

# ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ТА ВИДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

УДК 621.646

СТАДНИК І. Я., ПІДДУБНИЙ В. А.,  
КРАСНОЖОН С. В., ПИЛИПЕЦЬ О. М.

## Економічна ефективність теплових систем мініпекарні

**Предмет дослідження** – полягає в проведенні комплексної послідовності взаємодії матеріальних та теплових потоків з можливою мінімізацією енергетичних витрат, які досягаються ступенем безпосередньої їх взаємодії та трансформацією між собою.

**Мета статті** – обґрунтувати економічний підхід щодо удосконалення конструкцій для підвищення ефективності роботи печі шляхом створення умов, які забезпечують заданий технологічний регламент, норми споживання ресурсу та зменшення енерговитрат на виробництво.

**Методологія проведення роботи** – експериментальні дослідження проводили з використанням сучасних стандартних і загальноприйнятих методів технічного, мікроскопічного, комп'ютерного, математичного та теоретичного моделювання, статистичні.

**Результати роботи** – енергозбереження теплових ресурсів на рухомій платформі міні-пекарні за рахунок інтенсифікації теплових потоків є актуальним, оскільки використання енергетичних потенціалів викидів димових газів практично досяжні для їх використання, особливо в період надзвичайного стану.

**Висновки.** Важливий аспект доцільності використання димових газів для підігрівання води на виробничо-технологічні потреби обґрунтовано математичним моделюванням.

**Ключові слова:** тепловий потік, еколого-економічна ефективність, димові гази, енергетичний ресурс.

STADNYK I. Ya. PIDDUBNIY V. A.,  
KRASNOZHON S. V., PYLYPETS O. M.

## Economic efficiency of mini-bakery heating systems

**The subject** – consists in carrying out a complex sequence of interaction of material and heat flows with the possibility of minimizing energy costs, which are achieved through their interaction and transformation among themselves.

**The purpose** – to characterize the economic approach to improving the design to improve the efficiency of the furnace by creating conditions that provide a given technological schedule, resource consumption rates and reduce energy costs in production.

**The methodology of the work** – experimental studies were carried out using modern standard and generally accepted methods of technical, microscopic, computer, mathematical and theoretical modeling, statistical.

**Results** – energy conservation of thermal resources on the mobile platform of the mini-bakery due to the intensification of heat flows is relevant, since the use of the energy potentials of flue gases is practically achievable for their use, especially during an emergency.

**Conclusions.** An important aspect of the need to use flue gases for heating water for industrial and technical needs has been proved by mathematical modeling.

**Key words:** heat flow, ecological and economic efficiency, flue gases, energy resource, resource.

**Постановка проблеми.** Як ніколи, сьогодні ставить питання про більш ефективний спосіб використання теплової енергії, і яке стає все більш актуальним. Прикладаються зусилля всім світом у пошуку нових технологічних і технічних конструктивних рішень по забезпеченню високоекономічного способу використання енергоресурсів. Їх напрям – це скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Вирішення проблем використання енергоресурсів в теперішній час є також дуже важливою задачею для України. Тому сьогодні досить актуальним є питання ефективності використання енергії теплоносіїв. Дослідженнями використання енергозбереження на підприємствах хлібопекарської галузі показало низький потенціал економії, що в середньому становить 30–45 %. Відчутна частка втрати енергоресурсів є від виходу димових газів (тепла) із промислових хлібопекарських печей. Димові гази створюють додатковий негативний вплив і на навколишнє середовище.

Втрата теплоти в значній мірі залежать від палива, що згоряє в топках хлібопекарських пічок, від ритму завантаження черену, асортименту продукції. По різним даним теплові втрати становить 9–20 % виробленої теплоти. Тому сьогодні основним напрямком зменшення втрати тепла відхідних продуктів згоряння можливо за рахунок зниження їх температури. Досить відомий є шлях рекуперації теплової енергії, тобто повторне використання теплоти димових викидів. На багатьох підприємствах харчової галузі, особливо комбінатах хлібопродуктів, здійснюється рекуперація теплової енергії повторним використанням теплоти димових викидів при допомозі теплообмінника. В основному їх використовують для підігріву повітря паливної суміші, що дозволяє повернути теплогенератору частину тепла.

**Мета статті.** Удосконалення конструкцій та підвищення ефективності роботи печі шляхом

створення умов, які забезпечують заданий технологічний регламент, норми споживання ресурсу та зменшення енерговитрат на виробництво.

**Виклад основного матеріалу.** Як ніколи, сьогодні ставить питання про більш ефективний спосіб використання теплової енергії, і яке стає все більш актуальним. Прикладаються зусилля всім світом у пошуку нових технологічних і технічних конструктивних рішень по забезпеченню високоекономічного способу використання енергоресурсів. Їх напрям – це скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Шляхи інтенсифікації теплообміну для можливого отримання позитивних ефектів є відомі досить тривалий час. Але дані шляхи при використанні хлібопекарських пічок до цього часу мало впроваджені, особливо це відноситься до міні-пекарень. Наукова література [1,2] практично мало відображає цю проблематику, а якщо є, то в основному не систематизовано відносно методів інтенсифікації. На сучасних міні-пекарнях в основному використовуються ротаційні та тупікові печі. Основним напрямком можливого їх енергозбереження є виділення утилізації тепла вихідних газів. Такий напрям зниження втрат є ефективний за малими витратами капітальних вкладень та економічним для використання теплової енергії у технології виробництва хлібобулочних виробів. Особливо, на нашу думку це відноситься до запропонованої нової конструкції мобільної міні-пекарні на колесах [3].

Реалізація технологічних процесів на запропонованій міні-пекарні потребує в значних кількостях потенціальної теплової енергії, при цьому сама технологія є джерелом синтезу енергетичних потенціальних потоків. Теплота низького потенціалу є продуктом технічної діяльності, до того ж, чим нижчий її температурний рівень, тим більше цієї теплоти безповоротно втрачається, розсіваючись у довкілля.

Прикладом носіїв такої теплоти може слугувати нагріте повітря із систем навколишнього середовища печі, теплі побутові і промислові димові труби, що мають температуру приблизно 200–240°C.

Енергоекономічні теплові системи у більшості випадків передбачають використання вторинних теплових ресурсів у різних комбінаціях із первинними енергоресурсами. У більшості випадків для вирішення задач теплозабезпечення використовуються окремі схеми одержання теплоти. Створення кожної технології передбачає певну послідовність та процедуру взаємодії матеріальних і енергетичних потоків з передбачуваною мінімізацією енергетичних витрат, що досягається шляхом використання усіх енергетичних потоків не тільки безпосередньо, а із трансформаціями між собою.

Вхідні сировинні матеріальні потоки (тверде паливо) одночасно є енергетичними джерелами вихідної продукції, термодинамічні трансформації яких потребують витрат первинних енергоджерел у формі теплової, електричної енергій. Що стосується димових газів, то їх утворення супроводжується енергетичними трансформаціями на поверхні поділу площин, подолання гідростатичних тисків, утворення циркуляційних контурів, теплопередачі тощо.

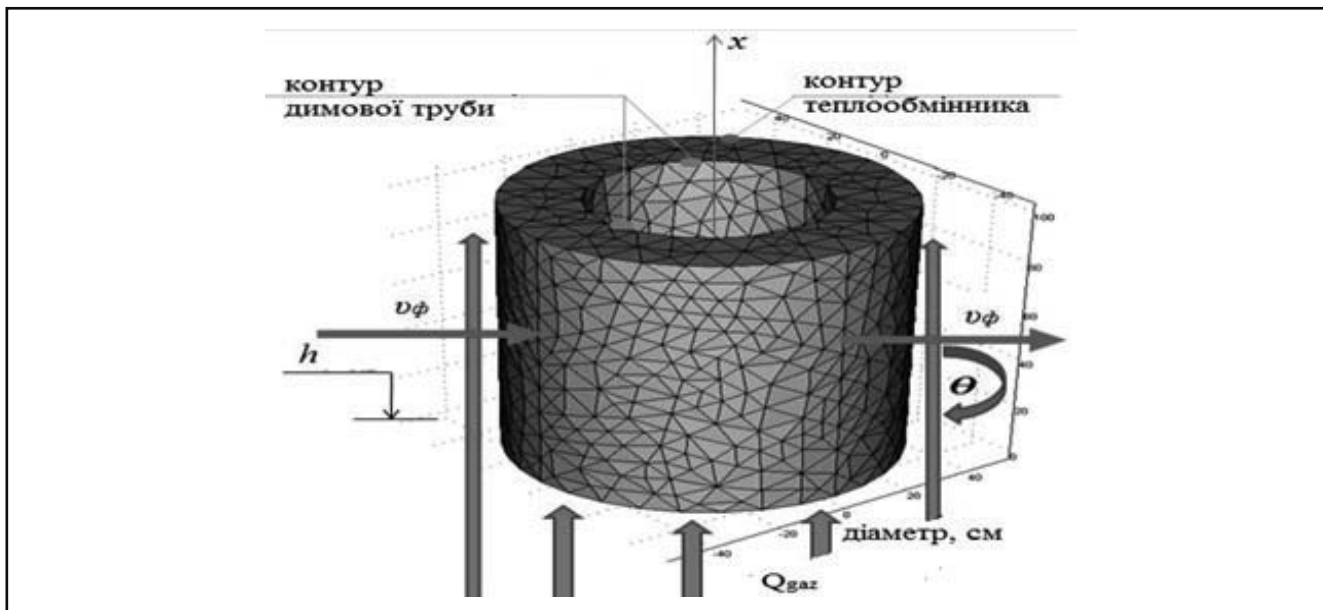
За можливості трансформації термодинамічних параметрів досягається можливість створювати замкнуті контури вторинних енергетичних ресурсів, ефективність яких пов'язана з використанням інтенсивних теплообмінних процесів, теплових труб.

Очевидно, що поверхня теплових труб викидів димових газів слугує джерелом потоку, що потрібно цінити вторинним при встановлених режимних параметрах. Однозначно, використання різниць потенціалів потоку димових газів є завершення циклу роботи і означає майже неминучі втрати енергетичного потенціалу системи до навколишнього середовища. Єдиним виходом для обмеження втрат такого потенціалу є використання теплообмінників. Властивості теплообмінників забезпечення зв'язку з можливостями трансформації енергетичних потенціалів в достатньо широкому інтервалі температур. Разом з тим вирішення прикладних задач часто потребує розширення цих інтервалів, оскільки енергоспоживання пов'язана з пічкою, що в кінцевому рахунку витрачається як теплота.

Досягнення можливості розв'язання проблеми в даному вигляді дає безперечні переваги з точ-

ки зору інтересів оцінки різних факторів і їх впливу на загальний результат. Однак у випадках багатоступовості, пов'язаної із зміною асортименту хлібобулочних виробів, дає чітку відповідь на оцінку впливів різних факторів, оскільки деякі з них можуть входити в розв'язання у кількох сполученнях або складових. Інформація розміщена на інтернет-сайтах виробників теплообмінників при їх огляді показала, що для інтенсифікації теплообміну в газотрубному теплообміннику часто використовують режимний рух теплоносія, геометричні параметри. Тут відзначимо, що не для всіх зазначених інформаціях і літературних джерелах є розрахункові залежності оцінки ефективності теплообміну в теплообміннику. Розроблені в Україні технології випікання хлібобулочних і кондитерських виробів і рекомендації щодо створення обладнання для промисловості є обґрунтованими. Цього не мають міні-пекарні з можливим використанням додаткового енергоносія димових газів та сонячної енергії. Тому часто використовують [4, 5] теорію планування експериментів у поєднанні з розрахунками одержаних залежностей. Таким чином методологічні підходи розроблення раціонального використання теплових потоків димових газів при випіканні хлібобулочної продукції базуються на системному аналізі технології і обладнання хлібопекарської печі [6,7].

Задачу нестационарної теплопровідності в димовій трубі вирішено при допомозі метода кінцевих різниць початкових і граничних умов [12,13,23]. Оптимізація параметрів роботи печі і джерела теплоти вимагає розробки узагальнених рівнянь, що дозволять однозначно визначити вплив визначаючих факторів. Математичне моделювання температурного поля потенційного джерела енергії (димова труба) при експлуатації хлібопекарської печі. Процес підводу і відводу тепла в димовій трубі є функцією часу і простору. Температурне поле формується від геометричного центру – вісі димової труби. Тому рух потоку тепла проходить в радіальному напрямку і величина теплового потоку в осьовому напрямку. Тепловий потік і віддача теплоти з поверхні є стабільним фактором, що забезпечує квазістационарний стан. Дана особливість дозволяє рішення трьохмірної задачі із застосуванням циліндричної системи координат. Тому для побудови моделі вибрано циліндричну систему координат із врахуванням фону теплового пото-



**Рисунок 1. Розрахункова модель рекуператора температурного поля в умовах руху димових газів:  $U$  – швидкість димових газів, м/с;  $Q$  – тепловий потік, м**

ку газу в поверхні труби [14]. Структурна модель прийнята вирізкою циліндра, що має декілька контурів (рис. 1).

Температурне поле димової труби джерела енергії описується безрозмірною функцією [15] з трьома безрозмірними впливовими параметрами (1):

$$f = (Q * Fo * \Theta) \quad (1)$$

де  $Fo$  – критерій Фур'є;

$\Theta$  – безрозмірна температура;

$Q$  – відносний тепловий потік.

Згідно залежностей та введенням безрозмірного критерію, загальне рівняння прийме вид (2):

$$\Theta = \sum c * Q^m * Fo^n \quad (2)$$

де  $n$  – показник степені критерію  $Fo$ ;

$m$  – показник степені критерію активності направленого потоку.

Результати обчислень добре апроксимуються поліномами другого порядку. Застосовуючи метод статистичної обробки, одержимо критеріальне рівняння (3):

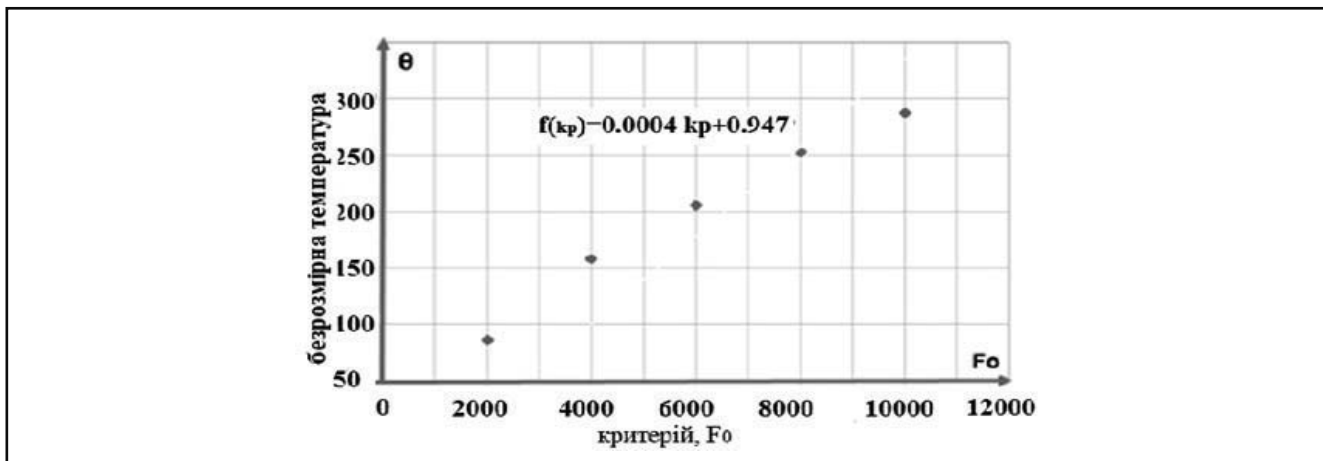
$$\theta = -5 \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot Fo^2 + 2 \cdot 10^{-4} Q \cdot Fo + 0.006 \cdot Q + 7.6 \quad (3)$$

Рівняння дозволяє виконати прогнозування зміни температури джерела енергії, що працює циклічним режимом теплового потоку. На основі оцифрування даних була одержана залежність (уточнення у рівняння 3) з поправкою на коефіцієнт регенерації –  $kr$  (рис. 2). Тоді рівняння для режиму з поправкою на коефіцієнт регенерації буде (4):

$$\theta = -5 \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot Fo^2 + 2 \cdot 10^{-4} Q \cdot Fo + 0.006 \cdot Q + 7.6(0.0004kr + 1.244) \quad (4)$$

До числа ефективних напрямків використання вторинних енергетичних ресурсів у технологіях виробництва харчової продукції відносяться рекуперация і регенерація перш за все теплових потоків з відповідними матеріальними в режимах рекуперации або регенерації. В основі запропонованої конструкції міні-пекарні на рухомій платформі з розробленою пічкою на твердому паливі покладено не тільки забезпечення якості випікання продукції, а й ефективного енергозбереження. Формування динаміки енергозбереження особливо необхідне при забезпеченні продукцією населення в період надзвичайних ситуацій. Слід відзначити, що використання потенціалу теплових потоків при виробництві хлібобулочної продукції на рухомій платформі міні-некарні з використанням інноваційних розробок обладнання і технологій, дозволяє вийти на новий рівень якості та безпеки відтворення технологічних процесів та кінцевого продукту.

Тому пріоритетними напрямками стабілізації якості хлібобулочної продукції і ефективного використання теплової енергії є: об'єктивний контроль параметрів вхідної сировини; водопідготовки; очищення та покращення вхідних характеристик інших основних інгредієнтів; врахування вхідних параметрів сировини при побудові технологічного процесу виробництва хлібобулочної продукції; застосування техноло-



**Рисунк 2. Вплив режиму роботи димової труби на енергетичну ефективність теплообмінника**

гій ощадливого використання матеріальних та енергетичних ресурсів.

Нами встановлено рух і розподіл температурних потоків при викиді теплових газів з димаря печі і передача цього теплового потоку через стінку для підігріву води (рис. 1, 2). Для більш ґрунтовного підходу зв'язком до технології потрібно віднести параметри:  $G$  – параметр, який характеризує витрати палива; умови випікання:  $U_g$  – швидкість теплового потоку димових газів (m/s) і  $T_{rk}$  – температура в робочій камері печі (°C).

Упровадження теплообмінника в технології міні-пекарні поєднано з одночасною найбільш прийнятною моделлю ефективного використання вторинних джерел теплозабезпечення і застосовує на особливу увагу. При цьому широке застосування теплообмінників – найбільш надійний і перевірений шлях, що веде до повної відмови від споживання природного газу й істотного зниження собівартості продукції. Однак, як і раніше, головною перешкодою на шляху упровадження технології на мініпекарні розміщеної на рухомій платформі залишаються досить високі початкові капіталовкладення

#### Список використаних джерел

1. Суволапов В., Новицький А., Хмелевський В., Буструй О. (2020). Дослідження процесу теплообміну в циліндрах двигунів внутрішнього згорання/ Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 3(34), 266–274. doi: 10.32515/2664–262X.

2. Energy capacity of Ukraine is 3–4 times higher than of the EU (2016). Retrieved from <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/#group-section-Five-guiding-principles-raHaVQon5T>

3. Стадник І.Я., Матенчук Л.Ю., Новак Л.Л., Головкіна Л.І. (2021). Сфери надійності міні-пекарні на мобільній платформі. праць ТДАТУ, 21(1), 125–133.

4. Боднар Л. А. (2017) Ефективність інтенсифікації теплообміну в теплогенераторах на щепи деревини / Л. А. Боднар // Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК – №4. – С. 124 – 128.

5. Снейкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Шаврін В.С., Дабіжа Н.О. (2008). Теплові насоси в системах теплопостачання. Київ: Поліграф-Сервіс.

6. Громова О. М., Гетьман О. Л., Маркова Т. Д. (2013). Теплонасосна енергетика в екологізації паливно-енергетичного комплексу України: перспективи розвитку та механізми управління. Одеса: ІПРЕЕД НАН України.

7. Boyle, R., Greenwood, Ch., Hohler, A., Liebreich, M., Sonntag-O'Brien, V., Tyne, A., & Usher, E. (2008). Global trends in sustainable energy investment 2008. Analysis of trends and issues in the financing of renewable energy and energy efficiency. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8821>

8. Борисова А.С. (2021). Удосконалення розрахункової методики прогнозування поширення пожежі на сусідні об'єкти з урахуванням впливу вітру. Дисертація доктора філософії: 261 – Пожежна безпека. Львів: Львівський державний університет безпеки життєдіяльності.

9. Зеркалов Д.В. (2012). Енергозбереження в Україні. Київ: Основа.

10. Мацевітуй Ю., Чиркін Н., Клепанда А. (2014). Використання теплових насосів у світі та що заважає їх широкомасштабному застосуванню в Україні. Енергозбереження, Енергетика, Енергоаудит 2, 2–17.

11. George Kosmadakis (2019), Estimating the potential of industrial (high-temperature) heat pumps for ex-

exploiting waste heat in EU industries, Applied Thermal Engineering, Volume 156, 25 June 2019, Pages 287–298.

12. Большаков В.І., Данішевський В.В., Данішевський Є.А., Кушнеров В.В. (2016). Термокінетичне моделювання вертикального теплотехнічного моделювання вертикальних ґрунтових колекторів теплових насосів методом кінцевих різниць. Отримано з <http://pgasa.dp.ua/a/dept/structmechanics/danishevskyy/paper19.pdf>

### References

1. Suvolapov, V., Novitskiy, A., Khmelevski, V., & Bustruy, O. (2020). Investigation of the heat transfer process in internal combustion engine cylinders/ central Ukrainian scientific bulletin. Technical Sciences, 3(34), 266–274. doi: 10.32515/2664–262X.

2. Energy capacity of Ukraine is 3–4 times higher than of the EU (2016). Retrieved from <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/#group-section-Five-guiding-principles-raHaVQon5T>

3. Stadnyk, I.Ya., Matenchuk, L.Yu., Novak, L.L., & Golovkina, L.I. (2021). Areas of reliability of the mini-bakery on a mobile platform. Works of TSATU, 21(1), 125–133.

4. Bodnar L. A. (2017) Efektyvnist' intensyfikatsiyi teploobminu v teploheneratori na shchepi derevyny / L. A. Bodnar //Vseukrayins'ky naukovo-tekhnichny zhurnal. Tekhnika, enerhetyka, transport APK – №4. – S. 124 – 128.

5. Snejkin, Y.F., Chalaev, D.M., Shavrin, V.S., & Dabija, N.O. (2008). Heat pumps in systems of heat-supplying. Kyiv: Polihraf-Servis.

6. Gromova, O.M., Getman, O.L., & Markova, T.D. (2013). Heat pump power engineering in environmentalizing Ukraine's fuel and energy complex: prospects for development and management mechanisms. Odesa: IPREED NAN Ukrainy.

7. Boyle, R., Greenwood, Ch., Hohler, A., Liebreich, M., Sonntag-O'Brien, V., Tyne, A., & Usher, E. (2008). Global trends in sustainable energy investment 2008. Analysis of trends and issues in the financing of renewable energy and energy efficiency. Retrieved from <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8821>

8. Borysova, A.S. (2021). Improving the calculation method for forecasting the spread of fire to neighboring objects, taking into account the impact of wind. Dissertation of the Doctor of Philosophy: 261 – Fire safety. Lviv: Lviv State University Of Life Safety.

9. Zerkalov, D.V. (2012). Energy saving in Ukraine. Kyiv: Osnova.

10. Matcevituy, Y., Chirkin, N., & Klepanda, A. (2014). The use of heat pumps in the world and what hinders their large-scale application in Ukraine. Energosberejenie, Energetika, Energoaudit 2, 2–17.

11. George Kosmadakis (2019), Estimating the potential of industrial (high-temperature) heat pumps for exploiting waste heat in EU industries, Applied Thermal Engineering, Volume 156, 25 June 2019, Pages 287–298.

12. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431118376087>

13. Bolshakov, V.I., Danishevskii, V.V., Danishevskii, E.A., & Kushnerov, V.V. (2016). Termokinetic modeling of vertical heat engineering modeling of vertical soil collectors of heat pumes by the method of finite differences. Retrieved from <http://pgasa.dp.ua/a/dept/structmechanics/danishevskyy/paper19.pdf>

### Дані про авторів

#### **Стадник Ігор Ярославович,**

д. т. н., професор, професор кафедри харчових біотехнологій і хімії Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
e-mail: igorstadnykk@gmail.com

#### **Піддубний Володимир Антонович,**

д. т. н., професор, професор кафедри технології і організації ресторанного господарства ДВНЗ Київський національний торговельно – економічний університет  
e-mail: profpod@ukr.net

#### **Пилипець Оксана Михайлівна,**

к. т. н., доцент, доцент кафедри харчових біотехнологій і хімії Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
e-mail: Lyasota@tntu.edu.ua

#### **Красножон Світлана Володимирівна,**

к. е. н., доцент, доцент кафедри корпоративних фінансів і контролінгу ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»  
e-mail: svelte@ukr.net

### Data about the authors

#### **Igor Stadnyk,**

doctor of engineering, professor, professor department of food biotechnology and chemistry Ternopil Ivan Puluj National Technical University  
e-mail: igorstadnykk@gmail.com

#### **Volodimir Piddubniy,**

doctor of engineering, professor, professor department of technology and organization of Restaurant Industry Kyiv National Trade and Economics University  
e-mail: profpod@ukr.net

**Oksana Pylypets,**

candidate of , associate professor of department of food biotechnology and chemistry Ternopil Ivan Puluj National Technical University  
e-mail: Lyasota@tntu.edu.ua

**Svitlana Krasnozhan,**

candidate of economics, associate professor of department of corporate finance and controlling Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman  
e-mail: svelte@ukr.net

УДК 330.341.1:004.9:339.17:334.02

КОЛОДІЙЧУК А. В.  
ВАЖИНСЬКИЙ Ф. А.

## Оцінка готовності торговельного бізнесу інформаційних технологій до впровадження систем контролінгу

**Предметом дослідження** є оцінка готовності торговельного бізнесу інформаційних технологій до впровадження систем контролінгу.

**Метою дослідження** є провести аналіз господарської діяльності та менеджменту підприємств з метою оцінки рівня готовності торговельних мереж до впровадження систем контролінгу.

**Методи дослідження.** У роботі використані діалектичний метод наукового пізнання, метод аналізу і синтезу, порівняльний метод, метод узагальнення даних.

**Результати роботи.** У статті наведені основні типи торговельних мереж. Розглянуто основні етапи оцінки рівня готовності вітчизняних торговельних мереж до впровадження систем контролінгу. Окреслений склад групи підприємств, що мають різний рівень готовності до впровадження систем контролінгу. Визначені сильні та слабкі позиції менеджменту вітчизняних торговельних мереж.

**Висновки.** До підприємств, що мають низький рівень готовності до впровадження систем контролінгу, відносяться мережі, які мають у складі власників переважно вітчизняних інвесторів із середнім рівнем готовності – мережі, які нещодавно розпочали свою діяльність на ринку торговельних послуг України та активну експансію на вітчизняний ринок та значно диверсифікують свою діяльність; з високим рівнем готовності – торговельні мережі, що тривалий час функціонують на ринку торговельних послуг не тільки в Україні, а й за її межами. До слабких позицій менеджменту мереж відносяться: недостатня прозорість та адекватність бізнес-моделі, низькі мотивація персоналу і кадровий потенціал, обмежені фінансові можливості, незадовільний стан стратегічного управління. Проте, менеджмент торговельних мереж має достатньо сильні позиції щодо системи внутрішньої звітності, тактичного управління, планування, а також управлінського обліку. Сильні позиції підприємницького менеджменту у вітчизняних торговельних мережах – стан оперативного управління та автоматизація управління.

**Ключові слова:** підприємство, торговельні мережі, ринок, торговельний бізнес, конкурентоспроможність, інформація, інновації, ефективність, послуги, фінанси.

KOLODIYCHUK A. V.  
VAZHYNISKYY F. A.

## Assessment of the readiness of the trade business of information technologies for the implementation of controlling systems

**The subject of the study** is the assessment of the readiness of the trade business of information technologies for the implementation of controlling systems.

**The purpose of the research** is to conduct an analysis of economic activity and management of enterprises in order to assess the level of readiness of trade networks for the implementation of controlling systems.