

ZBIÓR  
RAPORTÓW NAUKOWYCH

INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA.  
REALIZACJA BADAŃ I PROJEKTÓW

Kraków

30 .07.2015 - 31.07.2015

СБОРНИК  
НАУЧНЫХ ДОКЛАДОВ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ.  
ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ НАУЧНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕАЛИЗАЦИИ  
ПРОЕКТОВ

Краков

30 .07.2015 - 31.07.2015

---

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 (zł.): bezpłatnie

### **Zbiór raportów naukowych.**

Z 40 Zbiór raportów naukowych. Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Inżynieria i technologia. Realizacja badań i projektów" (30.07.2015 - 31.07.2015) - Warszawa: Wydawca:

Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2015. - 48 str.

ISBN: 978-83-65207-32-6

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

**B.B.C. 94**

### **Komitet Organizacyjny Konferencji:**

1. В. Окулич-Казарин – (przewodniczący), dr, Rosja;
2. L. Nechaeva, PhD, Ukraina;
3. В. Подобед, PhD, Białoruś;
4. A. Prokopiuk, dr, Polska;
5. E. Чекунова, dr, Rosja.

### **Grupa robocza:**

1. A. Murza, (przewodniczący), Ukraina;
2. Т. Мартинкова, Rosja;
3. М. Ордынская, Rosja.

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». Obowiązkiem jest odniesienie do zbioru.

"Diamond trading tour" © Warszawa 2015

ISBN: 978-83-65207-32-6

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

- 1. Шогенов М. Х., Кузьмина Г. С. .... 5  
ЭТОЙ КУЛЬТУРЕ ЛЮДИ БУДУТ БЛАГОДАРНЫ**

**SEKCJA 18. TECHNIKA.  
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

- 2. Герасімова Д.С. .... 8  
АНАЛІЗ МЕТОДІВ СПАМ-ФІЛЬТРАЦІЇ. ІДЕЯ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ**
- 3. Ковальчук О.В..... 12  
ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ АНАЛІЗУ  
ВЗАЄМОДІЙ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОГРЕСУВАННЯ  
КОРОНАРНОГО АТЕРОСКЛЕРОЗУ У ХВОРИХ З КОРОНАРНИМ  
СТЕНТУВАННЯМ В АНАМНЕЗІ**
- 4. Нехай В.В., Литвинов В.В..... 16  
ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ РОДЮЧОСТІ ГРУНТУ**
- 5. Суліковська І.О..... 20  
ЗАСТОСУВАННЯ ІНКАПСУЛЯЦІЇ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН ДЛЯ  
ЛІКУВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ**
- 6. Михеев В.В., Кузьмина Г.С. .... 23  
ЕСТЬ ЛИ ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ В РОССИИ В ДВС  
БИОТОПЛИВА?**
- 7. Пешук Л. В., Галенко О. О. .... 30  
РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ М'ЯСНИХ ГЕРОДІЄТИЧНИХ ПРО-  
ДУКТІВ**
- 8. Усатюк Е. М., Фролова Н. Э. .... 32  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТМИННОГО ЭФИРНОГО МАСЛА В ТЕХНОЛОГИИ  
ПИЩЕВЫХ АРОМАТИЗАТОРОВ**
- 9. Dyatlov V.V., Aksonova N.O. .... 35  
SAFETY OF MUSHROOMS ON CHOLESTEROL**

10. Сагаев М.С., Ауешов А.П. .... 37

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ АЛКИЛФОСФАТОВ ПРИ АНОДНОМ  
РАСТВОРЕНИИ ФОСФИДОВ В СПИРТОВЫХ СРЕДАХ

SEKSCJA 19. TRANSPORTU.( ТРАНСПОРТ)

11. Марінцева К.В. .... 39

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ  
АЕРОПОРТІВ УКРАЇНИ

SEKSCJA 24. NAUKI CHEMICZNE.(ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

12. Ключникова Н.В. .... 45

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМОЛИЗА ПРИРОДНЫХ  
КАРБОНАТОВ КАЛЬЦИЯ



**Шогенов М. Х.**

Генеральный директор  
ЗАО «Урухский консервный завод»,  
Республика Кабардино-Балкария;

**Кузьмина Г. С.**

Научный сотрудник  
Всероссийского НИИ  
механизации сельского хозяйства,  
г. Москва

## ЭТОЙ КУЛЬТУРЕ ЛЮДИ БУДУТ БЛАГОДАРНЫ

*В статье приводится современное состояние проводимых работ в Российской Федерации по промышленному возделыванию и переработке новой для аграрного сектора страны культуры – топинамбура (*Helianthus tuberosus*). Показана экономическая целесообразность введения культуры топинамбура в процесс переработки на консервных заводах.*

**Ключевые слова:** топинамбур, клубни, технология, зеленая масса, сырьевая база, комплексы машин, инулин, пектин, капельное орошение.

Топинамбур известен земледельцам уже давно. Родиной этой культуры считается Северная Америка. Многие знают это растение как «земляная груша», «иерусалимский артишок». В то же время для большинства людей эта культура остается неизвестной, хотя по своему химическому составу, разнообразию витаминов и жизненно важных элементов для человека ей, пожалуй, нет равных. В клубнях топинамбура много калия, цинка, железа. В его составе белки, многообразие аминокислот, сахара, углеводы [1, 2, 3].

Если учесть, что топинамбур можно высаживать как весной, так и осенью, что клубни выдерживают значительные заморозки, не теряя своих репродуктивных и питательных свойств, что в производстве может использоваться как наземная, так и подземная масса, что культура может расти на одном и том же месте без повторной посадки в течении нескольких лет, становится очевидно, что топинамбур наиболее рентабельная культура, особенно в южных регионах Российской Федерации.

Сегодня процесс утверждения топинамбура, как одной из самых перспективных сельскохозяйственных культур, состоялся. То, что это ценнейшее растение, завезенное в СССР в 40-х годах прошлого столетия великим ученым, академиком Николаем Ивановичем Вавиловым, станет основой в производстве продуктов здорового питания для человека и высокопитательных кормов для животных, уже не вызывает сомнения [4].

В связи с возрастающим в последнее время спросом на экологически чистые продукты питания, топинамбур может оказаться одной из немногих культур, отвечающих этим требованиям. Во-первых, возможность получения рентабельных урожаев практически без внесения минеральных и органических удобрений; во-вторых, топи-

намбур устойчив к болезням и вредителям, что позволяет обходиться минимальным применением пестицидов. Многими исследованиями установлено, что клубни топинамбура обладают низким коэффициентом накопления нитратов, тяжелых металлов и радионуклидов даже в зонах с техногенным загрязнением [5, 6].

До настоящего времени технологии производства топинамбура, его возделывание и особенно механизированная уборка клубней пока еще недостаточно отработаны. В значительной мере это связано с тем, что объемы выращивания этой культуры очень малы. Технологии выращивания топинамбура и применяемые технические средства схожи с выращиванием картофеля [7, 8].

Главной задачей, стоящей сегодня перед руководством завода, является широкомасштабное внедрение в производство грядовой технологии возделывания топинамбура с использованием капельного орошения [10, 13].

Имеющийся опыт возделывания топинамбура по гребневой технологии с междурядьями 70-75 см с использованием комплексов машин для возделывания картофеля показал, что на посадках с капельным орошением урожайность клубней топинамбура (сорт «Скороспелка») может достигать 80 тонн с гектара. Имеющийся опыт других организаций, позволяет утверждать, что на грядовых посадках, с использованием капельного орошения, с одновременной подкормкой растений, получение урожайности до 100 т/га не является пределом.

Самым узким местом в промышленном производстве клубней топинамбура является осенняя уборка клубней. В это время у растения очень сильная связь между клубнями и стеблем. Сегодня нет ни одной уборочной машины, которая бы позволяла выполнять качественную осеннюю уборку клубней топинамбура. Весной, после перезимовки клубней в почве, связь клубня со стеблем значительно снижается и уборку можно эффективно проводить картофелеуборочными комбайнами [11, 12].

В настоящее время проведены исследования по разработке специального адаптера к картофелеуборочному комбайну, обеспечивающего надежный отрыв клубней топинамбура от стеблевой массы при осенней уборке. Отличается и химический состав клубней, выкопанных осенью и весной [9].

Немаловажное значение имеют исследования по совместному выращиванию топинамбура с картофелем и другими сельскохозяйственными культурами, изучению роли топинамбура как растения, защищающего картофель от вредителей и болезней. Это связано и с включением топинамбура в севообороты [14].

Топинамбуру свойственна высокая репродукционная способность и стремление к занятию новых территорий. В связи с этим в народе бытует мнение, что это трудновыводимый сорняк. Однако, при соблюдении соответствующих агротехнических условий, его можно разводить как обыкновенный картофель без опаски, что он вытеснит другие, выращиваемые рядом сельскохозяйственные культуры.

Топинамбур возделывается в Российской Федерации на площади около 3 тыс. га, преимущественно в Нижегородской, Липецкой, Тверской, Рязанской, Тульской, Ульяновской, Костромской, Волгоградской, Омской, Брянской, Московской, Саратовской, Ярославской областях, Республике Чувашия, Краснодарском и Ставропольском краях.

В 2017 году ЗАО «Урухский консервный завод» планирует приступить к реализации проекта создания энергонезависимого сельхозпредприятия. В этом проекте

работы будут проводиться совместно с Чешскими партнерами. Основой получения собственных электроэнергии и тепла станет биоэтанол, получаемый из топинамбура и биогаз, продукт брожения отходов переработки на основном производстве и животноводческих фермах.

### Литература

1. Рейнгарт Э., Кочнев Н., Пономарев А. Топинамбур: выращивание – уборка – получение биоэтанола // Сельский механизатор., 2008. – № 11. С. 45-47.
2. Рейнгарт Э., Кочнев Н., Пономарев А. Топинамбур: выращивание – уборка – получение биоэтанола // Сельский механизатор., 2008. – № 12. С. 38-39.
3. Рейнгарт Э., Кочнев Н., Пономарев А. Топинамбур: выращивание – уборка – получение биоэтанола // Сельский механизатор., 2009. – № 1. С. 28-29.
4. Кузьмина Г.С., Пономарев А.Г. Новая культура для аграрного сектора России требует разработки новых технологий: Материалы науч.-техн. конф., 17-18 сентября 2014 г. Москва, 2014, – 504 с
5. Рейнгарт Э.С., Кочнев Н.К., Пономарев А.Г., Звягинцев П.С. Перспективы использования топинамбура для производства биоэтанола // Достижения науки и техники АПК., 2008. – № 1. С. 38-40.
6. Кабаков Н.С., Пономарев А.Г. Широкоярдная технология возделывания картофеля // Земледелие., 2001. – № 4. С. 11.
7. Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Метод сепарации клубней картофеля на тяжелых влажных почвах // Тракторы и сельхозмашины., 2007. – № 2. С. 28-31.
8. Рейнгарт Э.С., Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения // Тракторы и сельхозмашины., 2006. – № 10. С. 3-5.
9. Шибряева Л.С., Эмануэля Н.М., Левина Н.С., Кондратова Т.А., Подзорова М.В., Бидей И.А. Влияние сортовых различий топинамбура на физико-химические свойства клубней: Материалы науч.-техн. конф., 17-18 сентября 2014 г. Москва, 2014, – 504 с.
10. Пономарев А.Г., Кабаков Н.С., Джавадов Р.Д. Можно рассчитывать на успех при разных технологиях // Картофель и овощи., 2001. – № 5. С. 27.
11. Колчин Н.Н., Пономарев А.Г. Система машинных технологий и машин для картофелеводства: Материалы науч.-техн. конф., 17-18 сентября 2013 г. Москва, 2013, Ч.1., – 316 с.
12. Колчин Н.Н., Бышов Н.В., Пономарев А.Г. Машинная уборка картофеля: от швырялки до комбайна // Картофель и овощи., 2015. – № 6. С. 28-33.
13. Колтунов Н.А., Михеев В.В. Как повысить эффективность внекорневых подкормок? // Сахарная свекла., 2005. – № 10. С. 23.
14. Дорожкина Л.А., Пузырьков П.Е., Зейрук В.Н., Абашкин О.В. Применение регуляторов роста позволяет снизить пестицидную нагрузку // Картофель и овощи., 2006. – № 3. С. 30.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ СПАМ-ФІЛЬТРАЦІЇ. ІДЕЯ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ

**Ключові слова:** спам, фільтрація, спам-фільтр, класифікатор Байеса.

Небажані електронні розсилки по електронній пошті є однією з найбільш серйозних проблем Інтернет. Спам суттєво знижує ефективність роботи систем електронної пошти та може мати серйозні фінансові наслідки для підприємства, а також являти собою загрозу безпеки комп'ютерів та інформації, що розміщена на них. На відміну від окремого користувача, збитки від спаму для великої компанії чи всією галузі сягають \$200 за рік в розрахунку на одного офісного працівника. В результаті досліджень було встановлено, що на видалення одного небажаного повідомлення в середньому витрачається 4,4 секунди. В США цей показник знижує продуктивність праці в цілому на 4 б'льйони доларів щороку.

В наш час для боротьби з небажаними повідомленнями використовують спам-фільтри, що базуються на двох основних підходах фільтрації:

- аналіз службової інформації про відправника та маршруту руху електронного документа;
- аналіз змістовної частини електронного документа.

*Аналіз службової інформації про відправника та маршрут руху електронного документа* реалізується методом сірих списків.

*Метод сірих списків (грейлістинг)*

Даний метод реалізований на основі поведінки програмного забезпечення розсилки спаму. Метод базується на різниці поведінки звичайних поштових серверів та спам-серверів. Принцип полягає в наступному: всі невідомі SMTP-сервери вважаються «сірими» [1]. Листи з таких серверів тимчасово відхиляються. Їм повертається код тимчасової помилки. У випадку, якщо сервер-відправник повторює спробу через певний період – сервер вноситься в білий список. Спамерські ж програми або «не вміють» відправляти спам-лист повторно. Цей метод дозволяє відсіяти до 90% спаму.

*Аналіз змістовної частини документа* полягає у визначенні приналежності листа до певної множини/класу: спам (S), неспам (–S). Для роботи цих методів необхідне навчання фільтрів. Такі методи добре працюють при класифікації звичайних текстових чи HTML-повідомлень. Після навчання на достатньо великій вибірці вдається відфільтрувати до 85-87% спаму.

Найнадійнішим системами спам-фільтрації є системи, побудовані на основі найвісного класифікатора Байеса [2]. Метод Байесівської фільтрації дозволяє класифі-



кувати повідомлення шляхом знаходження в тілі листа ознак спаму. До ознак спаму належать заздалегідь визначені характерні рядки і/або їх комбінації, наприклад, контактні дані, назви торгових марок, слогани і т.д.

Загальний алгоритм:

Умовна імовірність того, що  $i$ -те слово з'являється в повідомленнях, якщо вони є  $S$  (spam) і  $H$  (ham) ( $-S=H$ ):  $p(w_i|S)$  і  $p(w_i|H)$  відповідно;

Тоді імовірність для даного документа  $D$  за наявності двох класів  $S$  і  $H$ :

$$p(S|D) = \frac{p(S)}{p(D)} \prod_i p(w_i|S),$$

$$p(H|D) = \frac{p(H)}{p(D)} \prod_i p(w_i|H),$$

де  $p(S)$  – повна імовірність того, що обране повідомлення є спамом,  $p(H)$  – повна імовірність того, що обране повідомлення не є спамом;

Поділивши одне на друге, маємо відношення правдоподібності:

$$\frac{p(S|D)}{p(H|D)} = \frac{p(S)}{p(H)} \prod_i \frac{p(w_i|S)}{p(w_i|H)}.$$

Логарифм правдоподібності:

$$\ln \frac{p(S|D)}{p(H|D)} = \ln \frac{p(S)}{p(H)} + \sum_i \ln \frac{p(w_i|S)}{p(w_i|H)}.$$

Порівняння логарифма правдоподібності з деяким заздалегідь заданим пороговим значенням  $h$ . Повідомлення класифікується як спам, якщо:

$$\ln \frac{p(S|D)}{p(H|D)} > h.$$

Даний метод є досить дієвим, простим і зручним у використанні, проте має суттєві недоліки.

Способи обходу даного фільтра:

- Прикріплення до повідомлення графічного чи будь-якого іншого файлу зі спам-інформацією, при цьому сам текст повідомлення може не нести жодного сенсу. При цьому документ, що не може бути проаналізований як простий текст, пропускається і не класифікується як спам.
- «Байесівське отруєння». Даний спосіб полягає в додаванні великої кількості зайвого тексту, що обманює фільтр.

Варто виокремити так звані *розподілені методи*. Їх суть полягає в участі в зборі інформації великої кількості незалежних поштових систем, що здійснюють обмін даними між собою, наповнюючи базу даних про спам. Розподілені методи є двох видів:

- *сигнатурний аналіз*. Методи полягають у визначенні масовості повідомлення. Загальний алгоритм:

1. Для кожного щойно отриманого листа обчислюється контрольна сума (наприклад, за алгоритмом MD5).

2. Значення контрольної суми зберігається в базі даних.

3. До контрольної суми приєднується лічильник повторень.

4. Якщо для контрольної суми вхідного повідомлення вже є запис в БД, лічильник збільшується на 1 і порівнюється з пороговим значенням. Якщо значення лічильника перевищує порогове, повідомлення вважається масовим.

Даний метод є зручним завдяки самостійному налаштуванню фільтра та відсутності необхідності регулярного навчання.

Спосіб обходу: в кожне повідомлення вносити незначні зміни (заміна букви на букву з іншого алфавіту чи схожим знаком або додавання довільного фрагменту тексту).

- *чорні списки (блеклістинг).*

Чорний список або список блокування – список, що є глобальними, колективно оновлюваними базами даних доменів, мереж, хостів, що є джерелами спаму. Кожен одержувач електронних повідомлень може додати в базу даних інформацію про спамера. Даний метод наразі є ефективним лише за умови сумісного використання з іншими вищезазначеними методами.

Існують так звані *процедурні методи* боротьби зі спам-розсилкою, що направлені на підвищення витрат розсилки [3]. Суть таких методів: перед прийомом повідомлення від невідомого відправника автоматично відправити йому лист у відповідь, в якому попросити виконати якісь дії, наприклад, здійснити перехід за посиланням, що знаходиться в листі, чи виконати певну інструкцію і відправити у відповідь результат виконання, або ж відправити у відповідь пустий лист. Серед недоліків даних методів – затримки доставки пошти, затrudнення у користувачів і т.д.

Кожен з перелічених методів має свої переваги і недоліки, тож найкращого ефекту можна досягти лише застосовуючи поєднання одразу декількох методів. Тож головною метою наразі є розробка системи фільтрації, що має наступні характеристики:

- визначення ефективності. Оптимально оцінити ефективність фільтрації можна лише при наявності зворотнього зв'язку користувачів з системою (користувач повинен мати змогу самостійно інформувати систему про помилки розпізнавання спаму);

- динамічне визначення оптимального фільтру (чи набору фільтрів) для кожного повідомлення. В загальному випадку для кожного повідомлення бажано обрати свій спосіб фільтрації.

- підтримка розширення системи шляхом додавання нових методів фільтрації у вигляді програмних модулів чи плагінів.

- конфігурація фільтрів без змін в коді програми.

Така система зможе обробляти електронну пошту різними фільтрами, визначати ефективність фільтрації, розширювати свою функціональність та гнучко змінювати поточну конфігурацію.

Проте тільки розробивши метод відслідковування, аналізу та прогнозування динаміки поведінки спамерів, а також прийняття відповідних мір за результатами, можна буде суттєво скоротити кількість розсилки «електронної макулатури».

### Література

1. Всё для программиста: [Електронний ресурс] // Описание протокола SMTP. М., 2015. – Режим доступу: <http://www.codenet.ru/webmast/smtph.php/> (Дата звернення: 10.06.2015).

2. Научная библиотека: [Электронный ресурс] // Байесовский метод распознавания. М., 2015. – Режим доступа: [http://sernam.ru/book\\_kir.php?id=79](http://sernam.ru/book_kir.php?id=79) (Дата звернения: 11.06.2015).
3. Антиспам технологии: [Электронный ресурс] // Борьба со спамом техническими средствами. М., 2010-2015. – Режим доступа: [http://antispam.telecom-net.ru/index.php?subaction=showfull&id=1270972438&archive=&start\\_from=&ucat=&](http://antispam.telecom-net.ru/index.php?subaction=showfull&id=1270972438&archive=&start_from=&ucat=&) (Дата звернения: 15.06.2015).

## ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

**Ключові слова:** прогнозування, математичне моделювання, математичні моделі, родючість ґрунту.

**Keywords:** forecasting, mathematical modeling, mathematical models, soil fertility.

Як зазначено у Науковій платформі НААН «Ґрунтові ресурси » на 2016-2020 рр. – сучасна система управління земельними (ґрунтовими) ресурсами в Україні недостатньо збалансована і не забезпечує позитивного результату у сфері охорони ґрунтів, досягнення високої економічної ефективності та екологічної безпеки у землекористуванні. Третина орних ґрунтів України еродована, біля 40% переущільнена, майже 70% ріллі постійно відчуває нестачу доступної вологи, біля 20% мають неврегульовану кислотність, залишається гостродефіцитним баланс і недостатнім запас рухомих поживних елементів, низька ефективність використання меліорованих земель і в цілому незбалансована, неякісна і переважно екстенсивна культура землеробства, що сприяє зростанню площ малопродуктивних і деградованих земель [1].

Отже, важливою складовою сталого управління ґрунтовими ресурсами є удосконалення агрохімічного забезпечення землеробства для підвищення врожайності сільськогосподарських культур, шляхом підтримання прийняттого балансу NPK і гумусу. За сучасних умов господарювання, постає проблема розробки сучасних комп'ютеризованих систем управління родючістю ґрунту, що дозволить землеробству перейти на принципи керованості, використання раціональних систем удобрення та їх адаптації до змін потреб сільськогосподарських рослин в елементах живлення під впливом природно-кліматичних чинників.

Управлінські рішення завжди пов'язані з необхідністю впливу на об'єкт управління з метою досягнення бажаного стану. Одним з важливих чинників в процесі прийняття ефективних рішень займає інформаційна складова про стан об'єкта природокористування.

Наявна інформація про якісний стан ґрунтів України значною мірою вже застаріла і не може повністю задовольнити сучасні вимоги систем керованого землеробства, що призводить до прийняття рішень в умовах неповної інформації, а значить в умовах невизначеності. Це пов'язане з винятковою складністю природних систем, їх індивідуальною унікальністю та неминучістю природних ланцюгових реакцій, направленість яких часто важко передбачити. Ще однією особливістю управ-

ління родючістю ґрунтів є інерційність до зовнішнього впливу, що викликає додаткові труднощі при керуванні такими об'єктами та тривалого впливу (декілька років) управлінських дій на об'єкт, для досягнення бажаного стану.

Сучасні математичні моделі екологічних процесів можна розбити на три класи [2] – аналітичні, емпіричні та імітаційні. Аналітичні моделі будують з метою виявлення внутрішніх властивостей екосистеми і її взаємодії з навколишнім середовищем. Такі моделі здатні відтворювати явища, які спостерігаються у поведінці екосистеми, наприклад, такі як взаємодія видів, кругообіг кисню, коливийний характер змін біомаси у системі, утворення неоднорідностей у просторовій структурі та ін. Аналітичні моделі мають властивості універсальності. Якщо вона адекватно відтворює у математичній формі поведінку системи, то за допомогою такої моделі можна прогнозувати наслідки антропогенного впливу на окремі екосистеми, так і на біосферу у цілому. Створення таких моделей є досить складною і проблематичною задачею, оскільки окремі екосистеми взаємодіють між собою і, дуже часто, така взаємодія має стохастичний характер [3], що робить задачу побудови точних прогнозних моделей, у переважній більшості випадків, нездійсненною задачею. З цієї точки зору, продуктивнішим є підхід, який ґрунтується на обробці експериментальних даних. Внаслідок, отримують емпіричні моделі, які відносять до другого класу математичних моделей. Перевагою емпіричних моделей є достовірність результатів для тих умов і для того діапазону зміни факторів моделювання, при яких такі моделі отримані. Недоліком емпіричних моделей є обмежена цінність отриманих результатів. Результати такого моделювання некоректно переносити на аналогічні екосистеми або навіть використовувати для умов відмінних від тих при яких вони отримані. Третій клас моделей – імітаційні, які об'єднують у собі як аналітичні, так і емпіричні моделі, що враховують зв'язки між ними.

Вибір методології моделювання визначається поставленими завданнями. Найбільш поширеними є прості з математичної точки зору моделі, які базуються на кореляційному та регресійному аналізах. Найпростіші способи оцінки родючості ґрунту здійснюються, в основному, двома шляхами: бонітуванням ґрунтів і побудовою емпіричних регресійних рівнянь, які пов'язують урожайність з певним набором властивостей ґрунтів. Обидва вищевказаних способи зводяться, по суті, до знаходження залежності деякої “міри родючості” (в якості якої виступає звичайно урожайність тих чи інших культур) від ряду “факторів родючості”, до яких можуть бути віднесені різноманітні характеристики ґрунтового-екологічної обстановки, а також параметри агротехнології [4].

Термін “виробнича функція” використовують тоді, коли розглядають лише вплив факторів агротехнології; при розгляді інших характеристик дану залежність можна назвати “функцією урожайності”, або “функцією родючості” [5]. При оцінюванні родючості важливим є прогнозування зміни стану ґрунту під час інтенсивного землеробства. Отже, модель родючості описує зміну факторів родючості у часі (на відміну від функції родючості, яка є не чим іншим, як залежністю міри родючості від факторів при відносній їх постійності на багаторічному відтинку часу), тобто, система оцінювання і прогнозу стану земель включає в себе моделі та функції родючості, які взаємно доповнюють один одного [4].

Взагалі, створювані моделі мають надзвичайно великий спектр застосувань в залежності від мети, для якої вони призначені. Виділяють цілий ряд груп моделей родю-



**Рисунок 1** – Класифікація моделей родючості ґрунтів

чості ґрунту (рис. 1), але запропоновані класи моделей не підміняють, а доповнюють одні одних, відповідаючи при цьому різному ступеню узагальнення наукових знань [5].

Перспектива розвитку моделювання адаптивних систем землеробства значною мірою пов'язана з розробленням динамічних моделей управління продуктивними процесами в агроценозах і регулювання родючості ґрунтів. Адже для оптимального росту і розвитку рослин необхідне певне поєднання не лише властивостей ґрунту, а й конкретних режимів (вологи, елементів живлення, теплоємності та повітроємності і т.д.) та процесів, що розвиваються в часі і співпадаючих з потребою рослин у певних факторах життя в різні періоди розвитку.

Також нами аналізувались методи групового урахування аргументів, які розроблені академіком О. Г. Івахненком [7-10]. За допомогою цих методів є можливість відібрати із множини одночленів ряду деяку підмножину регресів, які є найкращими щодо певного критерію, який оцінюється на множині додаткової вибірки. При цьому не до кінця вирішена задача як відбору початкових одночленів [11], так і проблема великої розмірності задачі апроксимації.

Для відсіювання найменш інформативних змінних використовуються різні методи. Найбільш розповсюдженим є спосіб відсіювання з використанням коефіцієнтів кореляції, коли визначаються коефіцієнти кореляції вхідних змінних з виходом моделі, розміщуються змінні у порядку спадання коефіцієнтів кореляції та відбира-

ються перші  $n$  змінних [12, 13, 14]. Існує інше перспективне рішення для комбінаторного МГУА – це комбінаторний МГУА з послідовним відбором змінних (Combinatorial GMDH algorithm with successive selection of arguments). Основна ідея полягає в тому, що відбираємо найінформативніші змінні за допомогою самого ж МГУА [13, 14].

Однак з нашої точки зору даний метод є перспективним щодо прогнозування стану родючості ґрунту і потребує більш детального дослідження у розрізі пошуку та вибору початкової кількості одночленів.

### Література:

1. Наукова платформа НААН «Ґрунтові ресурси» на 2016-2020 рр. / Керівник – академік НААН, д.с.-г.н., проф., директор Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» Балюк Святослав Антонович / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://issar.com.ua/downloads/naukova\\_platforma\\_naan.pdf](http://issar.com.ua/downloads/naukova_platforma_naan.pdf), (дата звернення 20.04.2015 г).
2. Левич А.П. Математические аспекты вариационного моделирования в экологии сообществ / А.П. Левич, В.Л. Алексеев, В.А. Никулин // Математическое моделирование. – 1994. – № 5. – С. 55 – 76.
3. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 257 с.
4. Бондаренко Н.Ф., Железный Б.В. Математическое моделирование плодородия почв / Н.Ф. Бондаренко, Б.В. Железный // Вестник с.-х. науки, – 1986, №7, с.47-52
5. Фрид А.С. Система моделей плодородия почв / А.С. Фрид // Плодородие почв: проблемы, исследования, модели: Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1985. С.37–43.
6. Хеди Э., Диллон Д. Производственные функции в сел. хоз-ве / Э. Хеди, Д. Диллон – М.: Прогресс, 1965. – 600 с.
7. Ивахненко А.Г. Помехоустойчивость моделирования / А.Г. Ивахненко, В.С. Степашко – К.: Наук. думка, 1985. – 216 с.
8. Ивахненко А.Г. Самоорганизация прогнозирующих моделей / А.Г. Ивахненко, Й.А. Мюллер – К.: Техніка, 1984. – 223 с.
9. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / А.Г. Ивахненко – К.: Наук. думка, 1981. – 296с.
10. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами / А.Г. Ивахненко – К.: Техніка, 1975. – 312 с.
11. Крисилов В.А. Аппроксимация сложных зависимостей структурно-гибкими полиномиальными и гармоническими рядами [Елетронний ресурс] / В. А. Крисилов, С. М. Побережник // УсиМ. – 2003. – № 2. – С. 80–86. – Режим доступу: <http://www.gmdh.net/articles/usim/Krisilov.pdf> (дата звернення 20.06.2015 г)
12. Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем – К.: Видавничий дім «Слово», 2004. – 352 с.
13. Samoilenko O.A., Stepashko V.S. Combinatorial GMDH algorithm with successive selection of arguments. IWIM, Prague, 2007
14. Ivakhnenko A.G., Ivakhnenko G.A., Savchenko E.A., and Wunsch D. Problems of Further Development of GMDH Algorithms: Part 2 // Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 12, № 1, 2002, p.6-18.

**Михеев В.В.**

кандидат технических наук,  
Всероссийский НИИ  
механизации сельского хозяйства (ВИМ),  
г. Москва

**Кузьмина Г.С.**

научный сотрудник,  
Всероссийский НИИ  
механизации сельского хозяйства (ВИМ),  
г. Москва

## **ЕСТЬ ЛИ ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ В РОССИИ В ДВС БИОТОПЛИВА?**

*Статья посвящена одному из важных вопросов современности – получению топлива из возобновляемых источников энергии. Одним из таких источников является топинамбур, который имеет ряд преимуществ перед другими культурами (кукуруза, пшеница, сахарная свекла и др.).*

**Ключевые слова:** биоэтанол, топинамбур, технология, энергетика, экология, моторное топливо, сырье.

На протяжении последних полутора веков человечество сделало стремительный технологический рывок благодаря тому, что сумело открыть «кладовые» природы, которые создавались миллионы лет, и направить эти ресурсы, в том числе энергетические, на обеспечение своих потребностей. Человечество включено в раскрутку технического прогресс до такой степени, что потеряло инстинкт самосохранения.

Ограниченность ресурсов планеты (в первую очередь энергоресурсов) вступает в противоречие со сверхпотреблением, характерным для индустриально развитых стран. Сверхпотребление является главной причиной обострения глобальных экологических проблем. Снижение энергетического сверхпотребления до рационального уровня должно стать самым важным условием мирового развития. В конце XX века объем промышленного производства и энергопотребления вырос примерно в 50 раз в сравнении с началом века, и, по оценкам экспертов Всемирного банка, к 2030 году он может увеличиться еще в 3,5 раза. Одновременно постоянно увеличивается численность населения, которая достигнет к середине XXI века примерно 10 млрд. человек. Если современные тенденции роста производства (энергопотребления) и численности населения сохранятся, то вскоре продуктивная способность планеты окажется исчерпанной.

При всех огромных разведанных запасах нефти и газа – основы получения моторных топлив – постоянно увеличивающееся их потребление ставит в повестку дня важный вопрос об естественных ресурсах ископаемого углеводородного сырья и о возможности дальнейшего энергообеспечения при постоянно возрастающем энергопотреблении. При этом необходимо осознавать, что районы перспективной нефти – и газодобычи постоянно удаляются от мест их переработки, процесс добычи



все более и более усложняется (вечная мерзлота, морской шельф, арктические льды и т.д.) и, как следствие, цена на моторное топливо постоянно возрастает. За последние 15 лет стоимость жидких энергоносителей выросла в 3-4 раза, а их удельный вес в себестоимости получаемой продукции вырос в 3-4 раза. Очевидно, что эта тенденция сохранится, что означает постоянный рост энергетической составляющей во всех видах продукции.

Впервые проблема ограниченности природных ресурсов рассматривалась на Всемирном саммите 1992 года в Рио-де-Жанейро (Бразилия), где был провозглашен принцип «sustainable development» (устойчивое развитие). Концепция устойчивого развития исходит из того, что человек является составляющей биосферы и на него распространяются ее законы, которые человек обязан учитывать в своей практической деятельности. Отступление от них может сопровождаться последствиями катастрофического характера.

В настоящее время отмечаются качественные усложнения экологических противоречий и их распространение на большое пространство.

К качественной стороне противоречий относятся:

- высокий и даже критический уровень загрязнений окружающей среды обитания и жизнедеятельности людей (особенно в мегаполисах);
- нерациональное потребление природных ресурсов, используемых в мировом производстве.

Качественное усложнение и пространственное распространение экологических противоречий привели к тому, что они приобрели глобальный характер и поставили перед человечеством глобальные проблемы, главнейшими из которых являются:

- усиление парникового эффекта;
- разрушение озонового слоя атмосферы Земли;
- подъем уровня мирового океана;
- кислотные осадки;
- радиоактивное загрязнение;
- накопление отходов антропогенной деятельности;
- сокращение биологического разнообразия на планете.

Обсуждаемая нами тема непосредственно связана с первой приведенной проблемой – парниковым эффектом. По оценке, подавляющего большинства ученых общее потепление является следствием парникового эффекта, хотя есть и мнения, что потепление на планете не связано с жизнедеятельностью человека.

Основная гипотеза накопления  $\text{CO}_2$  в атмосфере связана со сжиганием органического топлива. И здесь необходимо указать на подавляющую роль в общем объеме потребления углеводородных ископаемых топлив транспортными средствами с приводом от ДВС, а, следовательно, в валовом выбросе  $\text{CO}_2$ .

В таблице 1 приводятся данные по Российской Федерации по распределению жидкого моторного топлива по видам транспорта и вредных выбросов ими.

Международная экологическая конференция (декабрь 1997 г.) в Японии (Киото) акцентировала внимание на глобальном потеплении на планете. Если сохранится существующая динамика этого процесса, то к 2030 году средняя температура на Земле возрастет на  $2,7^\circ\text{C}$ . А это будет равнозначно экологической катастрофе. По этой причине государства – участники приняли документы, известные под названи-

Таблица 1

Распределение потребления жидкого моторного топлива и вредных выбросов по видам транспорта в Российской Федерации

вид транспорта	общая мощность	потребляемое топливо		выбросы в атмосферу	
	%	%	млн. тонн	%	млн. тонн
Автомобильный	50	56,5	65,0	71,3	21,7
Железнодорожный	16	11,0	12,6	6,3	1,9
Водный	8	5,9	6,8	2,6	0,8
Строительно-дорожная техника	4	1,9	2,2	1,3	0,4
Сельскохозяйственная и лесопромышленная техника	20	23,5	27,0	17,8	5,4
Авиационный	2	1,2	1,4	0,7	0,2
всего	100	100	115,0	100	30,4

ем Киотского протокола, обязывающего до 2012 года сократить выбросы парниковых газов на 5-12%.

Возникшие, как результат технического прогресса, глобальные экологические проблемы носят интернациональный характер, не вписываются в рамки государственных границ. Ни одно отдельно взятое государство не в состоянии разрешить сложившиеся экологические проблемы. Осознавая это обстоятельство, мировое сообщество объединяет усилия в области охраны окружающей среды. Международное сотрудничество в экологической области подразумевает, прежде всего, добровольное делегирование части своих прав в решении экологических вопросов международным организациям, в заключение договоров и международных соглашений.

Невозможность дальнейшего длительного существования сложившейся ситуации (лимит углеводородного сырья плюс надвигающаяся экологическая катастрофа, связанная с потеплением климата на планете) заставляет человечество искать пути выхода из кризисной ситуации. И если рост электропотребления мы вполне в состоянии удовлетворить увеличением генерирующих мощностей, прежде всего АЭС и ГЭС, то складывающийся дефицит моторных топлив мы можем преодолеть за счет ускоренного развития биоэнергетики.

Сегодня нефтеперерабатывающая промышленность относится к числу стратегически важных отраслей хозяйства многих стран мира. В последнее десятилетие в мировой нефтеперерабатывающей промышленности происходили заметные технологические и структурные сдвиги. Технологические сдвиги в нефтепереработке во многом были обусловлены быстрым ростом мощностей в Азиатско-Тихоокеанском регионе, а также возросшими требованиями к качеству моторных топлив в странах с развитой нефтеперерабатывающей промышленностью. Экологические требования к моторному топливу в последнее десятилетие ужесточились практически во всех нефтяных странах мира. С сожалением надо отметить, что нашей страны это не коснулось. Среди возможных альтернатив создания экологически безопасного топлива рассматривались следующие:

- реформулированные бензины (США), т.е. бензины с измененными составом и характеристиками, обеспечивающими экологическую безопасность;

- неэтилированные высокооктановые бензины;
- альтернативные виды топлив, в частности бензины с этанолом, окисигенированные бензины (бензины с эфирами МТВЕ, ЕТВЕ, ТАМЕ) и др.

Бензин – один из наиболее квалифицированных и дорогих энергоносителей. Для его получения используют сложный комплекс технологических процессов первичной и вторичной переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах, а также различные присадки и добавки, обеспечивающие соответствие современным требованиям к составу и качеству этого вида моторного топлива. Рекомендуется для улучшения ряда эксплуатационных свойств, в том числе экологических, вводить в бензины кислородсодержащие эфиры и этанол. Наиболее распространенными и широко применяемыми являются: метил-трет-бутиловый эфир (МТВЕ), этил-трет-бутиловый эфир (ЕТВЕ), этанол, а также метил-трет-амиловый эфир (ТАМЕ). США являются наибольшим потребителем бензина в мире, потребляя ежегодно около 40% от объема мирового потребления. Страны Азии и Океании – потребляют около 24% мирового потребления бензина, чуть меньше половины этого потребления приходится на Китай и Японию. На Западную и Восточную Европу, включая страны СНГ, – приходится около 17% мирового потребления бензина. Наибольшая динамика увеличения потребления бензина на протяжении последних лет у Китая.

Топливный этанол (Fuels Ethanol) – наиболее емкий продукт, который добавляется к бензину, составлял в 2014 году – 8,0% от мирового потребления бензина. Согласно информации WorldBioPlants.com сегодня в мире насчитывается около 600 заводов по производству этанола, общей производительностью порядка 95 млн. тонн. Основное сырье, для производства этанола – сахарный тростник, кукуруза, сахарная свекла, пшеница и др. [1, 2].

Для биоэтанола и смесевых бензинов на его основе используются буквенно-цифровые обозначения: E5, E10, E85. E – от английского ethanol, а цифры – это процентное (в объемных долях) содержание биоэтанола в топливе. Наиболее распространены смеси E5, E10 и E85, в Бразилии пользуется спросом и чистый биоэтанол – E100.

Сегодня в мире проблема биотоплива вообще и биоэтанола в частности, лежит в русле главной стратегии развитых стран – сохранение экологии и борьбы с глобальным потеплением планеты, что в значительной степени базируется на отказе от нефти и газа и переходе на новые возобновляемые виды топлива, в том числе и моторное.

Однако последнее время значительно возросла критика по вопросу использования сельскохозяйственного сырья, применяемого в пищу человека, на переработку в биотопливо. В то же время оппоненты забывают, что суб-продукты, получаемые в результате переработки сельхозкультур, затем идут на корм животным, что работает, в конечном счете, на производство продуктов питания [3, 4, 5].

В Российской Федерации, при отсутствии у властных структур желания заниматься серьезно вопросами возобновляемых источников энергии, куда относится ветровая и солнечная энергия, энергия малых рек, геотермальная энергия, получение жидкого моторного топлива для дизельных ДВС и ДВС с принудительным зажиганием, из растительного сырья, древесины, бытовых отходов и отходов сельскохозяйственного производства, много лет занимаются только разговорами по данной про-

блеме. Главный аргумент противников – “в нашей стране достаточно нефти и газа”.

Надо отдать должное специалистам, которые все же сумели выпустить стандарт Российской Федерации «Топливо моторное этанольное для автомобильных двигателей с принудительным зажиганием, Бензолы» (ГОСТ Р 52201-2004), по которому допускается добавка технического спирта в бензины. Но:

- ГОСТ РФ ни к чему не обязывает (хочу, применяю, хочу, нет).
- Любая продукция, содержащая более 1,5% спирта, является подакцизной.

В Госдуме 10 лет не могут принять соответствующий закон, чтобы дать возможность развиваться данной отрасли, чтобы дать аграрному сектору возможность быть менее зависимыми от нефтяников.

В Распоряжении Европейского парламента и Совета Европейского союза от 8 мая 2003 года № 30 «О мерах по стимулированию использования биологического топлива и других видов возобновляемого топлива в транспортном секторе» где в экологическом документе «О мерах по обеспечению бесперебойности энергоснабжения стран Европы» Комиссия ЕС ставит целью заменить 20% обычного топлива альтернативными видами топлива в транспортном секторе к 2020 году». Так называемый план “20-20-20” предусматривает также постепенный переход странами ЕС с 2013 года на систему продажи квот на выбросы CO<sub>2</sub>.

Анализируя возможности топинамбура необходимо отметить, что он превосходит другие культуры по целому ряду показателей:

- Ареал его высокопродуктивного возделывания (от субтропиков до североаэжной зоны) более широк, чем у других культур, и весьма соответствует географическому положению нашей страны.

- Высокая морозостойкость (клубни могут перезимовать в почве при температуре до минус 40°C) позволяет сохранять значительную (до 70%) всхожесть без потери товарных качеств до весны и тем самым существенно расширить период загрузки перерабатывающих заводов, доведя его практически до круглогодичного.

- Высокие показатели урожайности (до 2000 ц/га зеленой массы, 1500 ц/га клубней) и содержания углеводов. По выходу углеводов он в два раза превосходит сахарную свеклу. Причем, из топинамбура получается наиболее ценный вид углеводов – фруктоза, в 1,5-2,0 раза более сладкая, чем получаемый из сахарной свеклы сахар, для усвоения которой организмом человека не требуется инсулин, поэтому этот продукт необходим для больных сахарным диабетом.

- Существенно меньше затраты на выращивание культуры. В отличие от сахарной свеклы он не требует ежегодной посадки, весьма трудоемкой операции – прореживания, многократной междурядной механической и химической обработок (уход за растениями топинамбура ограничивается довсходовым боронованием и двумя междурядными обработками) [11].

Производство спирта из топинамбура является наиболее изученным процессом его глубокой переработки. Первые производственные опыты по выработке спирта из клубней топинамбура в России относятся к началу 30-х годов.

Широкий интерес к производству спирта из топинамбура объясняется тем, что его клубни являются хорошим источником сбраживаемых сахаров. Эффективность превращения углеводов в сахара находится на высоком уровне – в пределах от 80 до 95% [6].

Для получения спирта используют и клубни, и стебли растения, а при потенциально высокой урожайности культуры, ей не может составить конкуренцию по выходу продукта с площади посадок ни одно другое растение.

Развитие биоэнергетики, а конкретнее ее составляющей по получению жидких моторных топлив, возможно только в рамках АПК. Это обусловлено большими объемами необходимого сырья для переработки в жидкое биотопливо, что в свою очередь требует больших площадей посевов и посадок высокоэнергетических культур.

Для быстрого продвижения вопроса по получению биоэтанола, как добавки к бензинам для ДВС необходимо уделить большое внимание разработкам новых технологий для возделывания и уборки топинамбура, выведению новых сортов, наиболее полно отвечающих машинным технологиям и вопросам переработки не только на спирт, но и на продукты питания для человека и высококачественного кормопродукта для различных сельскохозяйственных животных [7, 8, 9, 10].

Возможный потенциал АПК страны в вопросе развития биоэнергетики на основе высокоэнергетических культур в разы превышает возможности стран ЕС.

Отличительной особенностью России от стран Евросоюза является то, что они подошли к пределу дальнейшего увеличения посевных площадей под высокоэнергетическими культурами. Это связано с севооборотами. В нашей же стране за время проведения реформ из оборота выбыло около 40 млн. гектаров сельскохозяйственных угодий, которые в настоящее время зарастают кустарником. Только с этой площади, при условии введения ее в сельскохозяйственное производство, можно было бы получать как минимум 30 млн. тонн жидкого моторного биотоплива, не говоря о том, сколько бы появилось дополнительных рабочих мест на селе и какой толчок это могло бы дать развитию животноводства.

Чтобы реализовать огромный потенциал нашей страны в вопросе биоэнергетики надо совсем мало – нужна политическая воля руководства России. Но уже сейчас совершенно ясно, что серьезно работать в направлении возобновляемых источников энергии нам придется все равно, вопрос только в том, на сколько мы отстанем от развитых (да и не совсем развитых) стран.

### Литература

1. Рейнгарт Э.С., Кочнев Н.К., Пономарев А.Г., Звягинцев П.С. Перспективы использования топинамбура для производства биоэтанола // Достижения науки и техники АПК., 2008. – , №1. С. 38-40.
2. Пономарев А.Г. Топливный этанол: использовать шанс для России: Материалы науч.-техн. конф., 5-6 октября 2010 г. Москва, 2010, – 452 с
3. Рейнгарт Э., Кочнев Н., Пономарев А. Топинамбур: выращивание – уборка – получение биоэтанола // Сельский механизатор., 2008. – , № 11. С. 45-47.
4. Рейнгарт Э., Кочнев Н., Пономарев А. Топинамбур: выращивание – уборка – получение биоэтанола // Сельский механизатор., 2008. – , № 12. С. 38-39.
5. Рейнгарт Э., Кочнев Н., Пономарев А. Топинамбур: выращивание – уборка – получение биоэтанола // Сельский механизатор., 2009. – , № 1. С. 28-29.
6. Шибряева Л.С., Эмануэля Н.М., Левина Н.С., Кондратова Т.А., Подзорова М.В., Бидей И.А. Влияние сортовых различий топинамбура на физико-химические свойства клубней: Материалы науч.-техн. конф., 17-18 сентября 2014 г. Москва, 2014, – 504 с

7. Кузьмина Г.С., Пономарев А.Г. Новая культура для аграрного сектора России требует разработки новых технологий: Материалы науч.-техн. конф., 17-18 сентября 2014 г. Москва, 2014, – 504 с
8. Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Конструктивные схемы картофелеуборочных комбайнов в аграрном секторе России // Сельскохозяйственные машины и технологии., 2013. –, № 6. С. 22-25.
9. Пономарев А.Г., Кабаков Н.С., Джавадов Р.Д. Можно рассчитывать на успех при разных технологиях // Картофель и овощи., 2001. –, № 5. С. 27.
10. Рейнгарт Э.С., Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения // Тракторы и сельхозмашины., 2006. –, № 10. С. 3-5.
11. Дорожкина Л.А., Пузырьков П.Е., Зейрук В.Н., Абашкин О.В. Применение регуляторов роста позволяет снизить пестицидную нагрузку // Картофель и овощи., 2006. –, № 3. С. 30.

**Пешук Л. В.**  
 доктор сільськогосподарських наук, професор,  
**Галенко О. О.**  
 аспірант,  
 (Національний університет харчових технологій,  
 м.Київ)

## РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ М'ЯСНИХ ГЕРОДІЄТИЧНИХ ПРОДУКТІВ

Завдання, яке можна вирішити найближчим часом, це досягнення людиною меж її біологічного віку, тобто 90-100 років. Більшість людей не досягають верхньої межі і одна з головних причин цього – передчасне старіння, що обумовлюється порушенням оптимального способу життя і значною мірою особливостями харчування.

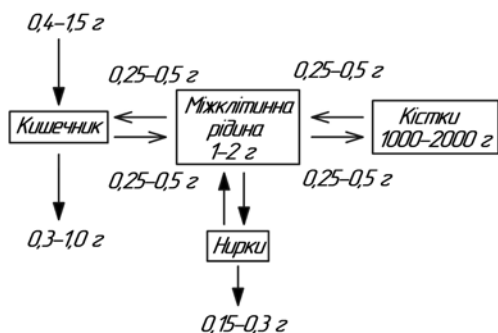
Одним із пріоритетних напрямів концепції Загальнодержавної програми «Здоров'я 2020: український вимір» (на період 2012-2020 років) в області здорового харчування України є ліквідація дефіциту харчових речовин, серед яких важливе місце належить мікронутрієнтам – вітамінам та мінеральним речовинам.

Результати регулярних масових обстежень щоденних раціонів різних груп населення, проведених медичними організаціями в Україні, свідчать про вкрай недостатнє споживання вітамінів та мінеральних речовин, зокрема Ca, Fe, J, F, Se і Zn, у більшій частини населення України [1, 221-228].

Забезпечення адекватного надходження кальцію з їжею в щоденному раціоні, тобто профілактика кальційдефіциту, є найбільш рентабельним методом боротьби з остеопорозом, який за даними ВООЗ займає четверте місце серед хвороб після серцево-судинних, онкологічних патологій та сахарного діабету.

Добова потреба кальцію для дорослої людини складає 1000-1500 мг у засвоюваній формі, який надходить з їжею. Повільні зміни вмісту кальцію в скелеті можна зафіксувати з його високими щоденними потоками в кісткову тканину і з неї – по 250-500 мг кожен [рис.1]. Вміст кальцію в скелеті починає зростати протягом третього триместру внутрішньоутробного розвитку, швидко наростає в дитячому і юнацькому віці, досягаючи максимуму до 25 років, потім поступово починає знижуватися на 1-2% в рік, зменшуючись до похилого віку на 40% [2, 106-108].

На засвоюваність кальцію впливає білок раціону: так, при раціональному високобілковому раціоні 15% Ca всмоктується, а при низькобілковому – всього 5%. Тому актуальним є розроблення технології харчових продуктів саме на м'ясній основі із збалансованим мікронутрієнтним складом. Серед м'ясних продуктів найбільш доступною



**Рис.1** Щоденні потоки кальцію в організмі [Лашутін С.В., 2005]

**Таблиця 1**

Розміри частинок порошку із ракушок рапана під мікроскопом (збільшення об'єктиву 10)

№	I	II	II-I	T, мм	T, сер.
1	0,079	0,09	0,011	0,0011	0,0025
2	0,058	0,16	0,009	0,0009	
3	1,65	1,7	0,05	0,005	
4	2,06	2,1	0,04	0,004	
5	3,43	3,45	0,002	0,002	
6	3,96	3,99	0,003	0,003	
7	2,46	2,49	0,003	0,003	
8	6,71	6,74	0,03	0,003	
9	5,49	5,54	0,05	0,005	
10	4,38	4,39	0,01	0,001	
11	2,83	2,85	0,02	0,002	
12	4,01	4,02	0,01	0,001	

\*II-I – різниця показників шкали; T, сер.–середній розмір частинок, мм.

для широких верст населення, в тому числі найбільш незахищених, є група варених ковбас (сегмент якої складає близько 50%), тому в основу розробки було покладено збагачення саме вареної ковбаси.

З метою нормалізації мінерального складу вареної ковбаси по вмісту кальцію нами було обрано в якості кальційвмістної добавки – порошок із ракувин рапана. Оскільки обрана сировина малодосліджена, то в першу чергу необхідно було виміряти форму та розмір частинок порошку із ракушок рапана. Дослідження проводили на мікрометрі окулярному гвинтовому МОГ – 1 – 16<sup>X</sup>. Розмір частинок розраховували за формулою 1.

$$T = \frac{P-I}{\beta} \quad \text{формула 1}$$

де T – розмір частинок, мм; P – I – різниця двох звітів по шкалам окулярного мікроскопу, мм;  $\beta$  – лінійне збільшення об'єктиву.

Із результатів дослідження (табл.1) видно, що середній розмір частинок порошку з ракувин рапана складає 2 мкм, структура його мілкокристалічна.

У подальших дослідженнях заплановано визначення радіологічної, токсикологічної та мікробіологічної безпечності сировини, розробка рецептур варених ковбас збагачених нею та проведення комплексного визначення засвоюваності живим організмом білку [in vitro] та кальцію [in vivo] розроблених ковбас, а також вміст кісткового залишку в них.

### Список використаної літератури

1. Поворознюк В.В. Сучасні принципи діагностики, профілактики та лікування захворювань кістково-м'язової системи в людей різного віку / Збірник наукових праць. Випуск 1. – К.:ВПЦ «Експрес», 2008. – 276с.
2. Търсин Ю.А., Кролевец А.А., Чижик А.С. Микро и макроэлементы в питании / М.: Дели плюс. – 2012 г. – 224 с.



Усатюк Е. М.

аспирант

Чепель Н. В.

к.т.н.,

Фролова Н. Э.,

к.т.н., доцент

Национальный университет пищевых технологий

г. Киев, Украина

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТМИННОГО ЭФИРНОГО МАСЛА В ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ АРОМАТИЗАТОРОВ

В пищевых продуктах ароматизаторы используют в минимальных количествах, но именно аромат часто определяет выбор потребителя. Ароматизаторы приносят новизну в традиционные технологии и вызывают интерес у покупателей за счет комбинирования различных ароматов. Продукты с высокой пищевой ценностью, но не ярко выраженными органолептическими свойствами, с использованием ароматизаторов могут стать привлекательными для потребителя. Для изготовителя ароматизаторы открывают возможности расширения ассортимента продукции [1].

В пищевой промышленности для ароматизации продукции из натуральных ароматизаторов используют эфирные масла, отдельные фракции эфирных масел и их композиции [2]. Усовершенствование технологии композиционных ароматизаторов из отдельных фракций и индивидуальных ароматических компонентов эфирных масел актуально для расширения ассортимента натуральных ароматизаторов.

Целью научных исследований было получение из эфирных масел фракций и отдельных ароматических компонентов для разработки композиционных натуральных пищевых ароматизаторов. Объектом исследования – процесс разделения эфирного масла на фракции и выделение из них индивидуальных ароматических компонентов. Предметом исследования – тминное эфирное масло, фракции и индивидуальные компоненты.

Для реализации поставленной цели были определены параметры фракционирования тминного эфирного масла на экспериментальной установке вакуумной ректификации, представленные в табл. 1. Анализ состава полученных фракций осу-

**Таблица 1**

Параметры фракционирования тминного эфирного масла

Этап	Температура, °С		Давление, кПа	Флегмовое число	Содержание, %
	куба	пара			
Прогревание колонки	50..65	14..15	2,64	∞	-
Фракция 1	115..121	62..69	0,92	5:1	5,77
Фракция 2	161..168	82..87	0,92	5:1	36,44
Фракция 3	172..177	91..95	0,92	7:1	7,03
Фракция 4	-	-	0,92	-	47,26
Потери	-	-	-	-	3,50

Таблица 2

Фракционный состав тминного эфирного масла

Фракция	Компонент	Содержание, %	Аромат
1	2	3	4
Первая	$\alpha$ -туйон	5,32	Травянистый с лимонными тонами
	сабинен	10,53	
	p-цимен	53,72	
	лимонен	13,4	
Вторая	лимонен	82,88	Лимонный с цветочными тонами
	линалоол	3,81	
	цитраль	5,85	
	цис-лимоненноксид	7,46	
Третья	транс-лимоненноксид	9,68	Тминный с цветочными тонами
	$\alpha$ -терпинеол	70,16	
	дигидрокарвон	11,48	
	цис-карвеол	8,68	
Четвертая	карвон	88,68	Насыщенный тминный
	кариофиллен	11,32	

щественли методом газожидкостной хроматографии на неподвижной фазе динонил-фталат, селективной к компонентам эфирных масел. Качественный состав установлен за относительным временем удерживания компонентов, количественный – методом внутренней нормализации.

Результаты исследований компонентного состава эфирного масла тмина представлены в табл. 2. Установлено, что в первой фракции наибольшее содержание p-цимена, во второй – лимонена, в третьей –  $\alpha$ -терпинеола, в четвертой – карвона.

Следующим этапом исследования было выделение из полученных узких фракций тминного масла отдельных компонентов высокой степени чистоты. Основные трудности связаны с выделением ароматических компонентов, которые находятся в следовых количествах. Наиболее перспективным способом является препаративная хроматография.

Разработка способа разделения фракций эфирных масел на компоненты препаративной хроматографией состояла из следующих этапов: изготовление высокоэффективной препаративной колонки с научным обоснованием выбора твердого носителя (хромосорб А), неподвижной фазы (ПЭГ 6000), способа ее нанесения («испарение в чашке») и экспериментальным определением условий разделения, которые представлены в табл. 3.

Оптимальное количество пробы для эффективного разделения эфирного масла тмина составляет 0,6...0,8 мл.

Разработанным способом были выделены компоненты высокой чистоты (более 98 %): p-цимен, лимонен,  $\alpha$ -терпинеол, карвон. Другие компоненты, которые содержатся в следовых количествах, были получены в концентрированной виде:  $\alpha$ -туйон, сабинен, линалоол, цитраль, цис-лимоненноксид, транс-лимоненноксид, цис-карвеол, дигидрокарвон.

Таблица 3

Условия препаративного выделения индивидуальных компонентов тминного эфирного масла

Показатель		Значение
Скорость газа-носителя, см <sup>3</sup> /мин		85...90
Температура, °C	испарителя	180...250
	термостата колонки	120...200
	сборника фракций	180...250
	сосуду Дьюара	-20...-15
	детектора	220...250

Полученные фракции и компоненты эфирного масла тмина будут использованы для составления композиций натуральных ароматизаторов, которые предлагаются для пищевой промышленности.

### Литература

1. Смирнов Е. В. Пищевые ароматизаторы: справочник / Е.В. Смирнов. – СПб.: Издат-во «Профессия», 2008. – 736 с.
2. Украинец А. И. Переработка эфирных масел для получения натуральных пищевых ароматизаторов / А. И. Украинец, Н. Э. Фролова // Наука и инновации. – 2010. – Т. 6. – № 2. – С. 36–40.

Dyatlov V.V.

doctor of of technical sciences, professor

Aksonova N.O.

post-graduate student

Donetsk National University of Economics and Traders,

Donetsk, Ukraine

### SAFETY OF MUSHROOMS ON CHOLESTEROL

Consumption of organic food that contains a lot of protein is an urgent problem that can be solved by cultivated mushrooms. In Ukraine fungi consume is in 4.5 times less than in European countries. One of the constraining factors, except production, is the establishing of parameters of safety, since fungi during storage can accumulate substances that affect health, such as cholesterol, which causes atherosclerosis [1, p. 185; 2, p. 45], and the products of its metabolism have carcinogenic activity [3, p. 67].

Earlier conducted research on the content of nitrates and nitrosamines mushrooms, which cause the formation of tumors, as well as toxic substances that lead to poisoning. Established their content in mushrooms during storage.

#### Table

Cholesterol level change in mushrooms with brown and white strains during storage, mg/100 g dry weight

Shelf life, days	Storage temperature, oC			
	2±2		20±2	
	M±m <sup>1</sup>	% from the previous	M±m	% from the previous
Mushrooms brown strain				
In the beginning	74,7±3,11	-	74,7±3,11	-
1	69,8±2,91	-6,6	124,0±5,17	+66,0
2	65,6±2,73	-6,0	145,1±6,04	+17,0
3	78,1±3,25	+19,1	183,2±7,63	+26,2
4	90,5±4,21	+15,8	-	-
5	99,1±4,93	+9,5	-	-
6	116,9±5,78	+11,9	-	-
Mushrooms white strain				
In the beginning	173,2±7,22	-	173,2±7,22	-
1	145,1±6,04	-16,2	292,7±12,20	+69,0
2	118,2±4,93	-18,5	355,0±14,79	+21,3
3	89,1±3,71	-24,6	433,5±18,06	+22,1
4	89,8±3,74	+0,8	-	-
5	113,1±4,71	+25,9	-	-
6	125,1±5,21	+10,6	-	-

Note: M – the average rate for the five repetitions; m – mean error of average.

Cholesterol investigated in cultivated mushrooms with a closed cap with diameter 40 mm brown and white strains (company «Sylvan») during storage temperature  $2\pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ , the indicator set on biochemical analyzer Vitalab Flexor enzymatically using appropriate Reagents and conditions (wavelength – 546 nm, the optical path – 1 cm) [4, p. 25].

According to the research, the mushrooms with brown strain contain cholesterol less than white, as at the beginning and during the period of storage (table), due to the biological properties of strains.

During the storing mushrooms with white and brown strains revealed their hats (respectively, decreasing commodity grade), due this respiration rate is increasing, spore-forming plate becoming dark: with pale pink turn pink, then light beige, brown and dark brown.

During the storing cholesterol level of mushrooms varies: in the first period it decreases (with brown strains- for 2 days, with white – 3-4 days) and then it is rising that is clearly seen at low temperature storage. High activates biochemical processes, and therefore an increase of cholesterol level content in mushrooms from the beginning of storage. Also was noted that cholesterol level of white button mushrooms at the end of storage (cap disclosed plate brown) is higher than of brown and low temperature slows the process and value of the index is lower than at the beginning. Increased cholesterol level in mushrooms, as shown by previous studies may indicate a violation of the structural stability of globulins, and thus the aging of fungi in the development and storage.

The low positive temperature is not conducive to a positive and accumulation of nitrates, nitrosamines and toxic substances. It is shown that the juice of fresh mushrooms destroy nitrosamines.

Thus, cholesterol aging mushrooms increases, the number of brown mushrooms strains lower than in white, for slowing the increase cholesterol level mushrooms should be stored at low positive temperatures.

### References

1. Дятлов В. В. Экологически чистые растительные продукты в питании населения / В. В. Дятлов, И. И. Медведкова, Н. А. Попова // Управление торговлей – теория, практика, инновации: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию Российского университета кооперации (Москва, 27-28 марта 2008 г.). – М.: РосУК, 2008. – С. 185-187.
2. Петровский А. С. Гигиена питания / А. С. Петровский. – М.: Медицина, 1975 – 400 с.
3. Нейман И. М. Канцерогены и пищевые продукты / И. М. Нейман – М.: Медицина, 1972 – 151 с.
4. Fermor T. Arbaeitsmed. Sozialmed. Chol. Praventiv / T. Fermor, G. Schettler, E. Nussel // Med. – 1975. – № 10. – S. 25.

Сатаев М.С.

Профессор, доктор технических наук,  
Южно-Казахстанский государственный  
университет имени М. Ауезова

Ауешов А.П.

Профессор, доктор технических наук,  
Южно-Казахстанский государственный  
университет имени М. Ауезова

## МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ АЛКИЛФОСФАТОВ ПРИ АНОДНОМ РАСТВОРЕНИИ ФОСФИДОВ В СПИРТОВЫХ СРЕДАХ

*Показано, что при анодном растворении фосфидов железа и меди в спиртовых растворах хлористого водорода продуктами электролиза являются хлориды фосфора и соответствующего металла. Хлориды фосфора при взаимодействии со спиртом образуют триалкилфосфаты. Комплексообразование между этими продуктами затрудняет выделение триалкилфосфатов при вакуумной разгонке электролита.*

**Ключевые слова:** фосфид меди, фосфид железа, электросинтез, триалкилфосфат, комплексообразование.

**Key words:** copper phosphide, iron phosphide, electrosyntheses, trialkylphosphate, complexing.

Анодное растворение сплавов проводили в стеклянном электролизере (емкостью 300 см<sup>3</sup>), снабженном водяной рубашкой и обратным холодильником. В качестве электролита использовались растворы хлористого водорода в метиловом и этиловом спиртах.

Анодом служили фосфид железа с содержанием фосфора 22 масс.%, и медь-фосфорный сплав с содержанием фосфора 10 масс.%, катодом медные пластины. Оба сплава относятся к металлоподобным соединениям (Fe<sub>2</sub>P и Cu<sub>3</sub>P) и хорошо проводят электрический ток. Расчитанные исходя из изменения валентностей элементов электрохимический эквивалент для фосфида железа составлял 0,48 г/(А·час) для фосфида меди 1,23 г/(А·час).

Оба сплава хорошо растворяются в кислых спиртовых средах. При растворении фосфида железа в спиртовых растворах хлористого водорода железо и фосфор образуют растворимые в данной среде продукты. К концу электролиза раствор электролита представляет собой темно-коричневую, густую жидкость. В случае же медь-фосфорных сплавов фосфор также переходит в раствор, а медь восстанавливается на катоде в виде порошка и лишь частично остается в растворе. Выделение, образовавшихся в процессе электролиза, фосфорсодержащих продуктов осуществляли вакуумной разгонкой электролита.

Результаты анализа продуктов электролиза приведены в таблице 1.

ИК-спектры показали наличие связей P-O-C (1000-1100 см<sup>-1</sup>), P=O (1274 см<sup>-1</sup>) и P-O (730 см<sup>-1</sup>). Следовательно, полученными продуктами являются триалкилфосфаты (ТАФ).

**Таблица 1.**

Данные анализа целевых продуктов анодного растворения

Исследуемые параметры	Исходный спирт	
	метилловый	этиловый
Содержание фосфора, %	22,1	16,99
Ткип, С	83-84	98-100
$P_4^{20}$ , г/см <sup>3</sup>	1,218	1,0698
$n^{20}$	1,3967	1,4070

**Таблица 2.**

Основные результаты экспериментов синтеза триалкилфосфатов

Сплав	Вид спирта	Q, А.ч	$B_T^a$ , %	$G_k$ , г	$B_T^k$ , %	$\Delta G_p$ , г	$G_{таф}$ , г	$B_{в'}$ , %
Fe-P	Метанол	220	80,4	-	-	18,4	8,64	10,4
Fe-P	Этанол	220	85,1	-	-	19,4	4,61	4,1
Cu-P	Метанол	45	76,7	37,6	98,5	4,25	13,61	71,8
Cu-P	Этанол	48	77,7	40,7	98,5	4,58	19,38	72,2

Кроме того в процессе электролиза при прохождении определенного количества электричества (Q), определялись выход по току анодного растворения фосфи-дов ( $B_T^a$ ), масса ( $G_k$ ) и выход по току ( $B_T^k$ ) катодного осадка меди, количество фосфора перешедшего в электролит ( $\Delta G_p$ ), масса полученного ТАФ ( $G_{таф}$ ), выход ТАФ по фос-фору (табл.2).

При этом конечные продукты синтеза ТАФ образуют с хлоридами метал-лов прочные комплексные соединения [1], затрудняющие выделение ТАФ при раз-гонке электролита. Железо, имеющее более отрицательный потенциал по сравнению с ионом водорода, не может выделяться на катоде. Потенциал меди положительнее потенциала восстановления ионов водорода и поэтому медь даже из комплексных растворов имеет возможность выделяться на катоде. Освобожденные от соединений меди триалкилфосфаты легко выделяются из электролита [2]. В случае же электро-лиза с фосфид железа выделяется только часть триалкилфосфата, причем по мере его выделения из электролита силы удерживающие его в комплексе возрастают, и процесс выделения прекращается.

### Литература

1. Пурделла Д., Вылчану Р. Химия органических соединений фосфора. Москва.: Химия, 1972. – 752 с.
2. Aueshov A.P., Satayev M.S. and Tukibayeva A.S. Obtaining of Trialkylphosphates in Anodic Dissolution of Copper Phosphide// Oriental journal of chemistry.. 2014.- Vol. 30, No. (4): pg. 1553-1556.

Марінцева К.В.

Доцент,

кандидат економічних наук,

докторант

Національного авіаційного університету

## ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ АЕРОПОРТІВ УКРАЇНИ

*У доповіді представлені результати застосування методу визначення необхідної пропускної спроможності аеропортів, який ґрунтується на положеннях теорії графів та лінійного програмування.*

**Ключові слова:** аеропорт, пропускна спроможність, мережа маршрутів, теорія графів, лінійне програмування.

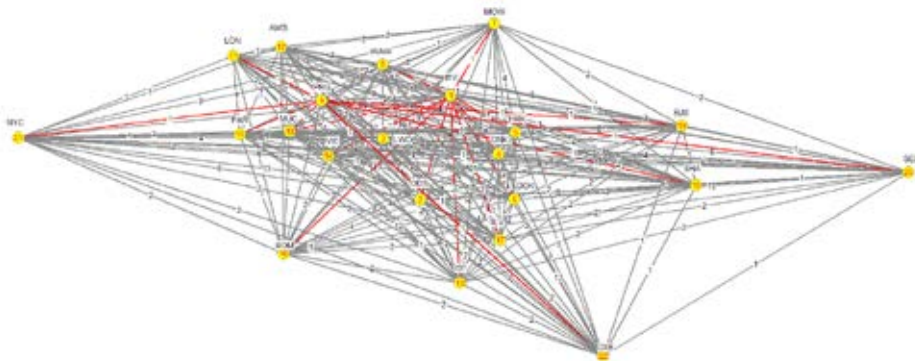
**Keywords:** airport, capacity, route network, graph theory, linear programming.

Авіаційна транспортна система (АТС) як комунікаційна система повинна функціонувати з урахуванням всіх факторів, що стимулюють ріст і ефективність авіаперевезень. Зміни обсягів попиту на авіаперевезення і, відповідно, усіх видів оперативного обслуговування в підсистемах АТС викликають необхідність впровадження ряду організаційних і технічних перетворень. Зокрема, при збереженні існуючої структури мережі авіамаршрутів та організації обслуговування пасажирів в аеропортах можуть виникнути значні труднощі у ефективності використання існуючих потужностей та ресурсів. Основна мета удосконалення функціонування АТС полягає в поліпшенні обслуговування в аеропортах, розширенні географії польотів повітряних суден (ПС) і збільшенні частоти рейсів. У процесі планування цих перетворень виникає завдання, вирішення якого дозволило б визначити оптимальну пропускну спроможність аеропортів і відповідну структуру мережі маршрутів, а, в кінцевому рахунку, – планування переліку різних робіт по обслуговуванню пасажирів і ПС. При цьому загальні витрати на виконання робіт, пов'язаних з організаційними і технічними перетвореннями, визначаються в результаті їх підсумовування.

При всьому розмаїтті тлумачення понять «пропускна спроможність аеропорту» й «пропускна спроможність авіамаршруту» у роботах [1, 2, 3, 4] у даній доповіді під цими поняттями будемо розуміти, відповідно, *пасажиропотік аеропорту та кількість пасажирів, подорожуючих між двома аеропортами*. Таке представлення пропускної спроможності аеропорту є необхідним при визначенні розмірів різних технологічних зон аеропорту згідно керівництва IATA [5].

При визначенні оптимальних пропускних спроможностей аеропортів треба також враховувати всі потенційно можливі аварейси. В окремому випадку, можна розглянути завдання визначення пропускної спроможності аеропортів у зв'язку із відповідною структурою мережі авіамаршрутів з урахуванням прогнозованого пасажиропотоку між аеропортами. Під мережею авіамаршрутів будемо розуміти





**Рисунок 1.** Експериментальна мережа  $G$  (вузли позначені кодами IATA)

мережу, що складається з множини аеропортів в якості її вузлів, і з безпосадкових маршрутів в якості її ребер.

Постановка і математична модель завдання визначення необхідної пропускної спроможності аеропортів як спеціального завдання цілочислового програмування викладені у статті [6]. Згідно теоретичних викладок [6] алгоритм розв'язання завдання визначення необхідної пропускної спроможності аеропортів України буде складатися з наступних етапів:

1. Формуємо мережу  $G = (N, E)$ , де  $N$  – задана множина аеропортів (або вузлів),  $E$  – множина існуючих і потенційних прямих маршрутів між аеропортами  $N$ . Допустимо, що у мережу  $G$  входять аеропорти України, які розташовані у вузлах Київ (IEV), Одеса (ODS), Львів (LWO), Дніпропетровськ (DNK), Харків (HRK) та Донецьк (DOK) (рис. 1).

2. Визначаємо:

- $d_e$  – поточну (існуючу) кількість пасажирів на ребрі  $e \in E$  з урахуванням матриці кореспонденцій на заданій мережі  $G$ . Для визначення пасажиропотоку між довільними парами аеропортів можна застосувати один з відомих алгоритмів оцінювання елементів матриці маршрутних кореспонденцій (ММК) між пунктами призначення та відправлення (англ. Origin-Destination Matrix [7]) який широко використовується при плануванні й управлінні в транспортних системах. Стовпці ММК відповідають кореспонденціям, що з'єднують пункти відправлення та призначення пасажирів, рядки – множину ребер  $E$  (наявні і потенційні безпосадкові рейси). Для обчислення значень компонентів вектора  $d = (d_e; e \in E)$  можна застосувати один з алгоритмів [7, 8], за допомогою якого оцінюються елементи ММК, які представляють собою величину пасажиропотоку між вузлами протягом деякого поточного періоду часу (доба, тиждень, рік і т. д.);

- $PaxFlow(\{v, w\})$  – прогнозований пасажиропотік на ребрі  $e$ , де  $v, w \in N$  –кінцеві вузли  $e$ ;

- загальні витрати на реконструкцію  $c_e = c_v + c_w$ , де  $c_v, c_w$  – приведені витрати на реконструкцію аеропортів  $v, w$ , умовн. грош. од. на 1 пас. (вага ребра  $e = (v, w)$ ).

Вибираємо остовне дерево. В даному прикладі розглянемо одне мінімальне остовне дерево (ребра червоного кольору на рис.1).

Таблиця 1

Фрагмент матриці  $A$

Кореспонденції маршрути (ребра)		IEV-PRG	IEV-LON	IEV-AMS	IEV-PAR	...	SHA-SEL	$b_\tau$ (тис. пас./рік)
		y19	y111	y112	y115	...	y1820	
1	ODS-IEV	0	0	0	0	...	0	443
2	LWO-IEV	0	0	0	0	...	0	392
3	DNK-IEV	0	0	0	0	...	0	327
4	HRK-IEV	0	0	0	0	...	0	148
5	DOK-IEV	0	0	0	0	...	0	128
6	MOW-IEV	0	0	0	0	...	0	1285
7	WAW-IEV	0	0	0	0	...	0	455
8	MUC-IEV	0	0	0	0	...	0	1335
9	IST-IEV	0	0	0	0	...	0	1016
10	VIE-IEV	0	0	0	0	...	0	915
11	ROM-IEV	0	0	0	0	...	0	1046
12	TLV-IEV	0	0	0	0	...	0	648
13	PRG-AMS	0	0	1	0	...	0	1752
14	PRG-LON	0	1	0	0	...	0	3903
15	PRG-NYC	0	0	0	0	...	0	1525
16	PRG-PAR	0	0	0	1	...	0	974
17	PRG-MUC	1	1	1	1	...	0	4720
18	PRG-SHA	0	0	0	0	...	0	2400
19	PRG-BJS	0	0	0	0	...	0	817
20	PRG-DXB	0	0	0	0	...	0	807
21	SHA-SEL	0	0	0	0	...	1	1030

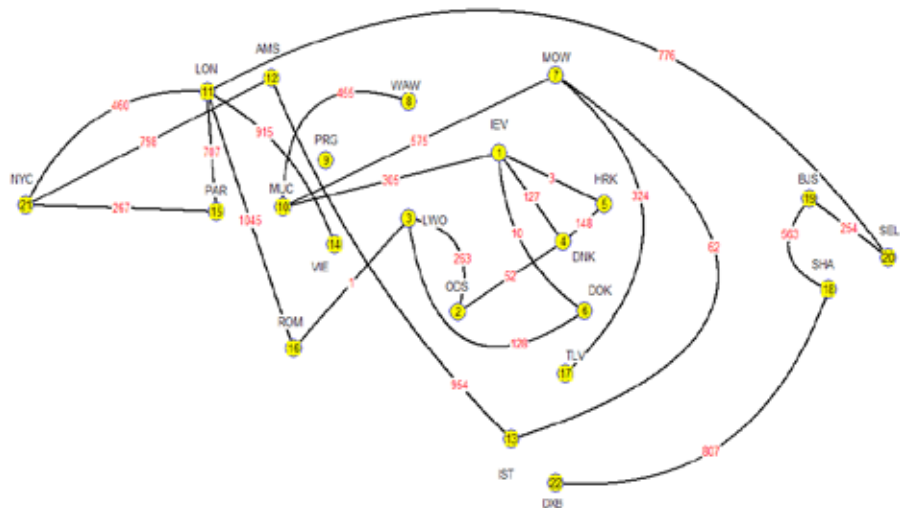
Розраховуємо  $PaxFlow(A_\tau)$  та  $\sum_{e \in \delta(A_\tau)} d_e$  для кожного  $\tau \in T$ , де  $A$  – підмножина множини  $N$ ,  $T = (N, E(T))$  – деяке остовне дерево мережі  $G = (N, E)$ ,  $\tau$  – ребро дерева  $T$ . Будуємо матрицю  $A$ , рядки якої є характеристичними векторами розрізів  $\delta(A_\tau)$  для всіх  $\tau \in T$ , і нехай  $\mathbf{b}$  – вектор з компонентами

$$b_\tau = PaxFlow(A_\tau) - \sum_{e \in \delta(A_\tau)} d_e \quad (\text{формула 1})$$

для всіх розрізів  $\delta(A_\tau) \in \Gamma(T)$ , відповідних ребрам  $\tau$  дерева  $T = (N, E(T))$ , де  $\Gamma(T)$  – множина розрізів на мережі  $G = (N, E)$ , відповідних ребрам дерева  $T = (N, E(T))$ .

Таким чином, отримуємо, що матриця  $A$  має  $|E|$  стовпців і  $|N| - 1$  рядків. (табл. 1).

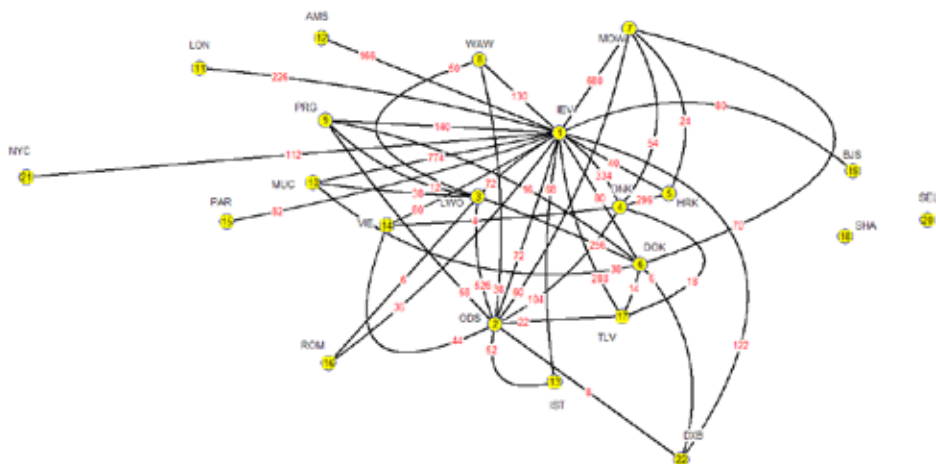
Визначаємо оптимальні значення  $y_e^*$  застосовуючи ППП LINDO (симплекс-метод). Згідно [6]  $y_e = z_e - d_e$ , де  $z_e$  – необхідна пропускна спроможність на ребрі  $e \in E$ .



**Рисунок 2.** Оптимальні базисні змінні на вихідній мережі  $G$

Знаходимо необхідні пропускні спроможності на ребрах отриманої мережі за формулою  $z_e^* = y_e^* + d_e$ .

Виходячи з того, що для ребра  $e = (v, w)$  невідома необхідна пропускна спроможність аеропорту  $v$  визначається як  $x_v = \sum_{e \in \delta(v)} x_e$ , де  $x_v, x_e$  – невідома необхідна пропускна спроможність ребра  $(v, w) = e \in \delta(v)$ , визначаємо аеропорти України, у яких необхідно збільшити пропускні спроможності, та відповідно витрати на їх реконструкцію, порівнюючи оптимальні значення  $x_v^*$  та наявну пропускні спроможність. Якщо значення  $x_v^*$  більше за наявну пропускні спроможність переходимо до завдання поетапного методу управління розвитком мережі аеропортів [9].



**Рисунок 3.** Оптимальна мережа авіамаршрутів та значення необхідних пропускних спроможностей ребер ( $z_e^*$ , в тис. пас.) на заданій мережі  $G$

**Таблиця 2**

Фрагмент отриманого оптимального рішення: значення  $z_g^*$  на мережі авіамаршрутів з аеропортів України

Ребра (авіамаршрути)	Позначення змінної	$y^*$	$d_g^*$	$z_g^*$	$2z_{g,1}^*$
IEV-NYC	y121		56	56	112
IEV-DXB	y122		61	61	122
ODS-LWO	y23	263	0	263	526
ODS-DNK	y24	52	0	52	104
ODS-WAW	y28		19	19	38
LWO-MUC	y310		19	19	38
IEV- DNK	y14	127	40	167	334
IEV -MUC	y110	305	81	386	772
DNK-HRK	y45	148	0	148	296
DNK-DOK	y46		0	0	0
DNK-MOW	y47		27	27	54

<sup>1</sup> Враховуємо потік «туди й назад»

За допомогою ППП LINDO було отримано оптимальні значення  $y^*$  для мережі G. Ребра, що відповідають оптимальним базисним змінним на вихідній мережі авіамаршрутів, вказані на рис. 2. Результати розрахунків оптимальних значень  $z_g^*$  для аеропортів України графічно представлені на рис.3 та частково в табл. 2.

Отже, згідно отриманого рішення, за заданих умов вартості реконструкції та існуючих обсягів регулярних пасажирських перевезень на заданій мережі, оптимальний перерозподіл пасажиропотоків потребує наступної пропускної спроможності аеропортів (у млн пас. на рік) України: м. Київ – приблизно 3,6; м. Одеса – 0,984; м. Львів – 0,960; м. Дніпропетровськ – 0,706; м. Донецьк – 0,480; м. Харків – 0,48, що є нижчим за наявні ресурси. Аналіз графу на рис.3 дозволяє також зробити висновок, що за заданих умов, пріоритетною є модель розвитку хабу на базі аеропорту в м. Київ при умові розвитку далекомагістральних рейсів.

Також проведені відповідні числові експерименти на прикладі мережі регулярних авіамаршрутів з основних аеропортів України, показали, що: по-перше, мінімальні витрати на реконструкцію мережі аеропортів досягаються при перерозподілі кореспонденцій пасажиропотоків; по-друге, отримані значення перерозподілу обсягів пасажиропотоків на заданій мережі дають змогу змодельовати подальший розвиток аеропортів окремого регіону, наприклад, України, враховуючи існуюче оснащення та можливості аеропортів інших регіонів, тобто можна спрогнозувати «конкурентні загрози» зменшення пасажиропотоків за рахунок розвитку закордонних авіатранспортних вузлів.

### Література

3. Запорожець О.І., Коновалова О.В. Визначення алгоритмів обґрунтування пропускної здатності аеропорту з обмеженнями по авіаційному шуму // Вісник НАУ. – 2005. – Вип. 1. – с. 148-152.
4. Харченко В.П., Науменко М.В. Аналіз методів підвищення пропускної здатності аеропортів // Наукоємні технології. – 2009. – Вип. 2. – с.39-42.

5. Bussieck M.R., Winter T., Zimmermann U.T. Discrete optimization in public rail transport [Електроний ресурс]. // Math. Prog. – 1997. – V.79. – pp. 415-444. – Режим доступу: <http://www.gams.com/~bussieck/survey.pdf>
6. Hirst M. The air transport system. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2008. – 341 p.
7. Airport development Reference Manual. Montreal: IATA, 2000. – 320c.
8. Marintseva K.V., Sharifov F. Achun-Ogly, Yun G.N. A problem of airport capacity definition // Aeronautica [Electronic journal] – 2013. – Vol. 3, No1, Issue 5. – Режим доступу: <http://www104.griffith.edu.au/index.php/aviation/issue/current>
9. Barbour B., Fricker J.D.. Estimating an origin-destination table using method based on shortest augmenting path // Transportation reseach. Part B28.2. – 1994. – pp. 77-89.
10. Cook W.J. Combinatorial optimization. New-York: Jonh Wiley – Sons. INC, 1998 – 355 p.
11. Юн Г. М., Марінцева К. В. Поетапний метод управління розвитком авіатранспортної системи // Вісник інженерної академії України. – 2013. – № 3/4 – С. 286–290.

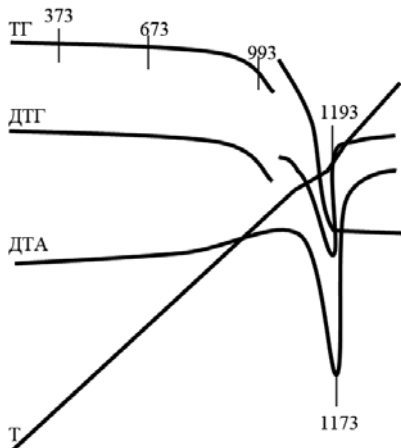
Ключникова Н.В.

Доцент, канд. техн. наук,  
Белгородский государственный  
технологический университет  
им. В.Г. Шухова,  
Россия, г. Белгород

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМОЛИЗА ПРИРОДНЫХ КАРБОНАТОВ КАЛЬЦИЯ

Термографические исследования природных карбонатов кальция проводили на венгерском дериватографе Q-1500D системы Паулик, Эрдей марки MOM.

Дериватограмма образца природного мела, представленная на рис.1, позволяет рассмотреть основные термоаналитические кривые: Т – температура, ТГ – масса образца при температуре Т, ДТГ – производная массы по температуре и ДТА – разность температур образца и эталона. Как видно на рис.1 (кривая ТГ), при возрастании температуры от 293 до 373 К масса образца уменьшается на 1,54%, что связано с десорбцией воды. В интервале 373–993 К происходит плавное уменьшение массы образца, которое достигает 2,36% при 993 К. Начиная с 993 К процесс декарбонизации резко усиливается и при 1193 К потери массы достигают 42%, что близко к теоретическим потерям. Согласно полученным данным в интервале 373 – 673 К теряется 0,2% от массы образца. Расчетная потеря массы при декарбонизации монослоя поверхности составляет 0,195%.



**Рисунок 1.** Дериватограмма образца природного мела ДТА – 1/10; ДТГ – 1/5; Т – 1373 К; V – 10 °С·мин; ТГ – 100 мг до 873 К ( в 1 дел. 1 мг); ТГ – 500 мг выше 973 К (1 дел. 5 мг); Р – 600 мг.

Как известно, данные термографического анализа могут быть использованы для измерения энтальпии процессов [1]. Изменение энтальпии (в кДж/моль) рассчитывают по уравнению [2]:

$$\Delta H = K \frac{A}{N},$$

где К – калибровочный коэффициент, кДж/ см<sup>2</sup> ;

А – площадь пика кривой ДТА, см<sup>2</sup>;

Н – число моль образца.

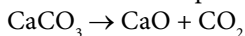
Для определения калибровочного коэффициента К в качестве стандартного вещества использовали кристаллы исландского шпата (кальцита), которые подвергли термографическому анализу (табл. 1). По данным табл. 1 рассчитано среднеарифметическое значение А/Н, величина которого равна 2084.

**Таблиця 1**

Определение калибровочного коэффициента

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>N·10<sup>3</sup></b>	5	6	7	6	5	6	7	6	6	6
<b>A</b>	10,42	12,52	14,63	12,50	10,44	12,50	14,56	12,50	12,49	12,47

Изменение стандартной энтальпии  $\Delta H^0$  реакции



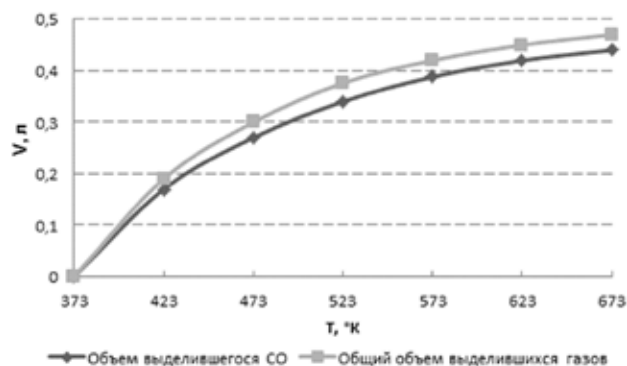
для температуры 1193 К составляет +165,7 кДж/моль. Используя эту величину определили калибровочный коэффициент:

$$K = 165,7 / 2,084 \cdot 10^3 = 0,0795 \text{ кДж/см}^2$$

Полученная величина K позволила рассчитать  $\Delta H^0$  для термической диссоциации мела, доломита, известняка, мрамора и мергеля. Результаты расчетов приведены в табл. 2, согласно которой энтальпия реакции термолитиза значительно возрастает в ряду: мел, доломит, известняк, мрамор, мергель.

Декарбонизация поверхности при нагревании, как показали термогравиметрические исследования, начинается при сравнительно низких температурах по достижении необходимой энергии на рвущихся связях. Поэтому термолитиз поверхностных соединений начинается одновременно с дегидратацией. С повышением температуры разрываются все более прочные связи, что приводит к постепенной декарбонизации всей поверхности. В результате термолитиза на поверхности кальцита остаются группы CaO, которые и придают ей высокую химическую активность.

Зависимость объема (при нормальных условиях) газообразных продуктов термолитиза от температуры показана на рис. 2, согласно которому суммарный объем продуктов, выделившихся при термообработке мела в интервале температур 373 – 673 К, составил 0,52 л/кг или 0,0232 моль/кг мела. В расчете на единицу площади поверхности мела приходится  $7,37 \cdot 10^6$  моль/м<sup>2</sup> газообразных продуктов термолитиза. При этом на долю CO<sub>2</sub> приходится 82,7%, на долю CO – 17,3%. Проведенный анализ подтвердил предположение о протекании процесса декарбонизации поверхности мела при температурах 373 – 673 К.



**Рисунок 2.** Зависимость объема газообразных продуктов термолитиза природного мела от температуры обработки

С целью изучения термической активности частиц карбоната кальция (природного мела) нами проведены экспериментальные исследования зависимости теплоты гидратации тонкодисперсного природного мела от температуры обработки поверхности. Образцы природного мела выдерживали в термостате при определенной температуре  $T_{обр}$ , затем охлаждали без доступа

**Таблица 2**

Результаты расчета  $\Delta H_0$  реакции термоллиза  $\text{CaCO}_3 - \text{CaO} + \text{CO}_2$  по данным термографического анализа

Вещество	A, см <sup>2</sup>	A/N	$\Delta H^0$ , кДж/моль
Мел	12,32	2043	162,4
Доломит	13,29	2205	175,3
Известняк	14,41	2390	190,0
Мрамор	16,51	2737	217,6
Мергель	16,62	2768	220,0

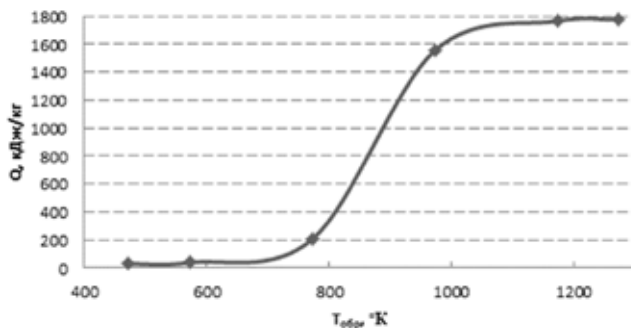
воздуха до 298 К и определяли теплоту гидратации. Зависимость теплоты гидратации Q от  $T_{\text{обр}}$  представлена на рис. 3, согласно которому с ростом температуры термообработки растет и теплота гидратации, что указывает на повышение химической активности поверхности под воздействием температуры.

В интервале температур 493 – 773 К теплота гидратации растет медленно и достигает 183 кДж/кг. Перегиб кривой при 773 К свидетельствует об изменении характера процесса. В интервале 773 – 973 К теплота гидратации возрастает до 1555 кДж/кг и медленно растет до 1173 К. начиная с этой температуры теплота гидратации растет мало, достигая 1775 кДж/кг при 1273 К. На этом процесс декарбонизации заканчивается.

Как показано на рис. 3, теплота гидратации оксида кальция, полученного посредством термической декарбонизации природного мела ( $\text{CaO}_r$ ), равна 1775 кДж/кг, теплота гидратации гидратного оксида кальция ( $\text{CaO}_r$ ) – 65 кДж/кг. Установленный переход гидратного оксида кальция в термолитный, происходящий при высоком обжиге в интервале 1473 – 1573 К, подтвердился также и термогравиметрическим анализом.

Для установления интервала температур и тепловых эффектов перехода  $\text{CaO}_r \rightarrow \text{CaO}_t$  были приготовлены образцы  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , высушенные при 105° С. Девриатограмма показала, что переход  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO}_r$  происходит при температуре 703 К и сопровождается эндоэффектом. При 1033 К наблюдается второй эндоэффект, указывающий на то, что исходный образец  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  был частично карбонизирован за счет поглощения  $\text{CO}_2$  из воздуха. При 1593 К наблюдается широкий эндоэффект без потери массы, который указывает на фазовый переход  $\text{CaO}_r \rightarrow \text{CaO}_t$ .

Фазовый переход начинается при температуре 1033 К, при этом он осуществляется в поверхностных слоях. С дальнейшим ростом температуры процесс  $\text{CaO}_r \rightarrow \text{CaO}_t$  достигает максимума при 1593К. отношение площади пика кривой ДТА фазового пе-



**Рисунок 3.** Влияние температуры обработки ( $T_{\text{обр}}$ ) на теплоту гидратации (Q) термолитованного мела



рехода  $\Pi_{\phi}$  к площади пика кривой ДТА дегидратации  $\Pi_g$  равно 1,49. Эти данные позволили рассчитать энтальпию фазового перехода  $\Delta H_{\phi}$  по формуле:

$$\Delta H_{\phi} = \frac{\Pi_{\phi}}{\Pi_g} \Delta H_g,$$

где  $\Delta H_g = 65,0$  кДж/моль – количество тепла, затраченного на дегидратацию  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Расчет дал величину  $\Delta H_{\phi} = 96,85$  кДж/моль, что оказалось близким к теплоте гидратации  $\text{CaO}_r$ , равной  $99,4$  кДж/моль.

Таким образом термогравиметрические исследования позволили установить фазовый переход  $\text{CaO}_r \rightarrow \text{CaO}_r$ , интервал температур и его энтальпию.

### Литература.

1. Diffendorfer R.N., Yarkony D.R. The electronic structure of CaO. J. Chem. Phys., 77 (11), Dec. 1982, p. 5573-5580.
2. England W.B. Initio study of CaO. The importance of atomic correlation and a bundlength question. Chemical Physics (1980), North-Holland Publishing Company, p. 1-21.