

*Проаналізовано процес теплообміну в пористому середовищі. Досліджуваний процес передбачається осесиметричним і стаціонарним, його ефективність визначається за величиною виробництва ентропії.*

***Пористе середовище, теплообмін, дисипація теплової енергії, ступінь виробництва ентропії, функція Бесселя.***

*Analysis of the process of heat transfer in porous media. Learning process is supposed osimetrichnym and stationary. Investigated the effectiveness of the process is determined by the value of the entropy production.*

***Porous medium, heat transfer, heat dissipation, the degree of entropy production, the Bessel function.***

УДК 004.896

## **ПРОГНОЗ ТА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ТЕПЛИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ**

***В.П. Лисенко, В.М. Решетюк, В.М. Штепа, А.О. Дудник,  
кандидати технічних наук  
Т.І. Лендєл, І.І. Чернов, аспіранти\****

*Проаналізовано динаміку зміни вартості альтернативних джерел енергії, оцінено актуальність створення прогностичних моделей вартості природного газу. Обґрунтовано застосування нейронних мереж для створення предиктів ціни природного газу. Вибрано багатошаровий перцептрон як інструментарій для створення прогнозів щодо ціни природного газу. Оцінено структуру вартості виробництва томатів. Проаналізовано ступінь перспективності використання альтернативних джерел енергії на тепличних комплексах.*

***Нейронна мережа, багатошаровий перцептрон, прогнозування, альтернативні джерела енергії.***

Планування вартості енергоресурсів для великих підприємств дає можливість оцінювати майбутній його дохід та можливі варіанти розвитку в цілому. Очевидно, що за останній час для тепличних господарств найважливішим енергоресурсом став природний газ. Оскільки його ціна постійно змінюється, постає питання її адекватного прогнозування [3].

Разом із тим доцільно здійснити аналіз використання альтернативної енергетики на основі порівняння різних технологій її виробництва. Також, при аналізі оптимального вибору джерела енергії і способу її вироблення на

---

\* Науковий керівник – кандидат технічних наук, професор В.П. Лисенко

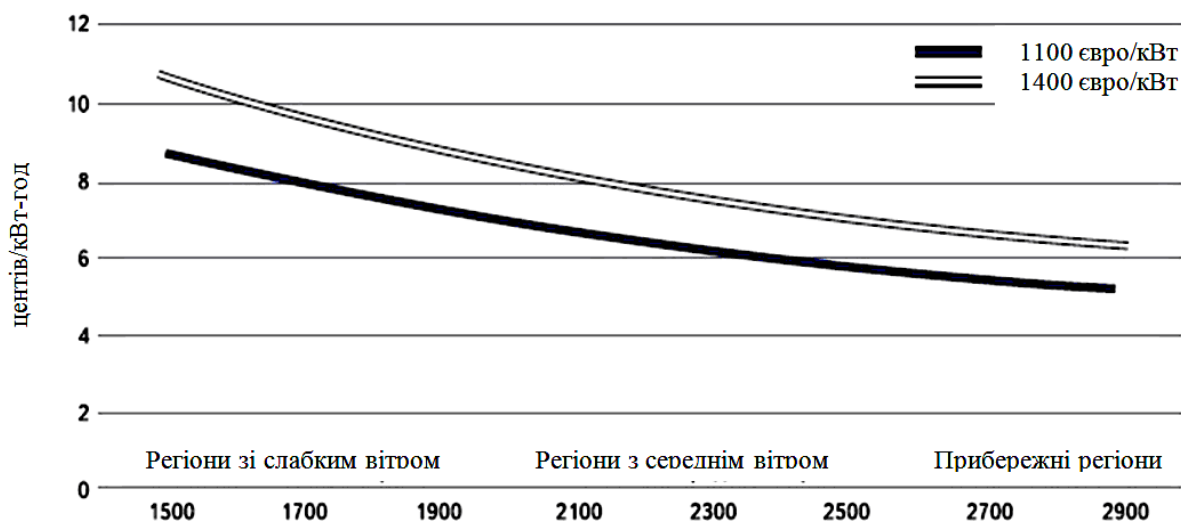
© В.П. Лисенко, В.М. Решетюк, В.М. Штепа,  
А.О. Дудник, Т.І. Лендєл, І.І. Чернов, 2014

прикладі забезпечення тепловою енергією тепличного комбінату актуальним є врахування ризиків, пов'язаних зі зміною цін на паливо.

**Мета досліджень** – аналіз результатів прогнозування вартості різних видів енергії щодо доцільності їх використання при виробництві продукції в тепличних комплексах.

**Матеріали та методика досліджень.** Основна вартість вироблення електроенергії містить 4 складові: ціна палива, економія від зниження викидів CO<sub>2</sub> (дані European Trading System), вартість експлуатації та технічного обслуговування, капітальні витрати, включаючи планування і роботу на об'єкті.

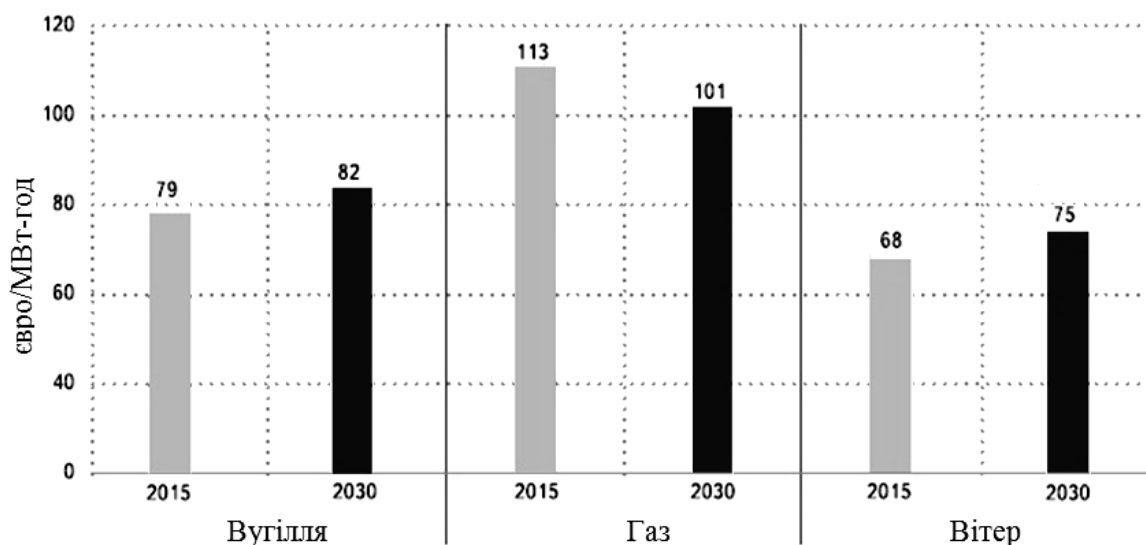
При цьому приблизно 75 % загальної ціни вітроенергетичної установки (ВЕУ) припадає на початкові капіталовкладення, що включають вартість турбіни з перетворювачем, електрообладнання, мережевих підведень тощо. Затрати на техобслуговування ВЕУ берегового базування оцінюються в 1,2—1,5 євро/кВт за термін служби генератора (рис. 1) [4].



**Рис.1. Графіки вартості вітрової енергії**

Проведений на основі положення [5] аналіз показав, що використання енергії вітру дозволяє скоротити викиди CO<sub>2</sub> в середньому на 690 г/кВт при вартості 25 євро/т; виробництво 1 тВт альтернативної енергії дозволяє знизити споживання палива на 42 млн євро, при ціні нафти 90 \$/барель (рис. 2).

Збільшення обсягів використання сонячної енергії в 2013 році був не таким інтенсивним як у 2012 році, що викликано зростанням конкурентоспроможності інших видів енергії та потребою в перебудові мережевого господарства і створення накопичувальних потужностей [6]. Проте географічне розміщення господарства суттєво впливає на можливість використання сонячної енергії для опалення, адже у південних регіонах, де сонячних днів значно більше, потреба у тепличних підприємствах значно нижче, ніж у регіонах північного розташування. Тому, оптимальним варіантом може стати лише часткове застосування сонячної енергії поряд із традиційними видами.



**Рис.2. Прогнозована вартість джерел електроенергії**

При цьому прогнозування вартості природного газу для України здійснювати дуже складно, оскільки на неї часто впливають геополітичні чинники.

Отже, актуальним є проведення комплексного аналізу предиктів вартості (собівартості) енергоносіїв як альтернативних, так і класичних при використанні їх тепличних комплексів.

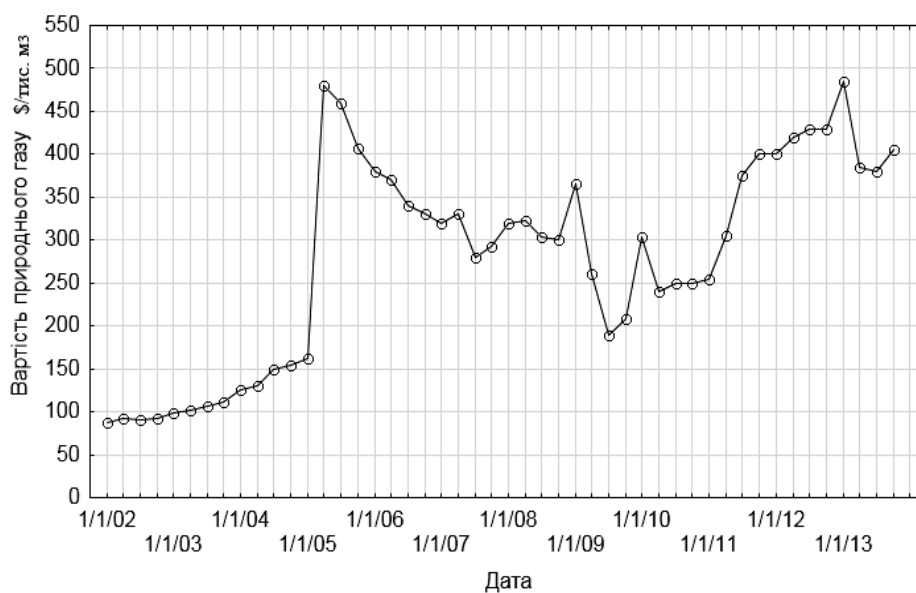
Для прогнозування вартості газу, як часового ряду, застосовувався математичний апарат нейронних мереж (НМ). Оскільки у порівнянні з класичними методами аналізу часових рядів НМ мають певні переваги [1, 2]: постійна оптимізація власної структури з метою мінімізації прогностичної помилки в режимі реального часу; більш високі потенційні можливості при аналізі складних динамічних систем та закономірностей; здатність успішно вирішувати завдання, спираючись на неповну, викривлену і внутрішньо-суперечливу вхідну інформацію.

Для синтезу та дослідження відповідних НМ був використаний програмний пакет Statistica Neural Networks. Критерій – мінімізація помилки НМ. У контексті нашої задачі його перевага над аналогічними розробками полягає у реалізації функціонального блока оптимізації архітектури нейромоделей, який використовує лінійні підходи та метод імітації “відпалювання” на основі розподілу ймовірностей Гіббса:

$$P(\bar{x}^* \rightarrow \bar{x}_{i+1} | \bar{x}_i) = \begin{cases} 1, F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) < 0 \\ \exp\left(-\frac{F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i)}{Q_i}\right), F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) \geq 0 \end{cases}, \quad (1)$$

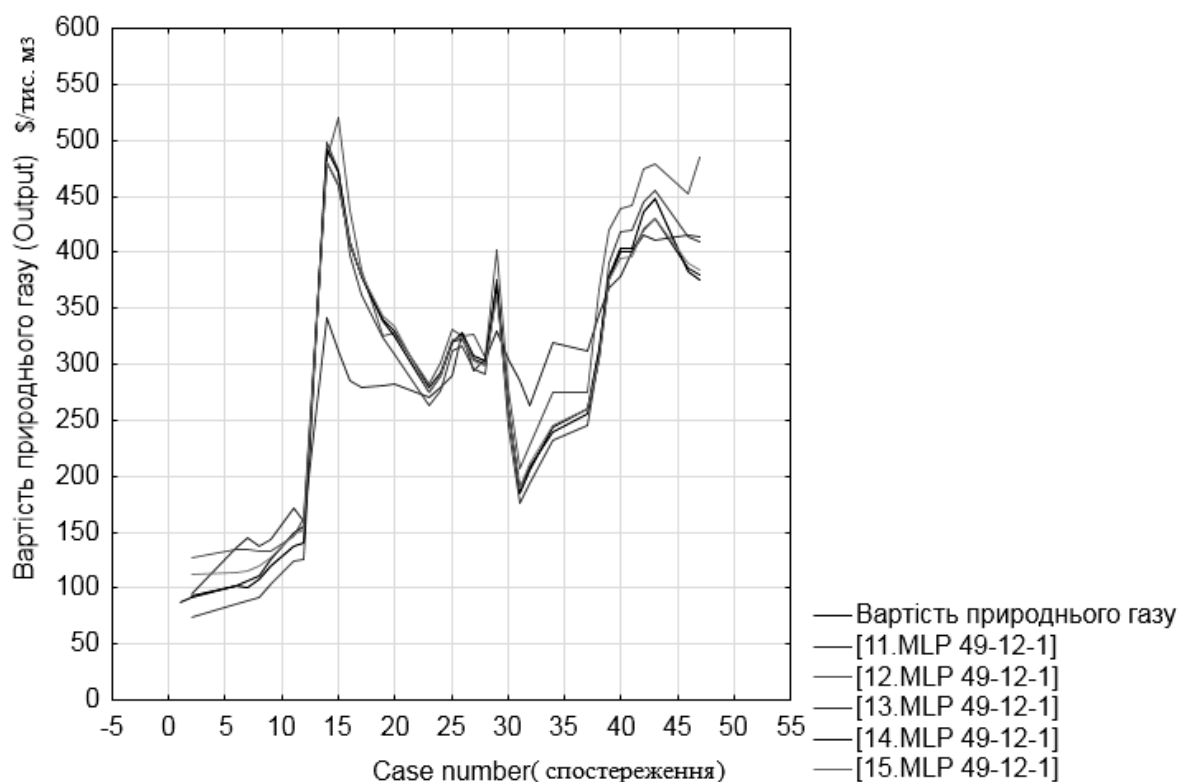
де  $Q_i > 0$  — елементи довільно спадаючої до нуля послідовності.

Як навчальні вибірки застосовувалися статистичні дані щодо ціни на газ протягом 2002—2013 р.р. для України (рис. 3).



**Рис. 3. Графік ціни на природний газ для України: 2002 – 2013 рр. (поквартально)**

Використання нейронних мереж дозволило синтезувати прогнозований ряд ціни на природний газ і створити варіанти прогнозу ціни без останніх двох кварталів 2013 року (рис 4).

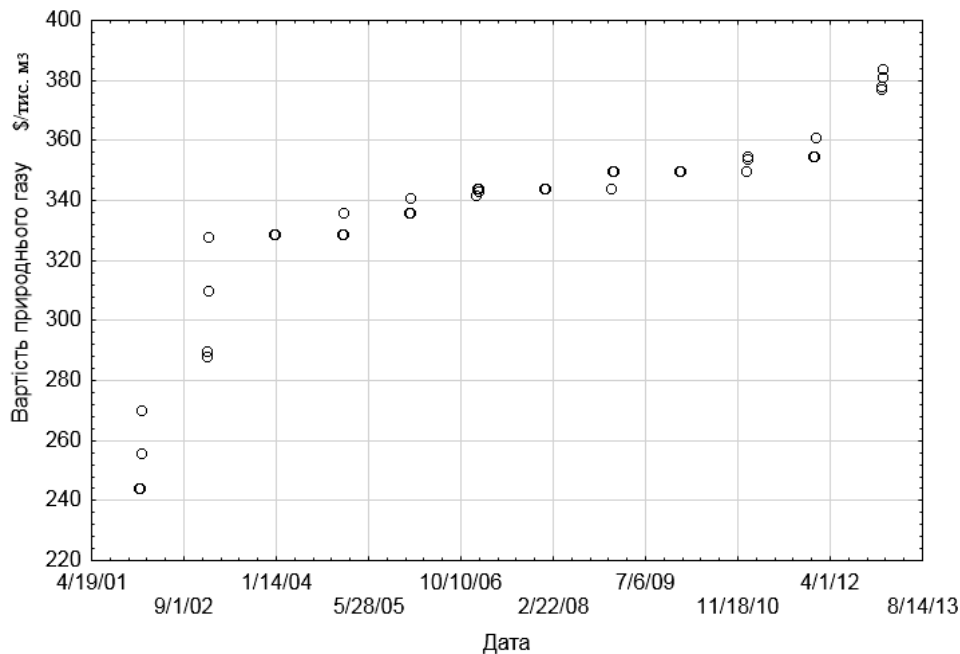


**Рис. 4. Графік прогнозування ціни природного газу (Україна)**

Найкращу якість навчального прогнозу показав багатошаровий персептрон: середньоквадратична похибка – 0,9 %. Подавши на вхід дані вартості газу двох останніх кварталів 2013 року, отримали якість прогнозу

– 34,8%, що свідчить про вплив непередбачуваних, з точки зору часового ряду, чинників.

Для порівняння, застосувавши аналогічний підхід, спрогнозували вартість ціни природного газу для Європи (рис. 5).



**Рис. 5. Графік цін на природний газ для Європи: 2002 – 2013 рр. (поквартально)**

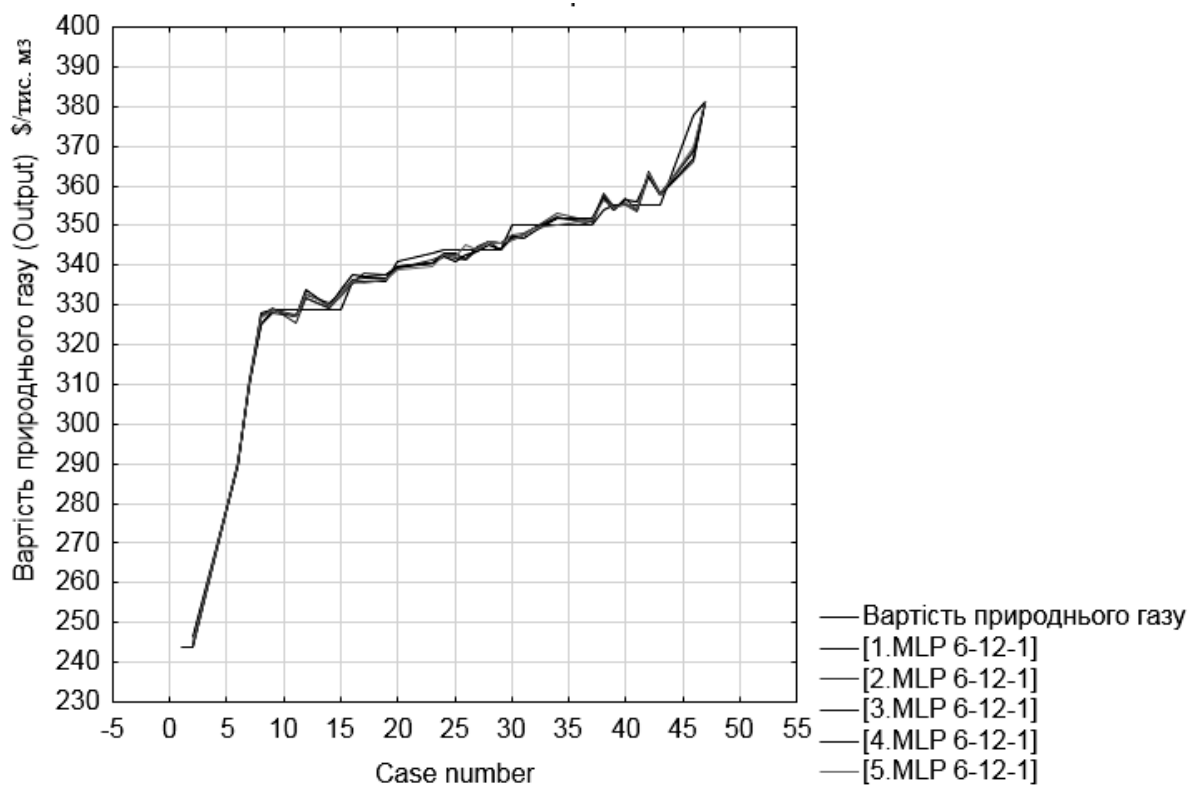
Знову найефективнішу предикативність показав багатошаровий перцептрон (рис. 6): навчальна середньоквадратична похибка – 1,6%. Однак, подавши на вхід мережі дані вартості газу двох останніх кварталів 2013 року, отримали якість прогнозу значно кращу: середньоквадратична похибка – 12,3 %, що свідчить про менший вплив непередбачуваних складових (геополітичних) на вартість енергоносія для Європи.

Отримані результати (див. рис. 4, 6) дозволяють стверджувати, що для Європи можна досить добре прогнозувати ціну на природний газ, оскільки тут менше впливають геополітичні чинники.

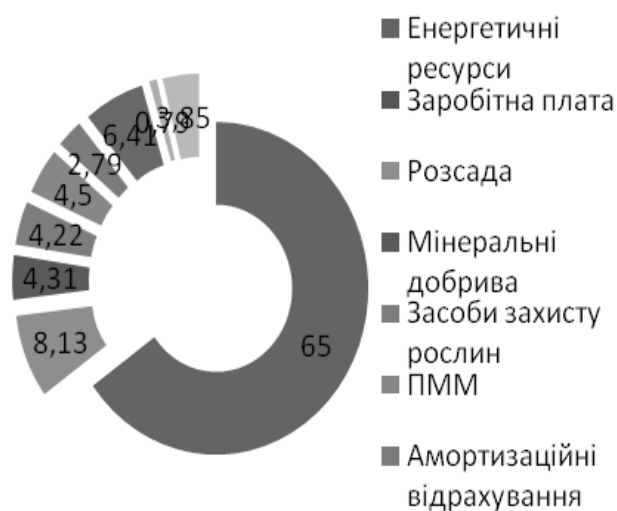
Такий прогноз із застосуванням навченого багатошарового перцептрона показує зростання вартості природного газу до грудня 2017 р. на 9,7 %.

Окрім аналізу ціноутворення на енергоресурси для тепличних комплексів, також необхідно розглядати структуру енерговитрат при забезпеченні технологічних умов вирощування рослин.

Аналіз структури енерговитрат при виробництві томатів в умовах тепличного господарства дозволив встановити, що на обігрів шатра теплиці використовується близько 80 % теплоти, ґрунту – 9 %, води для підживлення рослин – 4 %, інші затрати складають – 7 %. Згідно з даними Діпрондісільпрому у 80-х роках витрати на обігрів зимових теплиць досягали 40 % всіх експлуатаційних витрат, нині ці витрати на обігрів сягають до 65...70 % (рис. 7).



**Рис. 6. Варіанти прогнозу ціни природного газу (Європа)**



**Рис.7. Структура собівартості виробництва томатів в Україні**

Середня ціна томатів в Україні протягом 2013 року становила 30 грн/кг. Використання структури собівартості вирощування томатів і інформація про ціни на енергію різних джерел дозволили розрахувати орієнтовну вартість 1 кг томатів при застосуванні того чи іншого виду палива як традиційного, так і альтернативного (таблиця).

### Вартість 1 кг томатів при використанні різних видів палива

| Параметр                             | Природний газ | Вітрова енергія | Сонячна енергія | Геотермальна енергія |
|--------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Вартість енергетичних ресурсів, грн. | 19,5          | 22              | 16,94           | 38,72                |
| Ціна 1 кг томатів, грн.              | 30            | 32,5            | 27,44           | 49,22                |

Очевидно, що всі альтернативні джерела енергії можуть скласти конкуренцію природному газу (див. таблицю) щодо енергозатратності виробництва одиниці продукції. Однак, врахувавши динаміку зміни вартості джерел енергії (див. рис. 2), ціни на природний газ (див. рис. 6) та капітальних затрат (головний обмежуючий чинник) на отримання необхідної енергетичної потужності, можна стверджувати, що без докорінної зміни технології виробництва альтернативних джерел енергії, найближчі роки (мінімум 8 років), економічно недоцільно розглядати їх як ефективні енергозамінники, звичайно, за умов мінімізації впливу суб'єктивних чинників на вартість природного газу.

### Висновки

Аналіз впливу різних джерел енергії, у тому числі альтернативних, на вартість виробництва продукції тепличних господарств (томатів), показав необхідність докорінного удосконалення (здешевлення) технології створення технічних засобів альтернативних джерел енергії, оскільки динаміка зміни вартості природного газу, при усуненні (згладжуванні) суб'єктивних чинників, демонструє продовження його домінування протягом найближчих 5—8 років у виробництві біологічної продукції закритого ґрунту.

### Список літератури

1. Гареев А.Ф. Применение вероятностной нейронной сети для задачи классификации текстов / А.Ф. Гареев // Наука и образование. – М.: НиО. – 2004. – №11. – С. 105–117.
2. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 382 с.
3. Awerbuch S., Morthorst P.-E. The Economics of Wind Energy. A report by the European Wind Energy Association. March 2009
4. Digest of UK energy statistics'. Renewable sources of energy. Department of Energy & Climate Change, 2012
5. World energy outlook 2012. International Energy Agency, 2012
6. <http://renewableenergy.com>

*Проанализирована динамика изменения стоимости альтернативных источников энергии, оценена актуальность создания прогностических моделей стоимости природного газа. Обосновано применение нейронных сетей для создания предиктив цены природного газа. Выбран многослойный персептрон в качестве инструментария для создания прогнозов по цене природного газа. Оценена структура*

*стоимости производства томатов. Проанализирована степень перспективности использования альтернативных источников энергии на тепличных комплексах.*

***Нейронная сеть, многослойный персептрон, прогнозирование, альтернативные источники энергии.***

*The dynamics of changes in the cost of alternative energy sources, estimated relevance of predictive models of the cost of natural gas. Application of neural networks to create predyktiv price of natural gas. Your multilayer perceptron as a tool for making predictions about the price of natural gas. Reviewed tomato production cost structure. Analyzed the extent of promising alternative energy sources for greenhouse complex.*

***Neural network, multilayer perceptron, forecasting, alternative energy sources.***

УДК 621.3: 631.53.027.33

## **УСТАНОВКА ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ КОМАХ-ШКІДНИКІВ ЗЕРНА У СИЛЬНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ**

***О.М. Берека, доктор технічних наук  
О.В. Науменко, аспірант\****

*Розглянуто установку для знезараження комірних шкідників у сильному електричному полі імпульсного струму. Досліджено переваги використання джерела живлення імпульсного струму та допоміжних електродів з метою підвищення інтенсивності розрядних процесів у зерновій масі.*

***Зернова маса, комірні шкідники, сильне електричне поле, розрядні процеси.***

Заселеність зернових комахами-шкідниками досягає 37 %. За даними ФАО щорічно комахи-шкідники запасів поїдають до 15 % зерна, виробленого в світі, а в окремих країнах, що розвиваються, — 30 і, навіть, 50 %. В Україні щороку втрачається від шкідників хлібних запасів при зберіганні щонайменше 4 млн т зерна. Зерно кукурудзи від пошкодження комірним довгоносіком втрачає до 35 % ваги, пшениці — 50 %. Гусениці зернової молі виїдають до 70 % ендосперму, вага зерна знижується на 56 % [1, 7].

Уражене зерно забруднюється відходами їх життєдіяльності, хліб з такого зерна погано випікається, отруйні сечокислі солі, якими просочені

---

\*Науковий керівник — доктор технічних наук., професор О.М. Берека

© О.М. Берека, О.В. Науменко, 2014