spectrophotometric analysis in organic chemistry. – L: Chemistry. – 1975. – 230 p.
4. Buryak V. P., Kalenyuk T. G. Spektrofotometryczna analiza wielokomponentowych leków oparta na metodach obliczeniowych i komputerze. *Pharmaceutical J.*, 1976. – №2. – P. 47-52.
5. Rogoff M. Automatic analysis of infrared spectra. – *Ann. N. Y. acad. sci.*, 1957. – Vol. 69. – P. 27-37.
6. Rogoff M. Electronics in biochemical spectroscopy. – *YRE Nat. Conv. Record.*, 1958. – P. 50-57.
7. Kalenyuk T. G., Piniashko R. M. Using the method of least squares in spectrophotometric analysis of multicomponent medicine mixtures. – *Pharmaceutical J.*, 1971. – №1. – P. 44 – 46.
8. Kalenyuk T. G., Pozdnyakova T. V. Spectrophotometric determination of dyprofilin in three- and four-component mixtures. – *Pharmaceutical J.* – 1974, №5. – P. 50 – 53.
9. Mochalkyn V. N., Borowski L. A. On the study of the electronic absorption spectra of complex organic compounds. In *The book: The theory of electron shells of atoms and molecules: Reports of the International Symposium / Vilnius, July 16-20, 1969.* – Vilnius: Minthis, 1971. – P. 16-20.
10. Ryvak O. N. UV-spectrophotometric study of some kinds of actinomycetes antibiotics: PhD. Pharm. Sciences, Lviv, 1974. – 14 p.
11. Likhoded V. A., Pozdnyakova T. V., Kalenyuk T. G., Kowalski V. V. Development of technologies and methods for the analysis of tablets containing 2-merkato benzthiazol and laevomicetin. – *Digest: Proceedings of the I Congress of Pharmacists Kaz. SSR, Alma-Ata, 1975.* – P. 192-194.
12. Khmelevskaya S. S., Kalenyuk T. G., Semensky V. I. Development of technology and analysis of tablets ethoxide and phtthivazide. – *Digest: Proceedings of the I Congress of Pharmacists Kaz. SSR, Alma-Ata, 1975.* – P.183-184.
13. Gudym V. K., Vorobiev T. A. Theoretical estimation of the accuracy of the spectrophotometric analysis of multicomponent mixtures. *Plant Laboratory* 1972. – Vol. 38, №7. – P. 778 – 781.
14. Przybylsri Z., Kramaz Y. Zastosowanie metody metody najmniejszych kwadratów w spektrofotometrycznej analizie układów wieloskładnikowych – *chem. Analyt. (Polska)*, 1969. – Vol. 14, №5. – P. 1047-1059.

15. Doerffel K., Kugler P., Binder H. Y. UV-spektrophotometrische. Mehrkonponenten analyse nout linearer Mebwertausglei chung. – Z. chem., 1966. – Vol. 6, №4. – P. 155-156.
16. Kalenyuk T. G., Bakshan E. V. Optimization of spectrophotometric analysis of multicomponent mixtures. In: Proceedings of II. All-Union. Congress pharmacists / Riga 17-20 September 1972, Riga, 1974. – P. 122 – 124.
17. Drozdov-Tikhomirov L. N. Quantitative analysis of multicomponent mixtures of steroid hormones by an infrared spectrum using computational technic, optics and spectroscopy, 1964. – T.17, №5. – P. 683 – 693.
18. Pzzybylski Z., Kramarz Y. Zastosowanie metody najmnvejszch analizie ukladow wieloskladnikowych – chem.analyt. (Polska), 1968. – Vol. 13, №2. – P. 249 – 261.
19. Katz M. D. On the absolute sensitivity of the spectrophotometric analysis. J. Applied spectroscopy, 1972. – V. 17, №6. – P. 1105-1107.
20. Konovalov V. A., Drobiz A. M., Popov R. B. On the estimation of measures useful information redundancy with multi-parameter analysis of the composition of matter. -In Digest: Automation of chemical production. – M.: 1969, Issue 1. – P. 94-96.
21. Wojdala T. Metada wyboru optymalnych dlugosci fal analitycznych w spektrofotomoebrycznej ukladow wieloskladnikowych chem. Analyt., 1968. – T. 13, № 2. – S. 289-298.
22. Wojdala T., Sikoza Z. Eksperymentalna weryfikacja metody wybory optymalnych dlugosci fal analitycznych w spebbrofata noebrycznej analizie ukladow wieloskladnikowych. – Chem. Analyt., 1969. – Vol. 14, №1. – P. 155-157.
23. Gudym V. K., Vorobiev T. A. Theoretical estimation of the accuracy the spectrophotometric analysis of multicomponent mixtures. – Plant Laboratory, 1972 –V. 38, №7. – P. 778-781.
24. Przybylski Z. metoda wybru analibycznych dlugosci fali w analizie spektrofotometrycznej ukladow wielosblad nikowych, spelniajacych prawa absorpcji. – Chem. Analit., 1969. –T. 14, №5. – P. 1047 – 1059.
25. Vasiliev A. F. Choosing the optimal method of molecular spectral analysis of multicomponent mixtures. Plant Laboratory, 1967. – V. 33, №9. – P. 1080 – 1083.
26. Forsyth J., Mohler K. Numerical solution of systems of linear algebraic equations. – M.: Mir, 1969 – 167 p.
27. Barnett H. A. Bartoli A. Least sgnares breatmoent ot specbronoebric data Analyt. – Chem. 1960. – Vol. 32, № 9. – P. 1153 – 1156.
28. Kalenyuk T. G. Comparative evaluation of methods calculating the indexes light absorption of drugs. Pharmaceutical J. – 1975, № 2. – P. 41 – 43.
29. Vasiliev A. F. Analysis program non additive multicomponent mixtures for analytical lines. Plant Laboratory, 1966. – V. 32, №9. – P. 1073-1076.
30. Vasiliev A. F. Methods of calculating the estimated coefficient of nonlinear equations in absorption spectral analysis. Plant Laboratory, 1966. – V. 32, №12. – P. 1462 – 1467.

Довбня П.І.

доцент кафедри математики,  
інформатики та методики навчання,  
кандидат педагогічних наук  
Переяслав-Хмельницький державний  
педагогічний університет  
ім. Г.Сковороди

## ГЕНЕЗИС КИЇВСЬКОЇ АЛГЕБРАЇЧНОЇ ШКОЛИ АКАДЕМІКА ДМИТРА ГРАВЕ

**Ключевые слова:** Дмитрий Граве, научная школа, математика, алгебра.

**Keywords:** Dmitry Grave, scientific School, mathematics, algebra

Київська наукова школа на початку ХХ ст. почала культивувати алгебру. Знаменитий науковий семінар Д. О. Граве (1863-1939), організований з метою вивчення студентами Київського університету теорії груп та теорії алгебраїчних чисел, відкрив шлях у науку таким талановитим ученим, як О.Ю. Шмідт, М.П. Кравчук, Є.І. Жилінський, Б.М. Делоне, М.Г. Чеботарьов, В.П. Вельмін, К.Х. Абрамович. Більшість його старших учнів роз'їхалася по різних містах України, Росії, Білорусії, Польщі, Німеччини, Швейцарії, продовжуючи справу свого вчителя. Так, В.П. Вельмін проводив плідну педагогічну діяльність і алгебраїчні дослідження у Варшавському, Ростовському та Київському університетах, Є.І. Жилінський і К.Х. Абрамович – у навчальних закладах Польщі, М.П.Кравчук – у навчальних закладах Києва та Академії наук УРСР, О.І.Островський – у Геттінгенському (Німеччина) та Базельському (Швейцарія) університетах. Усі вони були відомими алгебраїстами, викладачами, педагогами і багато часу приділяли підготовці майбутніх учених. Так, талановитий послідовник В.П. Вельміна Д.О. Супруненко заснував і очолив Мінську алгебраїчну школу. Велика заслуга цього вченого полягає в розвитку математики й математичної освіти в Білорусії. Серед учнів М.П. Кравчука були майбутні генеральний конструктор ракетно-космічних систем С.П. Корольов і творець першого в Україні турборакетного двигуна академік А.М. Люлька. Не менш відома й учениця академіка Кравчука К.Я. Латишева, наукова й педагогічна діяльність якої цілковито пов'язана з Київським університетом. К.Я. Латишева продовжувала наукові пошуки свого вчителя з аналітичної теорії диференціальних рівнянь і стала першою серед жінок-математиків України дослідницею, якій було присвоєно звання професора. Інші видатні учні академіка Д.О.Граве створили власні науково-алгебраїчні школи: Б.М. Делоне – у Ленінграді (нині Санкт-Петербург), О.Ю Шмідт – у Москві, М.Г.Чеботарьов – у Казані. Слід зауважити, що крім цих філій школи Д.О.Граве, в СРСР алгебраїчна наука була представлена дослідженнями лише С.О. Шатуновського (Одеса) та А.К.Сушкевича (Харків).

Школа О.Ю. Шмідта присвятила себе вивченню кінцевих груп. Прямими учнями О.Шмідта були вихованці Московського університету: С.А.Чуніхін,

О.П.Діцман, О.А.Кулаков, Л.Я.Окунев та В.К.Туркін. До школи О.Шмідта можна віднести також і молодих представників московських теоретико-множинної і топологічної шкіл, що розвивали абстрактно-аксіоматичний напрям математики, О.Г.Куроша (аспірант П.С.Александрова) і А.І.Мальцева (аспірант А.М.Колмогорова).

С.А. Чуніхін став засновником Гомельської алгебраїчної школи, яка була широко відомою не тільки в Білорусії, а й далеко за її межами, а О.Г.Курош був одним із визнаних лідерів радянської алгебри протягом декількох десятиліть. Відомі математики П.Г.Конторович (учень М.Г.Чеботарьова) і С.М.Черніков (учень О.Шмідта) розпочали дослідження з теорії груп у Свердловську (Єкатеринбург, Росія) і заснували Уральську алгебраїчну школу. Першими свердловськими алгебраїстами – докторами фізико-математичних наук – стали В.М.Глушков і Б.І.Плоткін. Незабаром В.М. Глушков продовжив дослідження в Києві і став визнаним радянським лідером у галузі кібернетики й обчислювальної техніки. У 60-і роки першим розпочинає алгебраїчні дослідження в Новосибірську учень С.М.Чернікова М.І. Каргаполов, котрий зміцнює зв'язки свердловських алгебраїстів із знаменитою сибірською школою алгебри й логіки.

Школа М.Г.Чеботарьова займалася дослідженнями з теорії Галуа і теорії алгебраїчних чисел. У Казані талановитий математик виховав відомих учених: І.Д.Адо, Н.Н.Меймана, В.В.Морозова, М.Г.Крейна, П.Г.Конторовича, А.В.Дороднова і багатьох інших. Перший аспірант М.Г.Чеботарьова М.Г.Крейн, якого американські вчені Д. Розенблум і Д. Ровняк називали математичним гігантом ХХ ст., став засновником і керівником Одеської школи з функціонального аналізу. Багато уваги приділяв М.Крейн вихованню наукової молоді. Члени величезної наукової родини Крейна трудяться в Одесі, Києві, Харкові, Дрездені, Куйбишеві (нині Самара) та інших наукових центрах світу. Талановитий учень М.Крейна і правнук Д.Граве М.О. Красносельський – один з основоположників сучасного нелінійного функціонального аналізу та засновників відомої воронезької наукової школи функціонального аналізу.

Школа Б.М. Делоне займалася вивченням геометрії чисел. Борис Миколайович був яскравою, творчою особистістю і мав численну когорту послідовників, серед яких такі видатні математики, як О.Д. Александров, І.Р. Шафаревич, Д.К.Фаддеев та інші. О.Д. Александров є засновником відомих геометричних шкіл у Ленінграді і в Новосибірську. Багато фахівці вважають, що першим геометром Росії ХІХ ст. був М.І. Лобачевський, а першим геометром Росії ХХ ст. став О.Д.Александров. Прогрес у теорії Галуа в другій половині ХХ ст. значною мірою зумовлений інтелектуальними здобутками Ленінградської та Московської шкіл алгебраїстів, які очолювали відповідно І.Р.Шафаревич і Д.К.Фаддеев.

Три покоління наукової родини Д.О.Граве нараховує більше тисячі нащадків, і кожне нове покоління не тільки зберігало кращі риси наукових шкіл, закладених учителями, але й робило свій внесок у її формування, забезпечуючи мобільність школи стосовно нових наукових фактів, що відкриваються, і її стійкість до мінливих умов.

Розвиток наукової школи Д.О. Граве показаний у табл.1. Інформація про наукову школу (НШ) містить: 1) назву наукової школи. 2.прізвище засновника наукової школи. 3. назву наукового напрямку школи).

Таблиця 1

Розвиток алгебраїчної школи Д.О.Граве

МОСКОВСЬКА НАУКОВА ШКОЛА (О.Ю. Шмідт) теорія груп		ЛЕНІНГРАДСЬКА НАУКОВА ШКОЛА (Б.М. Делоне) алгебра, геометрія чисел		КАЗАНСЬКА НАУКОВА ШКОЛА (М.Г. Чеботарьов) теорія алгебраїчних чисел, теорія Галуа	
алгебра і математична логіка	<b>Сибірська НШ</b> (А.І. Мальцев)	<b>Ленінградська, Новосибірська НШ</b> (О.Д. Александров) геометрія	<b>Ленінградська НШ</b> (Д.К. Фаддєв) алгебра. теорія чисел, обчисл. математика	<b>Одеська, Київська НШ</b> (М.Г. Крейн) функціональний аналіз	<b>Воронезька НШ</b> (М.О. Красносельський) функціональний аналіз
	<b>Уральська НШ</b> (С.М. Черніков) теорія груп		<b>Ленінградська НШ</b> (В.А. Тартаковський) теорія чисел, теорія груп	<b>Казанська НШ</b> (В.В. Морозов, І.Д. Адо) теорія груп, алгебри Лі	
	<b>Московська НШ</b> (О.Г. Курош) теорія нескінченних груп		<b>Московська НШ</b> (І.Р. Шафаревич) алгебра, алгебраїчна геометрія	<b>Уральська НШ</b> (П.Г. Конторович) теорія груп	
	<b>Гомельська НШ</b> (С.А. Чункін) теорія скінченних груп		<b>Київська НШ</b> (Ю.А. Дрозд) теорія зображень		
	<b>Гомельська НШ</b> (Л.А. Шеметков) формалізі алгебраїчних систем				
	<b>Кишинівська НШ</b> (В.О. Андрушаківич) алгебра. теорія кілець				

**Література:**

1. Граве Д.А. Моя жизнь и научная деятельность/ Д.А.Граве// Историко-математические исследования. – М.: Наука, 1993. – Вып. XXXIV.
2. Добровольський В.О. Діяльність Київської математичної школи в дожовтневий період (1908-1917 рр.)/ В.О.Добровольський // Нариси з історії техніки і природознавства. – К.: Вид-во АН УРСР, 1962. – Вип. 1. – С.131-144.
3. Добровольский В.А. Граве Дмитрий Александрович. /В.А.Добровольський // – М.: Наука, 1968. – 112 с.
4. История отечественной математики. – К.: Наукова думка, 1967. – Т. 2. – 616 с. – Т.3 – 726 с.

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬМГОЛЬЦА И ИХ ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

**Ключевые слова:** уравнение Гельмгольца, фундаментальное решение, физический смысл.

Эллиптическое уравнение вида

$$\Delta u + cu = -f(M), \quad (1)$$

где  $c = \text{const} \neq 0$ ,  $M = (x, y, z) \in R^3$ , называют **уравнением Гельмгольца**. При  $f(M) = 0$  мы имеем однородное уравнение Гельмгольца. В статье исследуем свойства решений уравнения (1). Определим физический смысл решения уравнения (1). Рассмотрим распространение волны под действием периодической по времени внешней силы, которое описывается уравнением

$$U_{tt} = a^2 \Delta U + f(M)e^{i\omega t}, \quad (2)$$

и будем искать решения этого уравнения, имеющего ту же частоту  $\omega$ , что и

внешняя сила  $U(M) = u(M)e^{i\omega t}$ . Подставляя это в (2), мы получим уравнение Гельмгольца  $\Delta u + \frac{\omega^2}{a^2}u = -\frac{1}{a^2}f(M)$  с положительным коэффициентом  $c = \frac{\omega^2}{a^2} > 0$ . Отсюда

следует, что решение уравнения (1) при положительном коэффициенте есть амплитуда установившихся колебаний.

Теперь возьмем уравнение теплопроводности

$$u_t = a^2 \Delta u + f(M, t) \quad (3)$$

и будем трактовать его в терминах диффузии, т. е.  $u(M, t)$  – концентрация вещества в данной точке  $M$  в момент времени  $t$ , а  $f(M, t)$  плотность источников диффузии. При диффузии некоторых газов происходит реакция распада молекул диффундирующего газа, при этом скорость реакции распада обычно берут пропорциональной концентрации газа. При написании уравнения диффузии это равносильно наличию отрицательных источников газа, т. е.  $f(M, t) = -k^2 u(M, t)$ ,  $k = \text{const} > 0$ . Если к тому же рассмотреть стационарные решения, т. е.  $u_t = 0$ , то из уравнения (3) найдём  $\Delta u + cu = 0$ ,  $c = -k^2/a^2$ . В этом случае мы получили уравнение Гельмгольца с отрицательным коэффициентом, которое описывает стационарный процесс диффузии при наличии распада вещества (газа).



Далее найдем фундаментальные решения однородного уравнения Гельмгольца, обладающие радиально-сферической симметрией. Пусть  $M_0$  – некоторая фиксированная точка  $R^3$ . Уравнение (1) при  $f(M) = 0$  в сферической системе координат  $(r, \theta, \varphi)$  с центром в точке  $M_0$  имеет вид

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial u}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + cu = 0. \quad (4)$$

Поскольку мы ищем решения этого уравнения, зависящие только от расстояния  $r = R_{M_0 M}$  между точками  $M_0$  и  $M$ , т. е.  $u(M) = u(r)$ , то уравнение (4) примет простой вид  $\frac{1}{r} \frac{d^2}{dr^2}(ru) + cu = 0$ . Приведем здесь к общему знаменателю и сделав замену  $\omega = ru$ , получим

$$\frac{d^2 \omega}{dr^2} + c\omega = 0. \quad (5)$$

Рассмотрим по отдельности случаи, когда  $c > 0$  и  $c < 0$ . Пусть  $c = k^2$ ,  $k > 0$ . Уравнение (5) имеет при этом два линейно независимых комплексных решения:  $\omega_1(r) = e^{ikr}$ ,  $\omega_2(r) = e^{-ikr}$ . При  $c = -\delta^2$ ,  $\delta > 0$ , получаем два вещественных линейно независимых решения:  $\tilde{\omega}_1(r) = e^{\delta r}$ ,  $\tilde{\omega}_2(r) = e^{-\delta r}$ . Следовательно, радиально-симметричные относительно точки  $M_0$  решения однородного уравнения Гельмгольца имеют вид

$$u_{1(2)}(r) = \frac{1}{r} e^{\pm ikr} \text{ при } c = k^2 > 0, \quad (6)$$

$$\tilde{u}_{1(2)}(r) = \frac{e^{\pm \delta r}}{r} \text{ при } c = -\delta^2 < 0, \quad (7)$$

При  $c = -\delta^2$  уравнение (1) соответствует диффузионному процессу, сопровождаемым поглощением. Решение  $\tilde{u}_1(r) = \frac{e^{\delta r}}{r}$  экспоненциально возрастает при  $r \rightarrow +\infty$  и поэтому физического смысла не имеет, а второе решение  $\tilde{u}_2(r) = \frac{e^{-\delta r}}{r}$ , наоборот, экспоненциально стремится к нулю на бесконечности, что в терминах диффузии означает убывание концентрации, вызываемое поглощением. Таким образом, при изучении граничных задач для уравнения (1) можно взять в качестве

фундаментального решения в ограниченной области функции (6) при  $c > 0$  и функции (7) при  $c < 0$ , а в случае неограниченной области  $u_2(r) = \frac{1}{r} e^{-ikr}$  при  $c > 0$ ,  $\tilde{u}_2(r) = \frac{1}{r} e^{-xr}$  при  $c < 0$ .

Рассмотрим теперь плоский случай, т. е. точки  $M_0$  и  $M$  лежат на координатной плоскости  $R_{xy}^2$ . Введем полярную систему координат  $(r, \varphi)$  с началом в точке  $M_0$ .

В этой системе однородное уравнение Гельмгольца имеет вид

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \varphi^2} + cu = 0. \quad (8)$$

Отсюда видно, что решение  $u$ , зависящее только от  $r$ , удовлетворяет уравнению

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{du}{dr} \right) + cu = 0, \text{ или } \frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{du}{dr} + cu = 0. \quad (9)$$

При  $c = k^2 > 0$  уравнение (9) представляет собой обычное уравнение Бесселя [1] и имеет два линейно независимых решения:

$$u_1(r) = J_0(kr), \quad u_2(r) = Y_0(kr), \quad (10)$$

где  $J_0(kr), Y_0(kr)$  – функции Бесселя соответственно первого и второго рода нулевого порядка. Когда  $c = -\delta^2 < 0$ , уравнение (9) есть модифицированное уравнение Бесселя, и в этом случае оно имеет два линейно независимых частных решения:

$$\tilde{u}_1(r) = I_0(\delta r), \quad \tilde{u}_2(r) = K_0(\delta r), \quad (11)$$

где  $I_0(\delta r), K_0(\delta r)$  – модифицированные функции Бесселя соответственно первого и третьего рода нулевого порядка.

Решения  $u_2(r)$  и  $\tilde{u}_2(r)$  из (10), (11) при  $r \rightarrow 0$  ( $M \rightarrow M_0$ ) имеют логарифмическую особенность, поэтому годятся в качестве фундаментального решения при исследовании граничных задач для уравнения Гельмгольца, а решения  $u_1(r) = J_0(kr)$  и  $\tilde{u}_1(r) = I_0(xr)$  при  $r \rightarrow 0$  ограничены.

*Выражаю благодарность своему научному руководителю Сабитовой Ю. К.*

### Список литературы

1. Лебедев Н. Н.. Специальные функции и их приложения. М. – Л.: Физматгиз, 1963. – 360 с.

## ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ТЕЛЕГРАФНОГО УРАВНЕНИЯ

## АННОТАЦИЯ

В данной статье выведено телеграфное уравнение и приведена его физическая интерпретация.

## Ключевые слова:

Дифференциальное уравнение с частными производными второго порядка, телеграфное уравнение, напряжение, силы тока.

## Keywords:

Partial differential equation of second order, the telegraph equation, voltage, amperage.

При прохождении по проводу электрического тока вокруг него образуется электромагнитное поле, которое вызывает изменение силы тока и напряжения. Благодаря этим изменениям в проводе возникают колебания.

Проведем ось  $Ox$  вдоль оси провода, а начало координат поместим в один из его концов; длину провода обозначим через  $l$ . Сила тока  $i$  и напряжение  $v$  в какой-нибудь точке провода будут функциями абсциссы  $x$  и времени  $t$ . Величины  $i$  и  $v$  связаны между собой некоторыми дифференциальными уравнениями в частных производных первого порядка. При выводе этих уравнений будем считать, что ёмкость, активное сопротивление, самоиндукция и утечка распределены вдоль провода непрерывно и равномерно, а также что постоянные  $C, R, L$  и  $G$ , их характеризующие, рассчитаны на единицу длины провода.

Рассмотрим часть провода, заключенную между двумя сечениями  $x = x_1$  и  $x = x_2$ . Применяя закон Ома к этой части провода, имеем

$$v(x_1, t) - v(x_2, t) = R \int_{x_1}^{x_2} i(x, t) dx + L \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial i(x, t)}{\partial t} dx. \quad (\text{формула 1})$$

В то же время

$$v(x_1, t) - v(x_2, t) = - \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial v(x, t)}{\partial x} dx.$$

Тогда имеем место равенство

$$\int_{x_1}^{x_2} \left( \frac{\partial v}{\partial x} + L \frac{\partial i}{\partial t} + Ri \right) dx = 0,$$

из которого в силу произвольности  $x_1$  и  $x_2$  следует, что

$$\frac{\partial v}{\partial x} + L \frac{\partial i}{\partial t} + Ri = 0. \quad (\text{формула 2})$$

С одной стороны, количество электричества, протекающего через рассматриваемый участок  $[x_1, x_2]$  за единицу времени, равно

$$i(x_1, t) - i(x_2, t) = - \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial i}{\partial x} dx. \quad (\text{формула 3})$$

С другой стороны, то же количество электричества равно сумме количества электричества, необходимого для зарядки этого участка провода, и количество электри

$$i(x_1, t) - i(x_2, t) = C \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial v}{\partial t} dx + G \int_{x_1}^{x_2} v dx. \quad (\text{формула 4})$$

$$\int_{x_1}^{x_2} \left( \frac{\partial i}{\partial x} + C \frac{\partial v}{\partial t} + Gv \right) dx = 0,$$

откуда

$$\frac{\partial i}{\partial x} + C \frac{\partial v}{\partial t} + Gv = 0. \quad (\text{формула 5})$$

Если мы продифференцируем выведенное уравнение (ф.2) по  $x$ , а уравнение (ф.5) по  $t$  и затем из найденных выражений исключим производную  $\frac{\partial^2 i}{\partial x \partial t}$ , то получим следующее дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами относительно  $v$ :

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + (RC + GL) \frac{\partial v}{\partial t} + GRv.$$

Аналогично выводится дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 i}{\partial t^2} + (RC + GL) \frac{\partial i}{\partial t} + GRi,$$

которому удовлетворяет сила тока  $i$ . Таким образом, получили, что напряжение  $v$  и сила тока  $i$  в проводе удовлетворяют одному и тому же дифференциальному уравнению

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = a_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + 2b_0 \frac{\partial w}{\partial t} + c_0 w, \quad (\text{формула 6})$$

где

$$a_0 = LC, \quad 2b_0 = RC + GL, \quad c_0 = GR.$$

Уравнение (ф.6) называют телеграфным уравнением.

Если ввести новую функцию  $u(x, t)$  по формуле

$$w = e^{-b_0 t/a_0} u,$$

то уравнение (ф.6) примет более простую форму

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + b^2 u,$$

где  $a = 1/\sqrt{a_0}$ ,  $b = \sqrt{b_0^2 - a_0 c_0/a_0}$ .

*Выражаю благодарность своему научному руководителю Сабитовой Ю.К.*



