

## ДИНАМИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С УСТРОЙСТВАМИ ПЛАВНОГО ПУСКА ПРИ ПИТАНИИ ПУЛЬСИРУЮЩИМ ТОКОМ

*И. М. Голодный, Ю. М. Лавриненко, А. В. Торопов*

**Аннотация.** *Приведены алгоритмы работы силового блока и диаграммы напряжения и тока в режиме динамического торможения в системах регулируемого асинхронного электропривода с устройствами плавного пуска серии SSW.*

**Ключевые слова:** *устройства плавного пуска, переходный процесс, полупроводниковые преобразователи напряжения, диаграммы напряжения, динамическое торможение асинхронного электропривода.*

## DYNAMIC BRAKING OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE WITH SOFT START WHEN POWERED PULSATING CURRENT

*I. Golodny, Y. Lavrinenko, A. Toropov*

**Annotation.** *The algorithms of work of power block and diagram of tension and current are resulted in the mode of the dynamic braking in the systems managed asynchronous electric drive with the devices of the smooth starting of series of SSW.*

**Key words:** *devices of the smooth starting, transient, semiconductor transformers of tension, diagram of tension, dynamic braking of asynchronous electric drive.*

УДК 004.94:658.01

## СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОМЕТАНУ

*С. А. Шворов, доктор технічних наук  
Д. С. Комарчук, кандидат технічних наук  
П. Г. Охріменко, Д. В. Чирченко, аспіранти\*  
email: dmitruy@mail.ru*

**Анотація.** *Розглянуто методи моніторингу вирощування та збору біомаси для її переробки у біометан. Сформульовано основні задачі щодо застосування безпілотних літальних апаратів для планування*

---

\* Науковий керівник – доктор технічних наук, професор С. А. Шворов.

© С. А. Шворов, Д. С. Комарчук,  
П. Г. Охріменко, Д. В. Чирченко, 2015

засіву, збору енергетичних культур та інших органічних відходів для їх перетворення у біометан.

**Ключові слова:** система моніторингу, безпілотні літальні апарати, органічна сировина, біогаз, енергетичні культури, біометан.

За останнє десятиліття в 15 європейських країнах почали інтенсивно розвиватися проекти виробництва біометану (БМ). Подача БМ в мережу природного газу відбувається в 11 країнах (Австрія, Чехія, Німеччина, Данія, Фінляндія, Франція, Люксембург, Нідерланди, Норвегія, Швеція, Великобританія) [1]. Для подачі біометану в газопроводи використовують технологію, за допомогою якої забезпечується відокремлення CO<sub>2</sub> від біогазу (БГ) та отримання біометану з умістом до 95–98%. Україна має значний потенціал виробництва біогазу/біометану з відходів АПК, комунальних та промислових стічних вод, який оцінюється в 3,2 млрд м<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> на рік. Ще 3,3 млрд м<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> можна отримати при вирощуванні різних енергетичних культур (ЕК) на площах 1 млн га (3% від загальної площі орних земель України) [1–4].

Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є широке застосування спеціальних систем моніторингу існуючої та прогнозування перспективної бази ЕК з метою їх переробки на біогазових комплексах (БГК) для отримання максимальних обсягів біометану.

Результати проведеного аналізу наукових праць [5–6] свідчать, що на сьогодні недостатньо повно розглянуто питання розробки та застосування систем моніторингу врожайності (СМВ) енергетичних культур для їх перетворення у біометан.

**Мета досліджень** – обґрунтування функціональної структури системи моніторингу врожайності ЕК.

**Матеріали та методика досліджень.** Система моніторингу врожайності ЕК – це інформаційна система, яка здатна в оперативному режимі надавати відомості про поточний стан ЕК на певних площах.

Залежно від оглядовості (розміру контрольованої системою території) розрізняють СМВ локального, регіонального та національного (або транснаціонального) рівнів, але всі вони, зазвичай, складаються з таких підсистем:

- отримання інформації;
- опрацювання та аналізу інформації;
- розповсюдження інформації [5].

Для отримання інформації широко використовують технології та методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). З метою опрацювання аналізу інформації використовують географічні інформаційні системи (ГІС), а для її розповсюдження – технології Internet.

Дистанційне зондування Землі (*Remote Sensing of Earth*) – це отримання інформації про об'єкти на земній поверхні, а також про процеси та явища, що відбуваються на нашій планеті за відсутності безпосереднього контакту з об'єктами дослідження, тобто “здалеку”. Залежно від способу

розміщення реєструючих пристроїв, методи ДЗЗ поділяють на наземні, авіаційні та космічні, але всі вони мають одну спільну рису: одержання інформації відбувається шляхом реєстрації електромагнітного випромінювання (ЕМВ), що відбивається або випромінюється земною поверхнею. При цьому, методи ДЗЗ, як і всі інші методи отримання інформації, мають свої обмеження та переваги, а також характеризуються певною точністю.

До переваг методів ДЗЗ, перш за все, слід віднести те, що отримання інформації відбувається бездеградаційним шляхом, тобто без будь-якого втручання в об'єкт дослідження. По-друге: методи ДЗЗ характеризуються великою оглядовістю (здатністю одночасно отримувати інформацію з великих площ), що дозволяє виявляти та досліджувати явища й процеси, які неможливо спостерігати з невеликої відстані. По-третє: різноманітні сенсори, що використовуються в системах ДЗЗ, здатні реєструвати ЕМВ у багатьох діапазонах спектра – видимому, інфрачервоному, мікрохвильовому та радіодіапазоні, що значно підвищує їх інформативність та розширює коло вирішуваних задач [5].

Важливим напрямом використання технологій ДЗЗ є інвентаризація сільськогосподарських угідь та управління земельними ресурсами. У першу чергу, це стосується авіаційних методів ДЗЗ та супутникової зйомки з високою просторовою розрізненістю на місцевості з метою створення тематичних планів і карт різного масштабу для цілей землевпорядного проектування та ведення земельного кадастру. Дані космічної зйомки мають максимальне покриття, а актуальність існуючих даних – не завжди на високому рівні. Для деяких територій дані космічної зйомки доводиться чекати місяцями. Технології аерофотозйомки і повітряного лазерного сканування мають високу точність, але середнє покриття. Їх застосування потребує значних фінансових витрат. Використання БПЛА виправдане у випадку, коли необхідно швидко отримати точні дані на невеликій території. До того ж, собівартість аерофотозйомки з БПЛА на порядок нижче, порівняно із застосуванням малої авіації, що для деяких проектів, безперечно, є важливим аргументом.

Аерофотозйомка місцевості – це отримання знімків із повітря та подальше їх опрацювання різними методами. Досвід застосування аерофотограметричних методів свідчить про їх високу ефективність, порівняно з традиційними методами, що забезпечує зниження трудомісткості й термінів виконання польових робіт. Як альтернатива малої авіації і супутникової зйомки останніми роками активно застосовують дистанційно пілотовані літальні апарати.

Автоматична навігація та позиціонування забезпечують політ за маршрутом, утримання висоти, повернення в точку запуску і дають змогу ефективно відстежувати різні аспекти сільськогосподарської діяльності. Зйомки з БПЛА забезпечують проведення інвентаризації сільськогосподарських земель, виконання оперативного контролю стану посівів на різних стадіях, виявлення процесів деградації земельних ресурсів, оцінку об'ємів біомаси, вивчення динаміки сільськогосподарського використання земель та здійснення контролю за проведенням агротехнічних заходів.

Об'єктивна інформація про стан рослин у кожний період їхнього розвитку потрібна не тільки для управління виробничим процесом, але й для прогнозування врожаю, вирішення численних економічних і технічних питань, пов'язаних зі збиранням урожаю, формуванням цін на вирощувану продукцію тощо. За таких обставин надзвичайно актуальними стають розробка та впровадження ефективних, економічно вигідних систем моніторингу посівів на основі даних аерофотознімків із БПЛА за короткий термін.

Відомий метод визначення стану посівів, який базується на картографічній основі планів землекористування та огляду полів [6]. Проведення обстеження стану врожайності сільськогосподарських рослин зазвичай проводиться шляхом візуального спостереження поля та наступним нанесенням ситуації на картографічну основу планів землекористування. Недоліком такого методу є його великозатратність та наявність людського фактора, який призводить до значних похибок. Звичайні аерофотозйомки, які виконують для сільськогосподарських потреб, належать до складних технологічних процесів. Традиційно їх виконують за допомогою звичайних носіїв фотоапаратури, таких як сільськогосподарські літаки (АН-2), літаки-лабораторії аерофотозйомки (АН-26), гелікоптери (МІ-6). Однак, висока ціна цих робіт, необхідність наявності близько розташованого аеродрому та обмежена висота польоту (понад 200 м) таких засобів робить їх недоступними для більшості власників полів.

Крім того, виконання польоту до місця знімання проводиться тільки в певних "коридорах" та зйомки проводять тільки у відведених для цього зонах на висоті більш ніж 200 м, що призводить до зменшення роздільної здатності отриманого знімку. Таким чином, вищезгадані недоліки підвищують вартість аерофотозйомки та зменшують рентабельність. Зазначимо, що відношення якості/ціна при аерофотозйомці, здебільшого, є визначальною.

Поставлена задача вирішується за допомогою спеціального методу, який включає визначення ділянки поля, її аерофотозйомки, аналіз фотознімків. Фотографування визначеної поверхні проводять з висоти від 50 до 200 м за допомогою дистанційно пілотованого літального апарату, з можливістю одержання знімків із високою роздільною здатністю до посадки апарату. За їх аналізом визначають площу посівів. Після виходу в зону зйомки БПЛА починає її обліт. Протягом усього польоту фотоапарат проводить серії знімків, що дає змогу проводити перекриття знімків для їх подальшого опрацювання. Плановість зйомки досягається системою стабілізації, яка утримує БПЛА в горизонтальній площині, запобігаючи обертанню й пікіруванню апарату. Після зйомки апарат повертається в точку старту для проведення посадки. Знімки завантажуються у відповідне програмне середовище для обробки [7].

Розглянемо вирішення наступного завдання: дано знімки однієї і тієї самої території, зроблені в різний час. Передбачається, що деяка (у відсотковому співвідношенні невелика) частина території за час, що минув між зйомками, зазнала зміни. Потрібно визначити ділянки змін.

Хід вирішення: беремо пару послідовних знімків і будуємо регресію – по першому знімку пророкуємо значення другого знімку. Умова того, що зміни зазнала незначна частина території, дозволяє сподіватися, що:

– формування другого знімка по першому може бути достатньо точним;

– ті ділянки, для яких помітно значне розходження сформованого і реального значень, і є зміною ділянки.

Регресія будується за допомогою нейронних мереж. Дані, призначені для опрацювання, зберігаються в проекті GRASS, а використані знімки – у MODIS.

Розглянемо для прикладу дві дати послідовних знімків території: на 03.05.2015 (рис. 1) і на 12.05.2015 (рис. 2) [7].

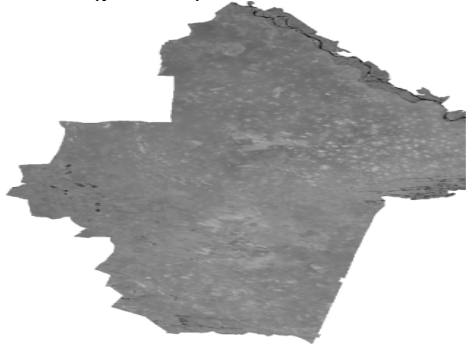


Рис. 1. Знімок території 3 травня

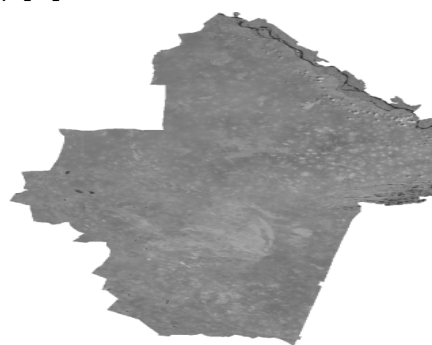


Рис. 2. Знімок території 12 травня

Розпізнавання образів включає в себе ряд етапів:

1. Сприйняття образів (технічне вимірювання).
2. Попереднє опрацювання отриманого сигналу (фільтрація).
3. Виокремлення потрібних характеристик (індексація).
4. Класифікація образу (прийняття рішення).

На першому етапі для сприйняття образів використовують два канали – (1) червоний і (2) ближній інфрачервоний).

На другому етапі здійснюється нормування вихідних значень до діапазону зміни функції активації (0, 1).

Третій та четвертий етапи розпізнавання образів, як правило, об'єднуються у системі розпізнавання образів (СРО), яка і є головним елементом такого інтелектуального комплексу. Алгоритм синтезу СРО є достатньо відпрацьованим:

- а) отримання тренувальної вибірки;
- б) вибір способу представлення даних та значущих характеристик;
- в) розробка класифікуючого критерію;
- г) навчання СРО;
- д) перевірка якості роботи з можливістю повернення до кроку 2 (або навіть і до кроку 1).

Для розпізнавання образів будуємо багатошаровий перцептрон, який бере на вході значення першого й другого каналів знімків від 3 травня, а на виході повертає передбачувані значення першого та другого каналів для знімків від 12-го травня.

Функцію активації нейронів візьмемо сигмоїдального типу:

$$f(u) = 1 / (1 + \exp(-u)). \quad (1)$$

Для роботи з нейронними мережами, у першу чергу, через швидкість роботи, доцільно використовувати пакет AMORE, в якому є декілька пакетів, що дозволяють створювати багат шарові мережі.

Відповідно до рекомендацій [7], нейронна мережа створюється таким чином. Оскільки даних для навчання є достатня кількість (близько 700 тис. пікселів), то й кількість нейронів можна взяти відносно великою. Для початку створюється мережа достатньо великих розмірів – з двома прихованими шарами по 20 і 10 нейронів у кожному (2-20-10-2); функція активації для всіх нейронів вибирається як сигмоїдальна (логістична). Навчання мережі здійснюється протягом 500 ітерацій. На навчальній множині будуть налаштовуватися ваги мережі.

Навчання мережі здійснюється відповідно до наступного алгоритму.

*Крок 1.* Проініціалізувати елементи вагової матриці (невеликими випадковими значеннями).

*Крок 2.* Подати на входи один із вхідних векторів, які мережа повинна навчитися розрізняти, і обчислити її вихід.

*Крок 3.* Якщо вихід правильний, перейти до кроку 4.

Інакше – обчислити різницю між ідеальним  $d$  і отриманим  $Y$  значеннями виходу:

$$\delta = d - Y. \quad (2)$$

Модифікувати вагу відповідно до формули:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta \delta x_i, \quad (3)$$

де  $t$  і  $(t+1)$  – номери відповідно поточної і наступної ітерацій;

$\eta$  – коефіцієнт швидкості навчання,  $0 < \eta < 1$ ;

$i$  – номер входу;

$j$  – номер нейрона у шарі.

Очевидно, якщо  $d > Y$ , то вагові коефіцієнти будуть збільшені і, тим самим, зменшать помилку. Інакше вони будуть зменшені, і  $Y$  теж зменшиться, наближаючись до  $d$ .

*Крок 4.* Виконати цикл з кроку 2, поки мережа не перестане помилятися.

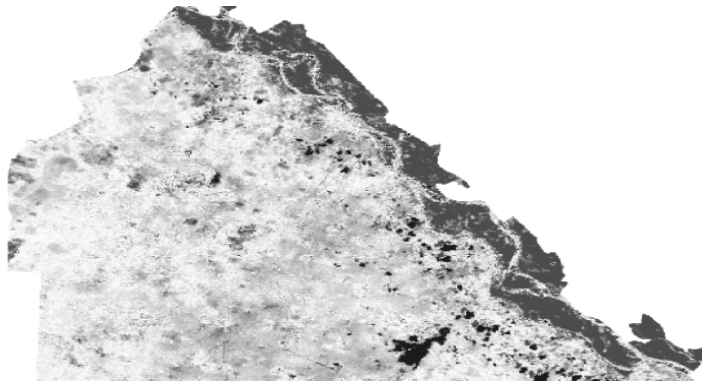
Під час експериментів найбільш вдалою мережею виявилася мережа з одним прихованим шаром і п'ятьма нейронами в ньому. У результаті навчання цієї мережі було досягнуто помилки на навчальній множині: 0.0188.

Після навчання мережі здійснюються розрахунки, подаючи в навчену мережу дані першого знімка. Перш, ніж порівнювати створені нейронною мережею растри з реальними знімками, їх потрібно денормувати [7].

У підсумку отримуємо два растра, в яких містяться значення для першого і другого каналу відповідно, передбачені нейронною мережею. Замість того, щоб порівнювати безпосередні значення отриманих растрів і знімків, буде зручно знайти різниці між зформованим значенням і реальним знімком. При цьому яскраві ділянки відповідають великим по модулю значенням різниці, бліді ділянки – невеликим (рис. 3).

Візуально на знімку можна розрізнити місця якісного та неякісного зростання ЕК, а за допомогою програмного забезпечення – визначити

різницю між загальною площею поля та площею неякісного зростання ЕК, що і є ефективною площею посіву. Крім того, можна визначати площі осолонцювання, забруднення та засмічення полів тощо.



**Рис. 3. Різниця між знімками 3 та 12 травня**

### **Висновки**

Отже, порівняно з існуючими методами обстеження врожайності території поля, запропонований метод має більш високу оперативність та точність отримання результатів моніторингу. Одержані дані дають можливість обраховувати ефективну площу посівів, площу просівів та ділянки поля, які потребують агротехнічних заходів. Загальна вартість СМВ значно менша, порівняно з традиційними методами моніторингу, оскільки не потребує пального.

### **Список літератури**

1. Гелетуша Г. Г. Перспективи виробництва та використання біометану в Україні [Електронний ресурс] / Гелетуша Г. Г., Кучерук П. П., Матвеев Ю. Б. Режим доступу : <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-11-ua.pdf>
2. Гелетуша Г. Г. «Развитие биогазовых технологий в Украине и Германии: нормативно-правовое поле, состояние и перспектива» : брошюра / Гелетуша Г. Г., Кучерук П. Д., Матвеев Ю. Б. – Киев-Гюльцов, 2013. – 71 с.
3. Гелетуша Г. Г. Перспективи біогазу в Україні. – Економічна правда, 2013 [Електронний ресурс] / Г. Г. Гелетуша. – Режим доступу : <http://www.epravda.com.ua/columns/2013/07/3/383399/>
4. Гелетуша Г. Г. Про майбутнє біометану [Електронний ресурс] / Г. Г. Гелетуша. – Режим доступу : <http://forbes.ua/ua/opinions/1390912-pro-majbutne-biometanu>
5. Трускавецький С. Р. Можливості супутникової зйомки в ідентифікації зернових культур Харківської області / С. Р. Трускавецький, Л. П. Коляда, О. І. Шерстюк // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2013. – Вип. 15. – С. 178–183.
6. Балюк С. А. Методичні рекомендації щодо стану зрошуваних земель та сільськогосподарських культур на базі аерофотозйомки / С. А. Балюк, М. О. Солоха ; за ред. С. А. Балюка // Завершені наукові розробки – 2013. – X. : ІГА імені О. Н. Соколовського, 2014. – 44 с.
7. Нейросетевая обработка данных в ГИС Grass и R [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gis-lab.info/qa/grass-neuro-r.html>

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕТАНА

*С. А. Шворов, Д. С. Комарчук, П. Г. Охрименко, Д. В. Чирченко*

*Аннотация. Рассмотрены методы мониторинга выращивания и сбора биомассы для ее переработки в биогаз. Сформулированы основные задачи по применению беспилотных летательных аппаратов для планирования посева, сбора энергетических культур и других органических отходов для их преобразования в биогаз.*

*Ключевые слова: система мониторинга, беспилотные летательные аппараты, органическое сырье, биогаз, энергетические культуры, биогаз.*

## THE SYSTEM OF MONITORING THE STATE OF ENERGY CROPS FOR OBTAINING BIOMETHANE

*S. Shvorov, D. Komarchuk, P. Ohrimenko, D. Chyrchenko*

*Annotation. The methods of monitoring the cultivation and harvesting biomass for processing into biogas. The main tasks for the application of unmanned aerial vehicles to plan their planting, harvesting of energy crops and other organic waste for conversion into biogas.*

*Key words: monitoring system, unmanned aerial vehicles, organic materials, biogas, energy crops, biogas.*

УДК 535.37

## ІНАКТИВАЦІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ЕЛЕКТРИЧНИМИ ПОЛЯМИ

*Ю. І. Посудін, доктор біологічних наук  
e-mail: posudin@ukr.net*

*Анотація. Обговорено основні принципи інактивації мікроорганізмів шляхом постійного електричного поля. Показано, що прикладені електричні поля можуть вибірково інактувати сенсорні функції мікроорганізмів.*

*Ключові слова: інактивація, електричні поля, мікроорганізми.*

Інактивація – це часткова або повна втрата біологічно активною речовиною або організмом своєї активності. Інактивацію використовують для знищення будь-яких мікроорганізмів і вірусів, порушення їхніх функцій, дезактивації та дезінфекції, стерилізації. Відомі різні фізичні методи забезпечення безпеки харчових продуктів та інактивації мікроорганізмів за

© Ю. І. Посудін, 2015