

И.Н. Шило¹, Ю.В. Чигарев², Н.Н. Романюк¹, В.А. Агейчик¹, К.В. Сашко¹

¹*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,*

²*Западнопоморский технологический университет, г. Щецин, Польша*

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОПРОФИЛЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОЛЕЙ

Аннотация Исследуются геометрические характеристики микропрофилей поверхностей полей, подготовленных под посев. Получены корреляционные функции микрорельефа поля как одного из основных источников внешних воздействий, влияющих на возникновение вибродинамических нагрузок на почву. Зная геометрические данные микрорельефа поверхности поля, подготовленного под посев, и используя показатель относительной вредности сельскохозяйственного агрофона можно определить вероятностные характеристики микропрофилей поверхностей полей по другим фоновым. Наиболее интенсивные возмущающие воздействия трактор испытывает при движении поперек основной обработки почвы.

Ключевые слова: Микропрофиль, поверхность, неровности, вибродинамические нагрузки, спектр, частота, корреляционная функция, показатель относительной вредности сельскохозяйственного агрофона.

Введение

Геометрия поверхности почв оказывает большое влияние на динамические и тяговые качества, устойчивость и управляемость машинно-тракторного агрегата (МТА) [1], а также на возникновение вибродинамических усилий на почву [2].

Поверхность почв можно представить в виде поверхности с неровностями различной высоты и формы.

Если высота и форма неровностей поверхности почв соизмеримы с размерами трактора или превышают их, то такую поверхность можно отнести к макропрофилю. Например, подъемы, уклоны, ложбины и холмы составляют макрорельеф поверхности.

Если высота и форма часто повторяющихся неровностей несоизмеримо меньше размеров трактора, то такую поверхность можно отнести к микропрофилю. Например, после вспашки даже исключительно ровного участка остаются продольные борозды, поперечный профиль которых образует более или менее правильную геометрическую форму. Аналогичный микропрофиль формируется при междурядной обработке и уборке пропашных культур, от следов колес комбайнов при уборке зерновых и т. д. [1]. Мелкие выбоины дороги, кочки и остатки пней целинной поверхности также можно отнести к микропрофилю.

Макропрофиль поверхности оказывает в основном влияние на проходимость, управляемость и устойчивость МТА.

Микропрофиль поверхности в виде часто повторяющихся неровностей вызывает колебательные процессы в агрегате, что приводит к ухудшению условий работы водителя, увеличению виброн нагруженности деталей и узлов, снижению скорости движения, управляемости и устойчивости.

Для изучения влияния неровностей полей как возмущающего воздействия на движение сельскохозяйственных МТА необходимо установить их закономерности и определить статистические характеристики.

Основная часть

Проведенный анализ исследований по уплотнению почв от действующих нагрузок МТА показывает, что большинство технологических уплотнений пахотного слоя тревог не вызывает, так как они устраняются предпосевной пахотой. Наибольшую тревогу вызывают уплотнения при посеве, поскольку семена высеваются в уплотненные следы трактора и сеялки. Поэтому наибольший интерес представляет микропрофиль поверхностей полей, подготовленных под посев.

Имея данные микропрофиля поверхности полей, подготовленных под посев и, используя относительную вредность сельскохозяйственного фона, можно определить данные для другого фона [1].

Существуют различные способы снятия микропрофиля поверхности. Наиболее точным, но и самым трудоемким является способ профилирования при помощи оптического нивелира типа НА-1 и мерной рейки. В наших экспериментах запись профиля поля проводилась от туго натянутой между опорными кольями лески на высоте 300 мм от поверхности поля.

Выбор длины участка L для снятия профилограммы проводился с таким расчетом, чтобы погрешность определения корреляционной функции $R_f(\theta)$ и спектральной плотности $S_f(\lambda)$ неровностей полей не превышала 2-5% [3].

Длину L исследуемого участка выбирали с учетом значения низшей частоты (λ_n) возмущающего воздействия по зависимости [3]:

$$L \geq l_{\max}, \quad (1)$$

где $l_{\max}$ – наибольшая длина неровности.

Приняв за предельное значение величину максимального сдвига и исходя из значения низшей частоты ($\lambda_n = 0,9 \div 1,2c^{-1}$) $l_{\max}$ находим по формуле [3]:

$$l_{\max} = \frac{2\pi}{\lambda_n} = 6м. \quad (2)$$

С учетом формулы (1) длина участка L для снятия профилограммы $L \geq 50м$.

Интервал измерения высоты неровностей выбирали с учетом того, что число точек измерений на самой короткой длине неровностей должно быть не менее 5–10, поэтому расстояние между измеряемыми точками было принято равным $\Delta l = 0,1м$. Полученная реализация микропрофиля поверхности поля была скорректирована с учетом выявленного существенного диапазона частот и разбита на 5 отрезков.

Для определения вибродинамических нагрузок, возникающих при движении по неровностям, был исследован микропрофиль поверхностей пяти полей, подготовленных под посев, а обработка велась по усредненным значениям.

Профилирование поверхности поля проводилось в двух направлениях:

- поперек предыдущей обработки;
- вдоль предыдущей обработки.

По ординатам микропрофиля y_i определялись средние значения для двух направлений обработки по формулам [4]:

$$y_c = \frac{1}{n} \sum y_i. \quad (3)$$

где n - число реализаций.

После этого определялась система центрированных чисел [4]:

$$\bar{y}_i = y_i - y_c, \quad (4)$$

по которой по формуле [4] находилась функция корреляции $R_f(l)$, характеризующая взаимосвязь случайных значений функции по длине участка:

$$R_f(l) = R_f(j\Delta l) = \frac{1}{n-j} \sum_{i=1}^{n-j} \bar{y}_i \cdot \bar{y}_{i+j}, \quad (5)$$

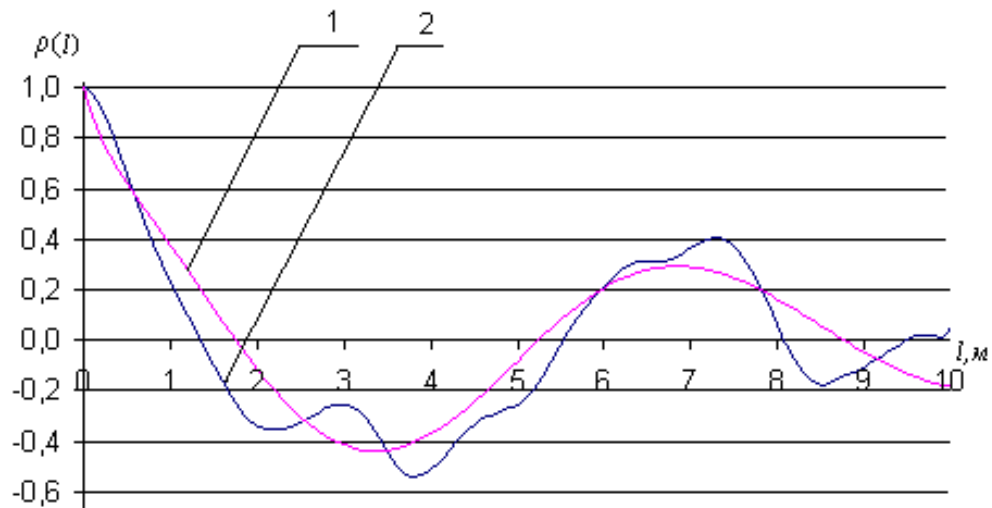
где $j=0, 1, 2, 3 \dots$

В расчетах пользуются нормированной корреляционной функцией [5]:

$$\rho(l) = R_f(l) / D_x, \quad (5)$$

где $D_x = R_f(0)$ – дисперсия.

После проведенных вычислений были построены графики нормированных корреляционных функций (рисунок 1).



1 – по результатам обработки измерений сечений;
2 – по аппроксимирующей аналитической зависимости

Рисунок 1 – Нормированные корреляционные функции микропрофиля поверхностей поля, подготовленного под посев при профилировании вдоль предыдущей обработки

Полученные экспериментальным путем корреляционные функции микро-рельефа поверхности поля можно аппроксимировать выражением вида [4]:

$$\rho(l) = A_1 e^{-\alpha_1 l} + A_2 e^{-\alpha_2 l} \cos \beta_1 l, \quad (6)$$

где A_1 и A_2 – безразмерные коэффициенты, $A_1 + A_2 = 1$;

α_1 и α_2 – коэффициенты, характеризующие затухание, m^{-1} ;

β_1 – коэффициент, характеризующий колебательный процесс, m^{-1} .

На основании уравнения (6) получены нормированные корреляционные функции при профилировании:

– вдоль предыдущей обработки ($D_x = 339 \text{ мм}^2$):

$$\rho(l) = 0,344e^{-1,119/l} + 0,656e^{-0,039/l} \cos 0,299l, \quad (7)$$

– поперек предыдущей обработки ($D_x = 824 \text{ мм}^2$):

$$\rho(l) = 0,424e^{-2,043/l} + 0,576e^{-0,086/l} \cos 0,484l. \quad (8)$$

Выявлено, что закон распределения ординат функции $\rho(l)$ близок к нормальному. Для определения спектральной плотности воздействия $S_f(\lambda)$, являющейся конечной целью статистического исследования микропрофиля, важной при исследовании динамических систем, необходимо перейти от корреляционной функции микропрофиля $\rho(l)$ к корреляционной функции воздействия микропрофиля на сельскохозяйственную технику $\rho(\tau)$. Если задаться скоростью движения V_k и использовать соотношение:

$$\tau = \frac{l}{V_k}, \quad (9)$$

где τ – промежуток времени, с;

l – отрезок пути, м;

V_k – скорость трактора, м/с,

то можно перейти от аргумента l к аргументу τ .

Очевидно, что при скорости $V_k = 1 \text{ м/с}$ коэффициенты α_1 , α_2 и β_1 в выражении (6) остаются без изменения. Для любой скорости $V_k \neq 1 \text{ м/с}$ справедливы соотношения:

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_1 V_k; \\ \alpha' &= \alpha_2 V_k; \\ \beta &= \beta_1 V_k. \end{aligned} \quad (10)$$

Коэффициенты α, α', β позволяют судить о характере микронеровностей. Большие значения α, α' говорят о большой крутизне корреляционной функции, а, значит, о большом энергетическом уровне высокочастотных составляющих спектра неровностей, т.е. преобладании коротких волн. Рост коэффициента β ведет к увеличению частоты периодической составляющей.

С учетом уравнений (10) можно написать выражение нормированной корреляционной функции воздействия микропрофиля, соответствующее выражению (6):

$$\rho(\tau) = A_1 e^{-\alpha/\tau} + A_2 e^{-\alpha'/\tau} \cos \beta\tau. \quad (11)$$

Связь между корреляционной функцией и спектральной плотностью $S_f(\lambda)$, являющейся важной статистической характеристикой микропрофиля, дающей представление о частоте повторения длин неровностей и о преобладающих частотах, устанавливается с помощью косинус-преобразования Фурье [3]:

$$S_f^n(\lambda) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \rho(\tau) \cos \lambda \tau d\tau, \quad (12)$$

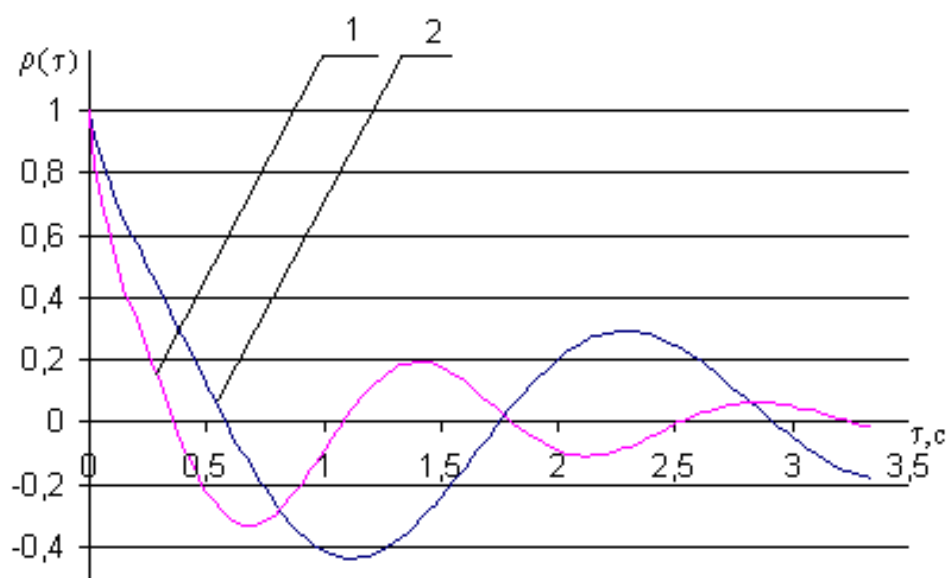
где $S_f^n(\lambda)$ – нормированная спектральная плотность,

$$S_f^n(\lambda) = \frac{S_f(\lambda)}{D_x}, \quad (13)$$

где $\lambda = 2\pi / l_1$ – путевая частота;

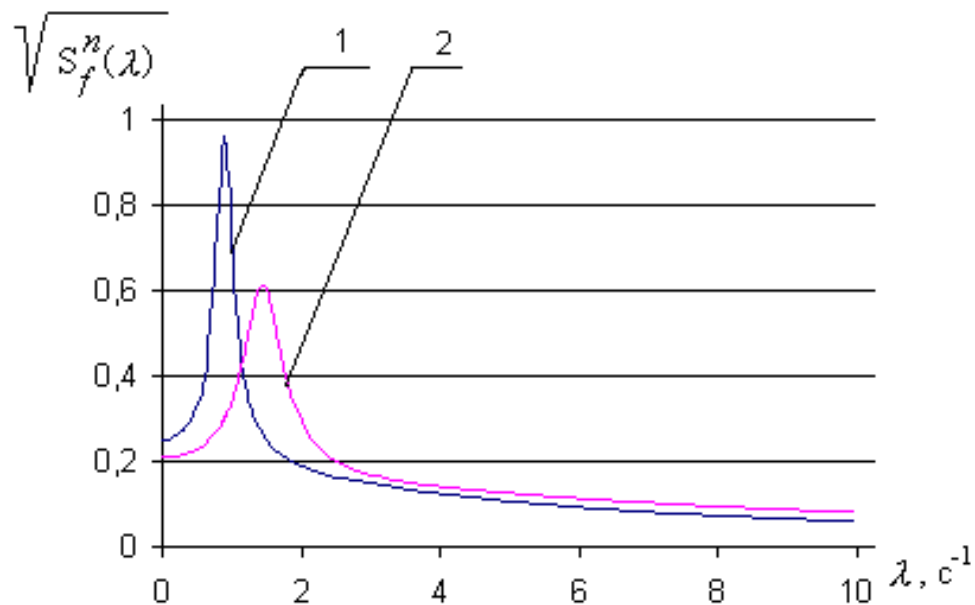
l_1 – длина неровности.

На рисунках 2 и 3 представленные полученные на основании исследований кривые нормированных корреляционных функций микропрофилей полей подготовленных под посев и соответствующие нормированные спектральные плотности при $V_K = 3 \text{ м/с}$, зависящие в основном от направления измерений. Для удобства на оси ординат на рисунке 3 отложено не $S_f^n(\lambda)$, а $\sqrt{S_f^n(\lambda)}$.



1 – поперек предыдущей обработки; 2 – вдоль предыдущей обработки

Рисунок 2 – Нормированные корреляционные функции микропрофилей полей, подготовленных под посев



1 – вдоль предыдущей обработки; 2 – поперек предыдущей обработки

Рисунок 3 – Нормированные спектральные плотности микропрофилей поверхностей полей, подготовленных под посев

Выводы

1. Корреляционные функции микрорельефа поверхности поля, подготовленного под посев, как одного из основных источников внешних воздействий, влияющих на возникновение вибродинамических нагрузок на почву, аппроксимируются выражением (7) при движении вдоль основной обработки и (8) – поперек основной обработки. Наиболее интенсивные возмущающие воздействия трактор испытывает при движении поперек основной обработки.

2. Основной спектр частот микронеровностей полей, подготовленных под посев, находится в диапазоне частот $0 \dots 3 \text{ c}^{-1}$. Средние значения высот неровностей колеблются от $0,02 \dots 0,05 \text{ м}$ при измерении вдоль основной обработки и $0,03 \dots 0,07 \text{ м}$ – поперек основной обработки.

3. Зная геометрические данные микрорельефа поверхности поля, подготовленного под посев, и используя показатель относительной вредности сельскохозяйственного агрофона можно определить вероятностные характеристики микропрофилей поверхностей полей по другим фоновым.

4. Неровности микропрофиля полей могут возбуждать значительные колебания МТА в продольно-вертикальной плоскости, поэтому для снижения уплотнения почвы необходимы технические решения, уменьшающие вибродинамические нагрузки пневмоколесных движителей.

Литература

1. Тракторы: Теория: Учебник для студентов вузов по спец. «Автомобили и тракторы»/ В.В.Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В.Гуськова. – М. : Машиностроение, 1988. – 376с.

2. Романюк Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01/ Николай Николаевич Романюк. – Минск: 2008. – 206л.

3. Кравченко, В.И. Уплотнение почв машинами / В.И. Кравченко. – Алма-Ата: Наука, 1986. – 96с.

4. Пархилковский, И.Г. Исследование вероятностных характеристик поверхностей распространенных типов дорог/ И.Г. Пархилковский // Автомобильная промышленность. – 1968. – №8. – С.18–22.

5. Смирнов, Г.А. Теория движения колесных машин/ Г.А. Смирнов. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва: Машиностроение, 1990. – 352с.

STUDY OF GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF MICROSHAPES FIELDS' SURFACES

I.M. Shilo, Y.V. Chigarev, M.M. Ramaniuk, V.A. Aheyichik, K.U. Sashko

We study the geometric characteristics of microshapes fields' surfaces prepared for planting. Recieved correlation functions of the field's microrelief as a major source of external factors affecting the occurrence of vibrodynamic loads to the soil. Knowing the geometric data of the field's surface microrelief prepared for planting, and using a measure of the relative harmfulness of agricultural background can determine the probability characteristics of microshape fields' surfaces other backgrounds. The most intense disturbances experienced when driving a tractor across the basic soil.

УДК631.171

Ж.С. Шыныбай

Казахский национальный аграрный университет

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация В статье рассматриваются методика и результаты производственных испытаний экспресс метода определения морфологических признаков клубней картофеля.

Ключевые слова: экспресс метод, оптико-электронное устройство, клубни картофеля, цифровая обработка изображения, коэффициент формы, электронный паспорт, морфологические признаки.

При производстве семенного картофеля наряду с погодными условиями, агротехникой большое значение имеет и качество семенного материала. При средней урожайности 12-15 тонны с гектара использовании сертифицированного семенного материала обеспечивает получения урожая в два раза больше.

Цель эксперимента – испытание экспресс метода и оптико-электронного устройства для определения морфологических показателей клубней картофеля, создание электронных паспортов сортов клубней картофеля казахстанской селекции.

Целевое назначение сорта обусловлено сочетанием определенных признаков и свойств, имеющих принципиальное значение и формирующих картофель с четко обозначенными качествами. Для удобства использования все существенные признаки