

УДК 629.113

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДВИЖЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

Овсянников С. И., к.т.н., Редько А., студент-магистр

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко) Email: ovsrg@rambler.ru

В работе представлены результаты исследования по определению характеристик неровностей агрофонов и методы определения основных статистических параметров. Результаты работы могут быть использованы для анализа и моделирования поверхности движения агрегатов.

Актуальность. При конструировании, исследовании и расчетной оценки показателей тягово-транспортных свойств сельскохозяйственных агрегатов на основе математического моделирования важно знать геометрические параметры поверхности движения и закономерности их изменения [1, 2, 3].

Анализ исследований и публикаций. В работе [4] отмечается, что параметры рельефа поверхности движения существенно влияют на плавность хода, тягово-сцепные качества и уплотнение почвы при работе сельскохозяйственных агрегатов. В работах [1, 2] указывается, что при выполнении математического моделирования движения агрегатов необходимо учитывать параметры поверхности движения с учетом их сглаживания движителями. В работе [3] авторы отмечают, что рельеф поверхности движения не только влияет на колебания остова, но и изменяет нагрузочные характеристики тягово-приводных машин.

Поэтому **целью** данной работы является разработка методики определения геометрических параметров поверхности движения с.-х. агрегатов типичных агрофонов для дальнейшего преобразования в математическую зависимость.

Результаты работы. Геометрические параметры поверхности движения с.-х. агрегатов являются непрерывными случайными величинами, которые

отображаются такими статистическими характеристиками, как плотность распределения, корреляционная функция и спектральная плотность. Исходной информацией для получения статистических характеристик являются непосредственные измерения, обычно при помощи геодезических приборов. Наиболее часто применяют методы геометрического (относительно горизонтального луча) или тригонометрического (относительно наклонного луча) короткошагового нивелирования.

Основными параметрами поверхности движения являются макропрофиль – характеризуется величиной уклонов и длинами его элементов, план – углами поворота и их радиусами, микропрофиль – амплитудой (высотой) неровностей, их длиной и периодичностью появления. Основным параметром, оказывающим влияние на динамические колебания остова агрегата, плавность хода и стабильность работы рабочих органов, является микропрофиль, который характеризуется амплитудой и протяженностью неровности в продольном направлении или углом наклона продольного и поперечного сечения.

Результаты измерений представляют собой случайную функцию по заданному направлению пути $z=f(x)$ (рис. 1). Линия тренда (прямая линия на графике) характеризует макропрофиль на данном участке измерений, для которой уравнение имеет вид

$$z^T(x) = k \cdot x + b, \quad (1)$$

где k – коэффициент, равный тангенсу угла наклона или величине уклона $k = \operatorname{tg} \alpha = i$, в данном случае (рис. 1) $k = 0,039$, $\alpha = 2,23^\circ$, $i = 3,9\%$;

b – начальное значение z .

Для определения статистических характеристик необходимо получить нормированные значения микропрофиля, т.е. отклонения высоты неровностей от линии тренда:

$$z^H(x) = z(x) - z^T(x). \quad (2)$$

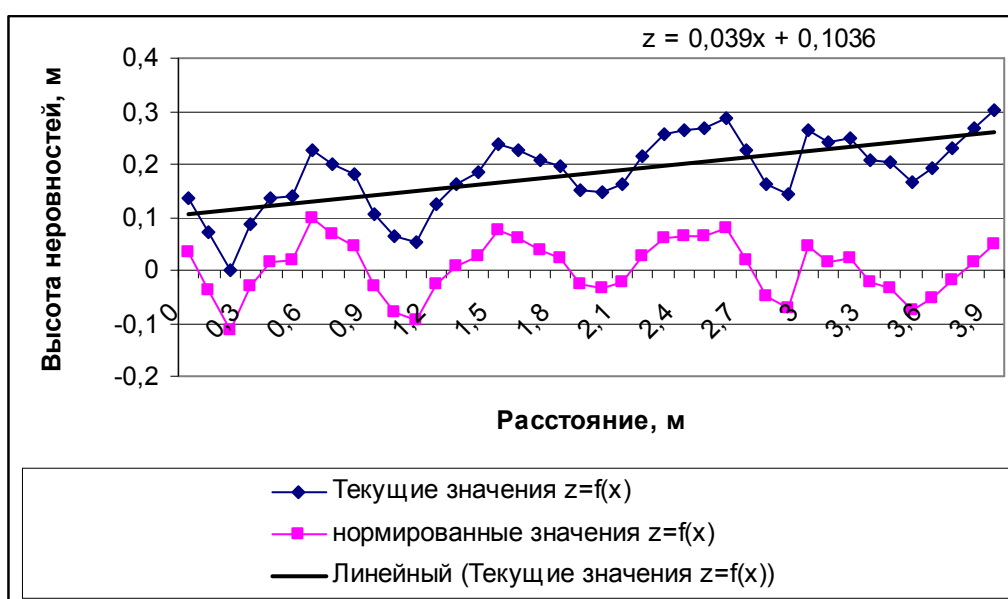


Рисунок 1. Микропрофиль поверхности поля обработанного плоскорезом КПШ-0,9 поперек борозды.

Среднее значение высоты неровностей определяется как осредненная совокупность текущих значений z_i :

$$z_{\bar{n}\delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i. \quad (3)$$

Дисперсия ординат является осреднением квадратов отклонений ординат z_i относительно среднего значения:

$$R(0) = \sigma_n^2 = \frac{1}{n+1} \sum_{i=1}^n (z_i - z_{\bar{n}\delta})^2. \quad (4)$$

Корреляционная функция высоты неровностей является нестационарной функцией одного аргумента $R(z)$, которая для каждой пары значений $x, x+\Delta x$ равна корреляционному моменту соответствующих ординат случайного сопротивления:

$$R(z) = M[z(x) \cdot z(x + \Delta x)]. \quad (5)$$

Отношение корреляционной функции к ее дисперсии является коэффициентом корреляции величин $z(x)$ и $z(x+\Delta x)$:

$$R^i(z) = \frac{R(z)}{R(0)} = \frac{M[q(z) \cdot z(x + \Delta x)]}{M[z^2(x)]}. \quad (6)$$

Спектральная плотность дисперсий отображает плотность распределения дисперсий по частотам непрерывного спектра. При этом значения этих дисперсий являются случайной величиной. Аргументом является частота появления участка неровности поверхности длиной l_n :

$$\Theta = \frac{2\pi}{l_i} \quad (7)$$

где l_n – длина участка неровности z_i .

Между спектральной плотностью $S(\Theta)$ и корреляционной функцией $R(z)$ существует взаимосвязь, описываемая преобразованием Фурье. В данном случае имеем частное преобразование, так называемое «косинус-преобразование Фурье»:

$$R(z) = 2 \int_0^{\infty} S(\Theta) \cos \Delta x \Theta d\Theta. \quad (8)$$

$$S(\Theta) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} R(z) \cos \Delta x \Theta dt$$

Полученные значения используются при моделировании поверхности движения. Преобладающие частоты берутся из (8) корреляционных зависимостей, а максимальные высоты неровностей определяются по правилу «трех средних отклонений». В результате данные по высотам неровностей будут представлены в виде суммы гармоник разной частоты и амплитуды:

$$z = z_0 + \sum_{i=1}^n z_n (1 + \sin \Theta t). \quad (9)$$

Параметры зависимости (8) определяются по формулам:

$$z_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot dx, \quad (10)$$

$$z_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot \sin x \cdot dx$$

Корреляционная функция статистических данных измерений (рис. 2) представлена на рис. 3.

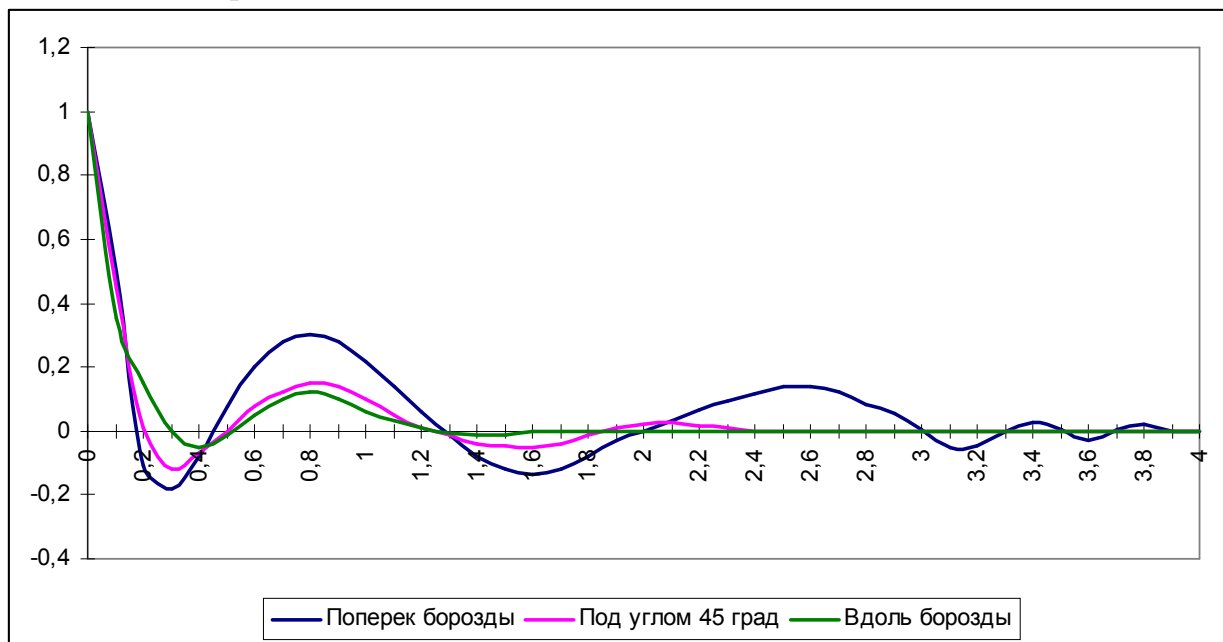


Рисунок 2. Графики корреляционной функции поверхности поля, обработанного плоскорезом КПШ-0,9 в зависимости от направления движения к борозде.

Как видно из графиков, поверхность поля характеризуется большой частотой процесса наряду с большими значениями амплитуд.

Выводы.

Предложенная методика определения неровностей поверхности поля позволяет определить их основные характеристики на основе методов статистической обработке. Полученные данные могут быть использованы для анализа параметров поверхности движения и компьютерного моделирования на основе локальных полевых измерений.

Список литературы

1. Анализ методов измерений и оценки ровности автомобильных дорог / Журнал автомобильных инженеров [Электронный ресурс] // Режим доступа <http://www.aae-press.ru/j0049/art006.htm>
2. Механизмы и технологии. Лекции по техническим наукам. Технологические свойства почвы. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://mehanik-ua.ru/lektsii-po-tekhnicheskim-temam/182-tehnologicheskie-svoystva-pochvy.html>

3. Ротенберг Н. В. Подвеска автомобиля. Неровности дороги / Н. В. Ротенберг [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://carlines.ru/modules/Articles/article.php?storyid=259>

Анотація

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРІВНОСТЕЙ
ПОВЕРХНІ РУХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ**

Овсянніков С. І., Редько А.

В роботі представлені результати досліджень з визначення характеристик нерівностей агрофонів та методи визначення основних статистичних параметрів. Результати роботи можуть бути використані для аналізу і моделювання поверхні руху агрегатів.

Abstract

**METHOD OF DETERMINING CHARACTERISTICS OF UNEVEN SURFACE
MOVEMENT OF AGRICULTURAL AGGREGATES**

Ovsiannikov S., Redko A.

The paper presents the results of a study to determine the characteristics of the unevenness of agrobacground and methods defining the basic statistical parameters. The results can be used for analysis and modeling the surface for the movement of aggregates.