

DOI: [10.32702/2307-2105-2019.6.66](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.6.66)

УДК 681-31.001.8

*Д. М. Квашук,
к. е. н, доцент кафедри економічної кібернетики
Національного авіаційного університету
ORCID: 0000-0002-4591-8881
В. В. Підлужній,
студент кафедри економічної кібернетики
Національного авіаційного університету
ORCID: 0000-0003-4874-0641*

ДІАГНОСТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ РОСЛИН З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ В СИСТЕМІ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ФЕРМЕРСЬКИХ ДОМОГОСПОДАРСТВ

*Dmytro Kvashuk
PhD.(Econ), associate professor of the department of economic cybernetics,
National aviation university
Vladyslav Pidluzhnyi
student of the Department of Economic Cybernetics,
National Aviation University*

DIAGNOSIS OF PLANT DISEASES USING TECHNOLOGIES OF PATTERN RECOGNITION IN THE SYSTEM OF ECONOMIC SAFETY OF FARM HOUSEHOLDS

Метою даної статті є розгляд теоретичний та прикладних аспектів, що пов'язані з технологічним вдосконаленням та підтримкою дрібних фермерських домогосподарств в Україні та підготовкою їх до висококонкурентних умов, поява яких, пов'язана із процесами, що передують відкриттю земельного ринку.

Основна задача, показати сучасні можливості для застосування технологій машинного зору дрібним підприємцям, основний вид економічної діяльності яких, є сільське господарство. Разом з тим наголошено на актуальності оцінки ризиків в сільському господарстві, які визначають рівень економічної безпеки даного виду діяльності.

Досліджено нагальні потреби в підвищенні конкурентоздатності дрібних аграріїв, які мають поступово освоювати технологічну сферу застосування штучного інтелекту.

Розглянуто основні принципи застосування технологій машинного зору та можливості їх використання в умовах сучасності.

Також, було визначено економічну ефективність машинного зору, що в рази перевищує ефективність людської праці. Перш за все це обумовлено витратами на оплату праці, відсутністю людського фактору та точністю розрахунків.

Проаналізовано ряд не вирішених питань, які пов'язані із економічною безпекою вітчизняних аграріїв, а саме їх можливостями використовувати сучасні інформаційні технології для розвитку власних домогосподарств.

Досліджено міжнародний досвід застосування технологій розпізнавання образів в аграрній сфері, зокрема ряд складових, які можуть застосуватись фермерськими домогосподарствами у сфері автоматизованого розпізнавання хвороб рослин.

Розглянуто можливості виділення специфічних ознак таких хвороб на відеозображеннях та ідентифікації їх обчислювальними засобами.

Визначені найбільш придатні способи для використання машинного зору дрібними фермерами.

На основі розглянутого запропоновано шляхи програмної реалізації розпізнавання хвороби бактеріального опіку ячменю.

The purpose of this article is to examine the theoretical and applied aspects related to the technological improvement and support of small farm households in Ukraine and their preparation for highly competitive conditions, the emergence of which is associated with the processes preceding the opening of the land market.

The main task is to show modern possibilities for the application of technologies of machine vision for small entrepreneurs, the main type of economic activity of which is agriculture. At the same time, the importance of assessing the risks in agriculture, which determine the level of economic security of this type of activity, is emphasized.

The urgent needs in increasing the competitiveness of small farmers, who must gradually master the technological sphere of artificial intelligence application, are investigated.

The basic principles of the use of technologies of machine vision and possibilities of their use in modern conditions are considered.

Also, the economic efficiency of machine vision, which exceeds the efficiency of human labor, has been determined. First of all, this is due to labor costs, the lack of a human factor and the accuracy of calculations.

The author analyzes a number of unresolved issues related to the economic security of domestic farmers, namely their ability to use modern information technology for the development of their own households.

The international experience in applying image recognition technologies in the agrarian sector is explored, in particular a number of components that can be applied by farm households in the field of computer-aided plant disease recognition.

The possibility of identifying specific features of such diseases on video images and identification of their computing means are considered.

The most suitable methods for the use of machine vision by small farmers are determined.

On the basis of the considered the ways of program realization of recognition of the disease of bacterial burn of barley are offered.

Ключові слова: *діагностика захворювань рослин; фермерські домогосподарства; економічна безпека; машинний зір; розпізнавання образів.*

Key words: *diagnosis of plant diseases; farm households; economic safety; machine vision; pattern recognition.*

Постановка проблеми. Серед багатьох політиків, економістів та державних діячів неодноразово лунали гасла, що Україна – аграрна держава, актуальною сферою якої постає промисловість, тому значну частину завдань, що мають бути вирішені для її населення потрібно вдосконалювати відповідно до умов сучасності, а саме із застосування штучного інтелекту.

Стан захищеності вітчизняних фермерів в умовах жорсткої конкуренції, посиленням інтеграційних процесів, збільшенням залежності від продуктів обробки рослин, недостатній рівень технологічної оснащеності

та володіння сучасними інформаційними технологіями, створює ряд ризиків для аграріїв. Особливо це стосується найбільш незахищеної верстви підприємців, які використовують власні домогосподарства для отримання прибутку. Все це, разом із нестабільністю економічних процесів в Україні війною на сході, залежністю від міжнародних фінансово-кредитних організації створює певні виклики для економічної безпеки фермерів та фермерських домогосподарств, оскільки середні та дрібні підприємства не в змозі конкурувати з міжнародними компаніями. Це обумовлено перш за все, через певні збитки на різних етапах виробництва: починаючи від посіву і закінчуючи збором урожаю. Тому аграрії вимушені домовлятися з міжнародними компаніями про переробку отриманого врожаю, втрачаючи можливості для власного розвитку. Разом з тим, високі податками, лобіювання інтересів агрохолдингів органами державної влади, завищені ціни на паливно-мастильні матеріали, реальна відсутність пільгового кредитування в скрутне становище переважну кількість дрібних підприємців.

Зважаючи на це, український експорт програмного забезпечення є одним з найбільш розширених напрямів розвитку економіки країни, а виведення сільського господарства на новий технологічний рівень можна вважати головним пріоритетом, як державної політики, так і самих фермерів.

З погляду на зазначене, слід зауважити, що в області контролю та оцінки якості сільськогосподарських продуктів, світовим трендом виступають технології машинного зору, оскільки така можливість високими потужностями обчислювальних систем, за рахунок яких, вдається контролювати ризики захворювань рослин, розпізнаючи візуальні зміни цих продуктів, тощо.

Нажалі на сьогоднішній день, переважна кількість місцевих фермерів не мають таких можливостей, тому у цій сфері, для вирішення даної проблеми існує необхідність перегляду інформаційної політики на місцевому, громадському, державному, та міжнародному рівнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За даними ООН, щорічні світові втрати врожаю сільськогосподарських культур через хвороби становлять понад 30%, що порівнюється приблизно 75 мільярдів доларів щорічно [1]. В даний час боротьба з шкідниками складається в основному з агротехнічних, біологічних та хімічних прийомів. Недоліками застосування таких способів захисту є значні витрати на обробку ґрунту, його забруднення хімічними пестицидами та уповільнення росту рослин.

Застосування машинного зору дозволяє передчасно виявити хвороби по плодам та листю, що дозволяє збільшити виробництво продукції зокрема, та продовольчої в економічній безпеці України, в цілому.

Найбільш важливими дослідженнями в сільськогосподарському господарстві є оцінка впливу хвороб рослин [2], [3], [4], оскільки основним показником фінансової ефективності для фермера є урожайність.

Внаслідок виникнення бактеріальних захворювань зернових культур відбувається падіння урожайності зернових культур, погіршується якість продукції і виробники змушені застосовувати сучасні технології, витрачаючи значні кошти для зменшення ризиків захворювання рослин, що є єдиним шляхом до зменшення аграрних ризиків, оскільки ціна таких ризиків - втрата до половини врожаю.

Звичайно, що загрозу краще попередити а ніж потім ліквідувати її наслідки. Тому, сучасні фермери, особливо в розвинених країнах світу використовують комп'ютерний зір для вирішення питань ідентифікації захворювань рослин.

Постановка завдання. Можливості автоматизованого ведення господарства все частіше представляють інтерес серед виробників сільськогосподарської продукції. Візуальне розпізнавання стану культур в автоматичному режимі може вирішувати два головних питання: скорочення витрат на оплату праці, та точність у визначенні поточного стану сільськогосподарських культур.

З метою визначення хвороб зернової продукції на ранній стадії виникнення, слід візуально оглянути значну кількість рослин, що, з використанням людських ресурсів реалізувати майже не можливо. Тому нагальною потребою для дрібних аграріїв є наявність практичних та методичних рекомендацій щодо використання, обслуговування, впровадження та вдосконалення технологій штучного зору для вирішення низки питань, які пов'язані з оцінкою стану сільськогосподарських культур.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Визначення візуальних ознак захворювання рослин, не завжди може бути реалізовано, що викликає необхідність розробки автоматизованих систем розпізнавання візуальних пошкоджень зернових продуктів.

Тому пропонується бюджетне програмно-апаратне рішення, що дозволяє передчасно виявити хвороби рослин за візуальними ознаками зміни кольору листя, що важливо для підвищення економічної безпеки дрібних фермерів шляхом попередження загроз втрати урожаю.

Алгоритм роботи такого комплексу може бути представлений наступним чином:

- пересувна роботизована платформа, отримуючи сигнали від управляючого пристрою, який знаходиться на борту цієї платформи рухається по заданому маршруту;
- відеокамера на борту такої платформи передає, відео-зображення до обчислювального пристрою, який реалізує задачу з розпізнавання хвороб рослин;
- в залежності від кількості виявлених хворобливих плям машина визначає кількісні характеристики ураженого листя.

Результатом роботи такого алгоритму є система автоматизованого візуального моніторингу стану рослин, що забезпечує зниження рівня забруднення навколишнього середовища та витрат на обробку ґрунту.

Така система може контролювати стан рослин в реальному часі за кольором листя, виявляти наявність паразитів та попереджати агронома про можливі проблеми з вирощуванням рослин. За результатами реалізації такого алгоритму планується

впровадження такого проекту в одному з агрокомплексів на території Черкаської області.

Не кожен підприємець може дозволити собі досить дороге обладнання, яке дозволяє використовувати технології розпізнавання образів. Але, на сьогодні існує ряд програмних та апаратних засобів, використання яких може значно скоротити витрати на їх впровадження. Проте, використовуючи програмні бібліотеки для розпізнавання образів із безкоштовною ліцензією та бюджетну обчислювальну техніку, така задача може бути реалізована, принаймні для дрібних фермерів для невеликих домогосподарств.

Застосування методів розпізнавання кольору, не складає певних труднощів, як на технічному, так, і методичному рівні. Сьогодні існує безліч способів це зробити, застосовуючи вже існуючі програмні засоби їх реалізації та недороге апаратне забезпечення.

Для прикладу визначення хвороб бактеріального опіку рослин, де ознакою захворювання є поява специфічного кольору на листі, можна представити програмний код мовою програмування Python з використанням бібліотеки розпізнавання образів OpenCv [5].

Так, наявність алгоритму розпізнавання кольору та ідентифікації виділених об'єктів можуть мати широку сферу застосування. Приклад коду може бути представлений наступним чином:

Імпорт бібліотеки OpenCv та бібліотеки для роботи з масивами даних.

```
import cv2
```

```
import numpy as np
```

Встановлення меж кольорової гамми, яка може бути представлена у вигляді масивів даних

```
hsv_min = np.array((10,100,17), np.uint8)
```

```
hsv_max = np.array((20,200,255), np.uint8)
```

Імпорт зображення (може бути реалізований з різних джерел, в тому числі відеокадри, знімки та прості графічні зображення).

```
fn = r'C:\Users\user\Downloads\111.jpg'
```

З метою перетворення зображення в масив точок, можна використати функцію `cvtColor` даної бібліотеки, вона приймає на вхід зображення з діапазону кольорів, які потрібно виділити. На виході ми отримується чорно-біле зображення, де білим кольором виділені пікселі, кольори яких потрапили в діапазон дослідження, а чорним кольори, які не відповідають критеріям пошуку кольору.

```
hsv = cv.cvtColor( img, cv.COLOR_BGR2HSV )
```

Для перетворення зображення в кольорову модель `hsv`, та визначення діапазону шуканих кольорів можна застосувати функцію `inRange`.

```
thresh = cv.inRange( hsv, hsv_min, hsv_max )
```

Так, реалізується виділення хворобливих плям певного кольору.

З допомогою функції `findContours`, яка приймає ряд необхідних аргументів для знаходження контурів, визначаються контури знайдених хворобливих плям.

```
_, contours0, hierarchy = cv.findContours( thresh.copy(), cv.RETR_TREE, cv.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

Для формування виділення хворобливих плям доцільно застосувати функцію `fitEllipse`, яка буде реалізовуватись в програмному циклі, для кожної плями окремо.

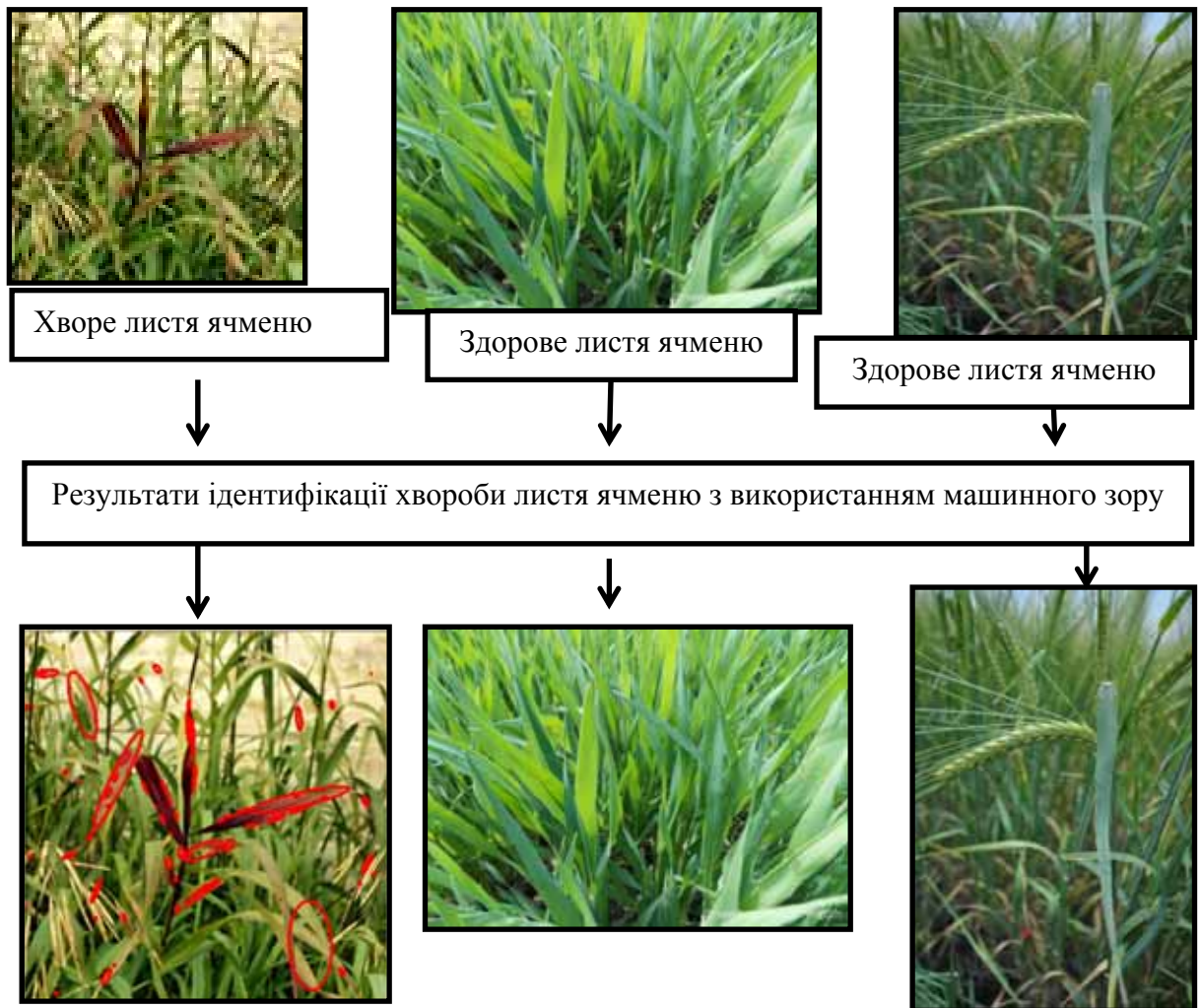


Рис. 1. Результати ідентифікації хвороби листя ячменю з використанням машинного зору
Розроблено автором з використанням програмної бібліотеки OpenCv [5]

```

for cnt in contours0:
    if len(cnt)>4:
        ellipse = cv.fitEllipse(cnt)
        cv.ellipse(img,ellipse,(0,0,255),2)
  
```

Виведення розпізнаних хворобливих плям можна представити у вікні бібліотеки OpenCv (див. рис.1).

Завершити програмний цикл можна допомогою функцією waitKey, натиснувши esc

```
cv2.waitKey(0)
```

```
cv.destroyAllWindows()
```

Таким чином, можна встановити за певними критеріями захворювання точний діапазон видимих ознак. В даному випадку, це характерні ознаки певного кольору листя ячменю. Результати апробації представлено на рис. 1.

Висновки з проведеного дослідження.

Використання технологій розпізнавання образів в сільському господарстві може вивести вітчизняних аграріїв на новий сучасний, технологічний рівень. Це дасть можливість зменшити витрати на оплату працюючих, а також забезпечити якісний контроль за врожаєм, ідентифікувати ризики захворювань рослин на ранній стадії розвитку.

Запропонований в роботі приклад дозволив зацентувати увагу на простоті використання сучасних засобів машинного зору в сільськогосподарській сфері.

Таким чином, забезпечення принципів доступності сучасних технологій для вітчизняних аграріїв, дозволить підвищити їх рівень конкурентоспроможності у порівнянні с потужним агрохолдингами.

Список використаних джерел.

1. Статика втрат урожаю пшениці (2019), Офіційний сайт ООН [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <https://unstats.un.org>.

2. Newman J.A., Gibson D.J., Parsons A.J., Thornley J.H. How predictable are aphid population responses to elevated CO₂?, Anim. Ecol. (vol.72), 2003, pp. 556–566.

3. Savary S., Mila A, Willocquet L, Esker PD, Carisse O, McRoberts N. Risk factors for crop health under global change and agricultural shifts: a framework of analyses using rice in tropical and subtropical Asia as a model. (2011), *Phytopathology*. 2011 Jun;101(6): pp. 696-709.

4. Whish J.P. M., Herrmann N.I., White N.A., Moore A.D., Kriticos D.J. Integrating pest population models with biophysical crop models to better represent the farming system. *Environ. Model. Softw.* 2015; 72:418–425.

5. The site of the office of the OpenCv Library (2019), “Documentation”, [Electronic resource], available at: <https://opencv.org/>(Accessed 29 May 2019).

References.

1. Official website of the United Nations (2019), “Static loss of wheat crop”, [Electronic resource], available at: <https://unstats.un.org> (Accessed 29 May 2019).

2. Newman, J. Gibson, D. Parsons A, and Thornley, J. (2002), “Thornley predictable are aphid population responses to elevated CO₂”, *Animals Ecology*, vol. 72, pp. 556–566.

3. Savary , S. Mila, A. Willocquet, L. and Esker, P. (2011), “Risk factors for crop health under global change and agricultural shifts: a framework of analyses using rice in tropical and subtropical Asia as a model”, *Phytopathology*, vol. 101(6), pp. 696-709.

4. Whish, J. Herrmann, N. White, N. and Moore A., (2015), “Integrating pest population models with biophysical crop models to better represent the farming system”, *Environmental Modelling & Software*, vol. 72, pp. 418-425.

5. The site of the office of the OpenCv Library (2019), “Documentation”, [Electronic resource], available at: <https://opencv.org/>(Accessed 29 May 2019).

Стаття надійшла до редакції 20.06.2019 р.