

М.О. Свірень, проф., д-р техн. наук, О.К. Дідик, доц., канд. техн. наук,  
М.С. Мірошніченко, асист.

Кіровоградський національний технічний університет

## Ідентифікація динаміки зміни урожайності поля в якості збурення, що діє в автоматизованій системі стабілізації потоку хлібної маси зернозбирального комбайну

В статті розглянуті результати оцінки спектральної щільності зміни урожайності зернових по ходу руху комбайну за відомою картографічною інформацією на класі дробово-раціональних функцій комплексного аргументу.

**зернозбиральний комбайн, система стабілізації, потік хлібної маси, урожайність поля**

**Постановка проблеми.** Досягнення максимальної конструктивно забезпеченої пропускної здатності молотарки можливе лише при рівномірному потоці хлібної маси на її вході. Досягнення мінімального рівня коливань потоку хлібної маси на вході молотильно-сепаруючого пристрою в реальних умовах зміни рельєфу поля, врожайності сільськогосподарської культури та вітрового навантаження на комбайн можливе лише у відповідним чином спроектованих оптимальних системах стабілізації. Одним з найважливіших параметрів, що змінює потік хлібної маси  $Q$  на вході до молотарки, є урожайність культури. Вона змінюється у широких межах для різних \_\_\_\_\_

© М.О. Свірень, О.К. Дідик, М.С. Мірошніченко, 2012

полів, різних кліматичних умов, та навіть для одного поля внаслідок особливостей протікання процесів філогенезу та онтогенезу рослини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Характер проходження зазначених процесів розвитку рослини визначається дією багатьох факторів, головними серед яких [1-4] є вплив складу ґрунту, клімату, освітленості, водного режиму. Велика кількість джерел впливу на розвиток рослини та результати досліджень, викладені у роботах [3,4], дозволяють прийняти припущення про випадковий характер зміни врожайності поля.

**Мета статті.** Оцінити спектральну щільність зміни урожайності зернових по ходу руху комбайну за відомою картографічною інформацією на класі дробово-раціональних функцій комплексного аргументу.

**Основні матеріали досліджень.** Для досягнення цієї мети застосовано методику ідентифікації динаміки зміни урожайності до картографічних даних поля № 2 зернопаропросапної науково-дослідної сівозміни лабораторії землеробства КІАПВ НААН. Параметри цього поля: форма - прямокутна, довжина  $D$  складає 325 м, ширина  $L$  – 162м. За інтерпольованими даними, отриманими з карти врожайності поля, побудовано поверхню розподілу рис. 1, яка склала вихідні дані для визначення спектральної щільності зміни врожайності.

У відповідності до зазначеної методики задано напрямок вісі ординат прямокутної системи координат та знайдено кількість проходів  $k$  за яку обраний прототип комбайну обробить усе поле

$$k = \text{int} \left( \frac{L}{B} \right) = \text{int} \left( \frac{162}{6} \right) = 27, \quad (1)$$

де  $B$  – ширина жатки комбайну.

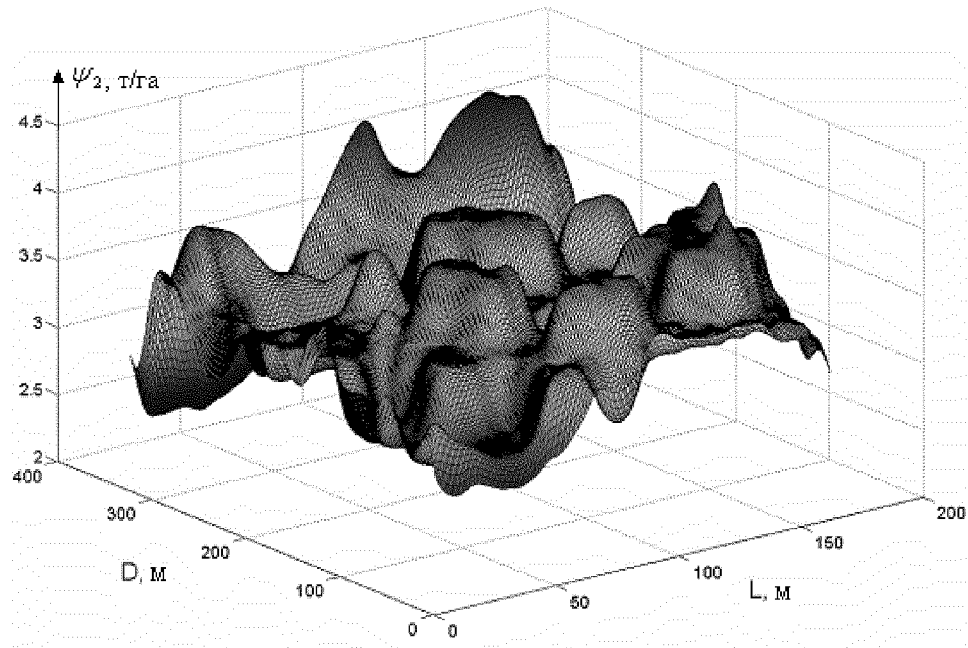


Рисунок 1 – Поверхня розподілу урожайності поля

Для подальшої роботи з масивом даних про урожайність поля перебудуємо його у вектор по ходу руху комбайну. В результаті одержимо вибірку значень урожайності у функції пройденій комбайном відстані вздовж еквівалентного рядка  $\psi_2(y)$  (рис. 2).

За даною вибіркою визначимо середню врожайність поля  $M_h$  як математичне очікування функції  $\psi_2(y)$

$$M_h = 0.35 \text{ кг/м}^2. \quad (2)$$

Наступним кроком визначимо середню швидкість руху комбайну за виразом

$$V_0 = \frac{Q_h}{BM_h(1+\varepsilon)} = \frac{9}{6 \cdot 0.35 \cdot 2.5} = 1.71 \text{ м/с}. \quad (3)$$

де  $Q_h$  – продуктивність комбайна.

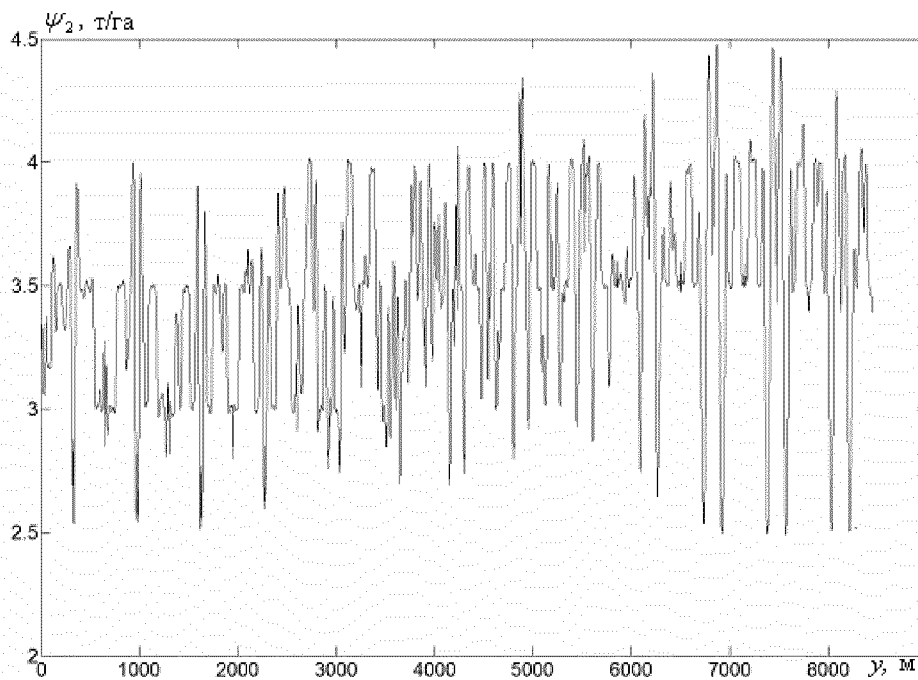


Рисунок 2 – Зміна урожайності поля по ходу руху комбайну

Далі виконуємо перетворення вибірки значень урожайності у функції часу. Для цього визначаємо множину відліків часу та крок дискретизації  $\Delta_t$

$$\Delta_t = 0,58 \text{ с} \quad (4)$$

та здійснюємо перехід від лінійної координати  $y_i$  до часу  $t_i$ . Зазначений перехід дозволяє створити набір миттєвих значень зміни урожайності для фіксованої швидкості комбайну  $V_0$ .

Застосування до отриманих таким чином вихідних даних алгоритму Блекмена-Тьюкі з допомогою функцій `conf`, `spectrp`, `btcsr` дозволило знайти оцінку спектральної щільності зміни врожайності поля, яка виникає при русі комбайну з середньою швидкістю  $V_0$  (рис. 3).

В результаті апроксимації графіку оцінок (рис. 3) методом типових логарифмічних характеристик знайдена спектральна щільність зміни врожайності у вигляді:

$$S_{\psi_2\psi_2}(s) \Big|_{V_0=1.71} = \frac{\sigma_0^2}{\pi} \left| \frac{1}{(T_0 s + 1)} \right|^2, \quad (5)$$

де  $\sigma_0$  – середньоквадратичне відхилення урожайності, що дорівнює  $0.035 \text{ кг/м}^2$ ;  $T_0$  – постійна часу, що дорівнює  $100 \text{ с}$ .

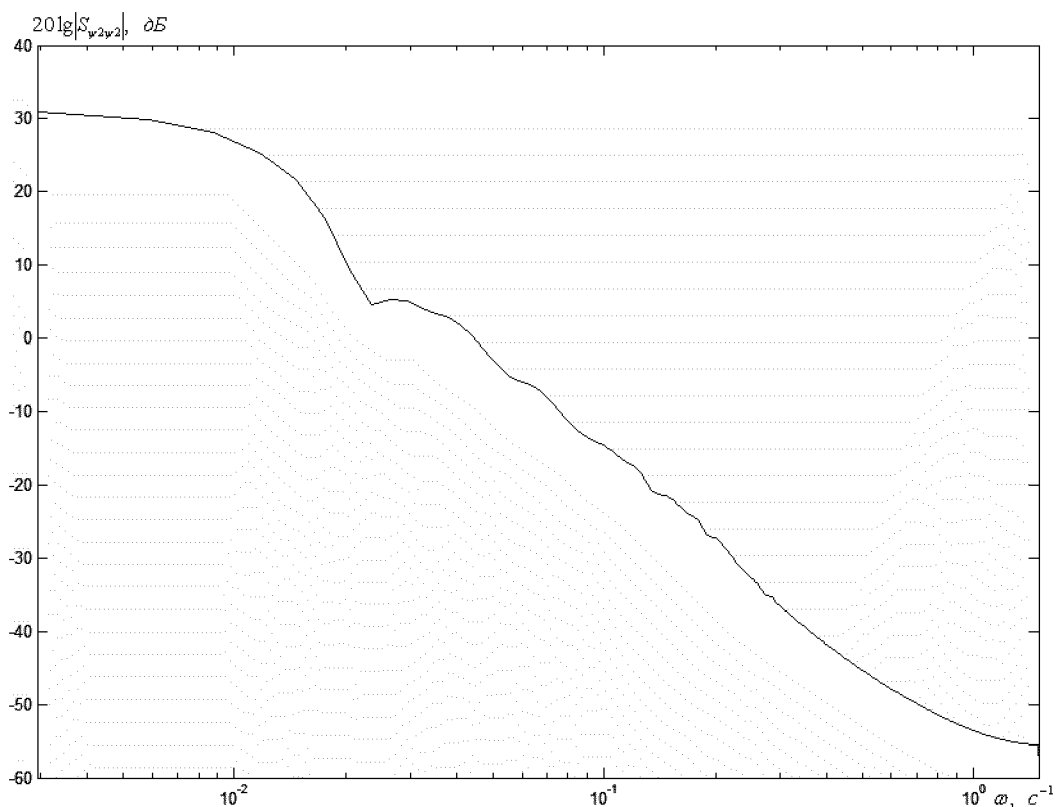


Рисунок 3 – Оцінка спектральної щільності зміни урожайності поля

**Висновок.** Вивчення процедури отримання спектральної щільності коливань урожайності дозволяє зробити наступний висновок, що при збільшенні середньої швидкості руху комбайну відбувається зменшення постійної часу  $T_0$ , у той час як дисперсія коливань залишається постійною. Останнє дає можливість визначити зв'язок параметрів спектральної щільності зміни врожайності зі швидкістю руху комбайну  $V_0$  у вигляді

$$S_{\psi_2\psi_2} = \frac{\sigma_{\psi_2}^2}{\pi} \left| \frac{1}{(T_{\psi_2} s + 1)} \right|^2, \quad (6)$$

де

$$\sigma_{\psi^2}^2 = \frac{1.71\sigma_0^2}{V_0}, T_{\psi^2} = \frac{1.71T_0}{V_0}. \quad (7)$$

Отримані таким чином моделі динаміки зміни збурень, які впливають на систему стабілізації потоку хлібної маси, дозволяють перейти до визначення динамічних характеристик узагальненого об'єкта керування [5], оскільки визначають область частот, в якій зосереджена потужність зовнішніх впливів.

## Список літератури

1. Аніскевич Л.В. Місцевизначене керування технологічними процесами сільськогосподарських машин. / Л.В. Аніскевич // Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва», т. IX. – Київ: НАУ, 2000.- С. 43-46.
2. Войтюк Д.Г. Розробка спеціалізованого обладнання сільськогосподарських машин для технології точного землеробства. / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.П. Ковбаса, М.З. Зелинський – К.: редакція ж. «Дім, сад, город», 2003.- 58 с.
3. Долгов И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины. (Конструкция, теория, расчет): Учебник. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 707 с.
4. Гельфенбейн С.П. Электроника и автоматика в мобильных сельхозмашинах. / Гельфенбейн С.П., Волчанов В.Л. – М.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
5. Осадчий С.І. Синтез оптимальної багатовимірної системи стабілізації руху об'єкта зі зворотнім зв'язком по відхиленню та корекцією по збуренню. / Осадчий С.І., Дідик О.К., Віхрова М.С. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 102 „Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України”. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – С. 71 – 73.

*Н. Свирень, А. Дидьк, М. Мирошніченко*

**Идентификация динамики изменения урожайности поля в качестве возмущения, которое действует в автоматизированной системе стабилизации потока хлебной массы зерноуборочного комбайна**

В статье рассмотрены результаты оценки спектральной плотности изменения урожайности зерновых по ходу движения комбайна по известной картографической информации на классе дробно-рациональных функций комплексного аргумента.

*M. Sviren, O. Didyk, M. Miroshnichenko*

**Authentication of change dynamics of the field productivity as indignation that operates in automated system of stabilizing of panary mass stream of combine harvester**

In the article the considered results of estimation of spectral closeness of change of the productivity grain-growing on motion of combine on the known cartographic information on the class of shot-rational functions of complex argument.

Одержано 18.10.12