

Ідентифікація моделі розподілу вологості ґрунту на основі АБК

М.П. Дивак
кафедра комп'ютерних наук
Тернопільський національний
економічний університет
Тернопіль, Україна
mdy@tneu.edu.ua

І.А.Мадюдя
кафедра комп'ютерних наук
Тернопільський національний
економічний університет
Тернопіль, Україна
imadiudia@gmail.com

Identification of the distribution model soil moisture based on ABC

M. Dyvak
Department of Computer Science
Ternopil National Economic University
Ternopil, Ukraine
mdy@tneu.edu.ua

I. Madiudia
Department of Computer Science
Ternopil National Economic University
Ternopil, Ukraine
imadiudia@gmail.com

Анотація—Розглянуто метод ідентифікації моделей об'єкта з розподіленими параметрами на основі поведінкових моделей бджолоїної колонії. Із застосуванням запропонованого методу побудовано математичну модель розподілу вологості ґрунту на ділянці поля.

Abstract—Considered the method of identification models the object with distributed parameters based on the behavioral models bee colony. By using the proposed method building the mathematical model of the distribution soil moisture in the field.

Ключові слова— алгоритм бджолоїної колонії (АБК); поведінкові моделі бджолоїної колонії; структурна ідентифікація моделей об'єктів з розподіленими параметрами.

Keywords—bee colony algorithm(ABC); behavioral models bee colony; structural identification models the object with distributed parameters.

I. ВСТУП

Електропровідність ґрунту безпосередньо визначає родючість ґрунту. Для моделювання електропровідності у праці [1] використовується інтервальна дискретна модель у вигляді різницевої схеми. Така модель недостатньо адекватно відображає властивості електропровідності, зокрема при зміні вологості.

Задача встановлення просторового розподілу вологості ґрунту є складною задачею агрометеорології. Єдиним надійним способом отримання інформації про процеси

зволоження та осушення ґрунту в реальних умовах сільськогосподарського поля є розрахунковий метод з використанням ряду математичних моделей.

Електропровідність, яка є характеристикою його родючості, залежить від вмісту води [2]. Дифузійні процеси призводять до зміни вологості і відповідно до зміни електропровідності.

Тому, у даній праці запропоновано модель електропровідності в якій враховується просторовий розподіл вологості ґрунту. Просторовий розподіл отримано із застосуванням інтервальної дискретної моделі розподілу вологості.

II. УЗАГАЛЬНЕНИЙ ВИГЛЯД МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ҐРУНТІВ

Проведені дослідження, щодо залежності електропровідності ґрунтів до інших чинників дають можливість сформулювати вимоги до структури математичної моделі електропровідності, а саме: математична модель повинна описувати розподіл електропровідності в межах заданої ділянки; математична модель розподілу електропровідності повинна включати у себе чинник вологості ґрунту.

Модель електропровідності побудована у вигляді рівняння :

$$E_{i,j} = \vec{f}^T (E_{0,0}, \dots, E_{i-1,0}, \dots, E_{0,j-1}, \dots, E_{i-1,j-1}, v_{1,i,j}) \cdot \vec{g}, \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J,$$

де $\vec{f}^T(\bullet)$ - вектор базисних функцій; $E_{i,j}$ - електропровідність в точці з дискретно-заданими координатами $i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J$ ділянки поля; $v_{i,j}$ - нормована вологість в точці з дискретно-заданими координатами $i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J$ ділянки поля. Для урахування розподілу вологості в моделі електропровідності необхідно побудувати дискретну інтервальну модель у вигляді :

$$[\hat{v}_{i,j}] = [\hat{v}_{i,j}^-; \hat{v}_{i,j}^+] = \vec{f}^T([\hat{v}_{0,0}], \dots, [\hat{v}_{i-1,0}], \dots, [\hat{v}_{0,j-1}], \dots, [\hat{v}_{i-1,j-1}]) \cdot \hat{g}, \quad i = 1, \dots, I, \quad j = 1, \dots, J, \quad (2)$$

де $[\hat{v}_{i,j}^-; \hat{v}_{i,j}^+]$ - інтервал вологості в точці з дискретними координатами.

Спираючись на умови забезпечення заданої точності(3), отримуємо ІСНАР[1].

$$[\hat{v}_{i,j}^-; \hat{v}_{i,j}^+] \subset [v_{i,j}^-; v_{i,j}^+], \quad \forall i = 1, \dots, I, \quad \forall j = 1, \dots, J. \quad (3)$$

Математично знаходження хоча б одного розв'язку ІСНАР сформуємо у вигляді оптимізаційної задачі, з цільовою функцією $\partial(\lambda s)$, яка визначає ступінь похибки зі структурою λs , її інтервальних даних. При цьому розузгодження між експериментальними інтервальними даними і результатами прогнозування представимо у такому вигляді:

$$\partial = (1 - (wid(V_{i,j} \cap \hat{V}_{i,j}) / wid(V_{i,j})) \cdot 100\%, \quad (4)$$

де wid - ширина інтервалу.

Сформульована задача є задачею структурної ідентифікації.

III. ЗАСТОСУВАННЯ АБК ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ВОЛОГІСТІ ГРУНТУ

Для розв'язання поставленої задачі структурної ідентифікації використаємо метод структурної ідентифікації на основі алгоритму бджолиної колонії, розроблений М. Диваком та Н. Порплицею [3]. Особливість методу полягає у поєднанні компонентів поведінкової моделі з методами аналізу інтервальних даних і на цій основі формулюються теоретичні основи побудови процедур пошуку глобального мінімуму функції мети $\partial(\lambda s)$ в задачі структурної ідентифікації інтервальної дискретної моделі.

В результаті структурної ідентифікації на основі АБК, було отримано таку дискретну модель:

$$[\hat{v}_{i,j}^-; \hat{v}_{i,j}^+] = 0.3785 + 0.3795 \cdot [\hat{v}_{i-1,j-2}^-; \hat{v}_{i-2,j-1}^+] + 0.0273 \cdot [\hat{v}_{i,j-2}^-; \hat{v}_{i-1,j-2}^+] + 0.2767 \cdot [\hat{v}_{i-1,j-1}^-; \hat{v}_{i-2,j-2}^+] + 0.1510 \cdot [\hat{v}_{i,j-2}^-; \hat{v}_{i-2,j}^+] + 0.1310 \cdot [\hat{v}_{i-2,j-1}^-; \hat{v}_{i-2,j-1}^+] + 0.1673 \cdot [\hat{v}_{i-2,j-1}^-; \hat{v}_{i-1,j}^+] + 0.0540 \cdot [\hat{v}_{i-2,j-1}^-; \hat{v}_{i-2,j}^+] + 0.0028 \cdot [\hat{v}_{i-2,j-2}^-; \hat{v}_{i-2,j-1}^+], \quad (5)$$

для $i = 1..2, j = 1..2$.

Структура інтервальної дискретної моделі містить 8 структурних елементів та для однієї прогнозованої точки вимагає 21 операцію множення та 8 операцій додавання, тобто є достатньо простою. Графік на рисунку 1 ілюструє похибку розузгодження між вимірними і спрогнозованими значеннями вологості ґрунту.

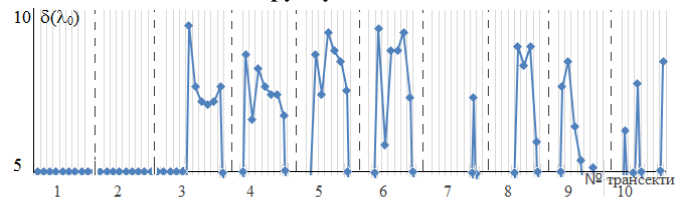


Рис. 1. Розузгодження між вимірними і спрогнозованими значеннями вологості ґрунту.

Як бачимо, міра розузгодженості не перевищує 10%, що є прийнятним з точки зору похибки вимірювань у 10%.

ВИСНОВКИ

У праці запропоновано та обґрунтовано побудову дискретну модель розподілу електропровідності на ділянці поля, із врахуванням розподілу вологості. Вперше, на основі поведінкових моделей бджолиної колонії побудовано інтервальну дискретну модель розподілу вологості на ділянці поля, яка визначається похибкою прогнозування в межах похибок вимірювань.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Madiudia I. Selection justification of the model for electrical conductivity of soils based on interval difference operator/ I.Madiudia, M. Dyvak, T. Dyvak, L.Gonchar // Proceedings of XIIIth International IEEE conference «The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics», CADSM'2015, 24-27 February 2015, Lviv-Poljana, Ukraine. - Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House. - P. 106-108.
- [2] Madiudia I. Interval model for prediction soil moisture / M.Dyvak, I.Madiudia, L.Honchar, R. Shevchuk// Proceedings of the XIIIth International Conference TCSET'2016 "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications, and Computer Science"- Lviv-Slavske, Ukraine. - February 23-26, 2016. -P.121-124.
- [3] Porplytsya N. Method of structure identification for interval difference operator based on the principles of honey bee colony functioning /N. Porplytsya, M. Dyvak, T. Dyvak // Computational Problems of Electrical Engineering. -2014. -Vol. 4, No2.-P. 57-68.
- [4] Дивак М.П. Задачі математичного моделювання статичних систем з інтервальними даними. Задачі математичного моделювання статичних систем з інтервальними даними.-Тернопіль: Видавництво ТНЕУ «Економічна думка», 2011.-216 с.