

ПРОЦЕССЫ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ХАОСА И САМООРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СРЕДАХ

А. В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф., (БГПА),
Ю.В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф., (БАТУ)

Интенсификация сельскохозяйственного производства помимо позитивных явлений приносит с собой и ряд негативных, которые требуют неотложного решения. К таким явлениям относятся вопросы связанные с уменьшением деградации почв, усовершенствованием технических средств и технологий обработки почвы, улучшением конструктивных параметров машин и тракторов. Оптимальное научное решение указанных вопросов требует корректной постановки задачи и правильно выбранного метода решения

Обычно используются два подхода в изучении различных явлений в сельскохозяйственных средах - детерминированный и статический. В тех случаях когда невозможно задать изменение материальных коэффициентов среды детерминированным образом, применяется статистический способ. При этом имеется два пути с помощью которых осуществляется переход от детерминированного описания к статистическому. Первый связан с применением законов статистической механики к тем процессам, где взаимодействующих частиц находится достаточно много и весь вопрос, как правило, упрощается в то, какие гипотезы и предположения необходимо вводить в дополнение к первым принципам механики (эргодическая гипотеза, предположение о случайном изменении свойств среды и др.).

Второй подход связан с понятием перемешивающегося движения, которое было введено в статистическую механику в работах Гиббса и формально выражается условием

$$\lim_{T \rightarrow \infty} R(f_0, q_0/T) = 0 \quad (1)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} R_n(f_0, q_0) = 0 \quad (2)$$

где f_0, q_0 - две произвольные интегрируемые функции динамических переменных, T - время. Уравнение (1) соответствует непрерывному времени, уравнение (2) - дискретному. Условия (1) и (2) означают расщепление

корреляцией с ростом времени. В этом случае с некоторого момента времени движение исследуемого объекта может носить нерегулярный характер и для описания процесса, близкого к достоверному следует использовать вероятностные методы.

Приведём некоторые нелинейные задачи, в которых при определённых условиях могут наблюдаться явления стохастичности.

Волновые процессы

Эксперименты показывают, что сельскохозяйственные движители и орудия, а так же оборудование в производственных сооружениях могут являться источниками возникновения волновых процессов в почве. Причем в силу неоднородности почвы и характера вибраций волновые процессы носят нелинейный характер. Уравнение движения возмущений можно представить в виде уравнения

$$\ddot{z} + F(z, \dot{z}, x, n) = \varepsilon \Phi(x, z) \quad (3)$$

здесь n - коэффициент преломления, ε - параметр намного меньше единицы, $F(z, \dot{z}, x, n)$ и $\Phi(x, z)$ нелинейные функции, конкретный вид которых зависит от источника волн и неоднородности почвы. Для описания одного из источников возмущений можно использовать, не нарушая физический смысл, δ - функцию, то есть положить

$$\Phi(x, z) = \varepsilon z \omega \sum \delta(x - nX) \quad (4)$$

где $X = 2\pi / Q$.

При условии (4) получен критерий стохастичности, с помощью которого определено расстояние от источника, начиная с которого колебания траектории становятся стохастическими, и, следовательно, дальнейшее её изучение необходимо проводить вероятностными методами.

Колебания пластин

Пластины и оболочки входят во многие конструктивные параметры сельскохозяйственной техники и играют большую роль в вопросах надёжности и устойчивости конструкции в целом.

Исследуются нелинейные колебания шарнирно опертой пластины при малом коэффициенте затухания. С помощью несложных преобразований система исходных уравнений приводится к дифференциальному уравнению второго порядка

$$\ddot{x} + \beta \dot{x} + \omega_0 x + k(x) = \varepsilon H(x, t) \quad (5)$$

где $H(x, t) = \omega_0 x \sum \delta(t - mT)$ - внешнее возмущение, β - коэффициент вязкости, ω_0 - собственная частота, $k(x)$ - выражает нелинейную часть зависимости между упругой силой и перемещением, $\varepsilon \ll 1$.

Для амплитуд и фаз, находящихся слева и справа от δ - функции в точке $x_i = iX$ выписаны уравнения в конечных разностях с точностью до ε .

$$A_{i+1} = 2A_i \left(\frac{1}{2} + \frac{\varepsilon}{4} \sin 2\varphi_i \right)$$

$$\varphi_{i+1} = \left\{ \varphi_i + q_i \sin 2\varphi_i + \varepsilon \cos^2 \varphi_i + \omega_0 x \right\}$$

где $q_i = \varepsilon \Delta \omega_0 x$; $0 < \varphi < 1$.

Фигурные скобки означают дробную часть аргумента.

Далее исследуется условие некоррелированности фаз, при выполнении которого колебания пластинки носят стохастический характер. Определена граница стохастичности. Для стохастической области с помощью уравнения Лиувилля, записанного в переменных «действие-угол» построено дифференциальное уравнение первого порядка описывающее колебания пластины.

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПАХОТНОГО И ПОДПАХОТНОГО СЛОЯ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Ю.В. Чигарев, д.ф.-м.н., проф.,

Н.Н. Романюк (Б А Т У)

Рассмотрим колебания жесткого колеса на деформируемом почвогрунте. Будем рассматривать процесс взаимодействия колеса с почвогрунтом при гармонических колебаниях вертикальной нагрузки

$$Q(t) = Q_0 + Q_1 \sin \omega t. \quad (1)$$

В качестве примера деформируемой полуплоскости рассмотрим торфяной грунт. Согласно Амаряну торфяные грунты по механическим свойствам делятся на четыре типа, которые отличаются друг от друга наличием или отсутствием характерных напластований. В нашей модели верхний