

Н. А. Колодий, Т. И. Колодий (Волгоград, ВолГУ, НИИГТП).
Вероятностная модель миграции химических веществ в экосистеме.

Развитие теории миграции химических веществ в различных экосистемах [1] является актуальным и имеет важное значение для прогнозирования последствий влияния на здоровье людей неблагоприятной экологической обстановки [5].

В работе [2] выделяются следующие основные блоки экосистемы: почва, воздух, зеленая масса и зерно сельскохозяйственных растений. Предположим, что химическое вещество может поступать в любой блок экосистемы, накапливаться в этом блоке, мигрировать в другие блоки экосистемы и за ее пределы или разрушаться.

Для каждого момента времени t пусть $D(t)$ — доза (mg/m^2) применения химического вещества в рассматриваемой экосистеме; $C_a(t)$ — концентрация (mg/m^3) химического вещества в приземном слое атмосферы; $C_s(t)$ — среднее значение концентрации (mg/kg) химического вещества в слое почвы, занятой корневой системой сельскохозяйственной культуры; и $C_{pg}(t)$ и $C_{pc}(t)$ — концентрации (mg/kg) химического вещества в зеленой массе и в зерне сельскохозяйственных культур, соответственно.

Опираясь на описание процесса миграции вещества в экосистеме в работе [2], отметим, что существует вероятностное пространство с фильтрацией $(\Omega, \mathfrak{F}, (\mathfrak{F}_t)_{t \geq t_0}, \mathbb{P})$ и такие $(\mathfrak{F}_t)_{t \geq t_0}$ -согласованные непрерывные процессы $C_a(t)$, $C_s(t)$, $C_{pg}(t)$ и $C_{pc}(t)$ и независимые стандартные $(\mathfrak{F}_t)_{t \geq t_0}$ -винеровские процессы w_1 , w_2 , w_3 , w_4 что $C_a(t)$, $C_s(t)$, $C_{pg}(t)$ и $C_{pc}(t)$ удовлетворяют системе СДУ Ито:

$$\begin{aligned} dC_a(t) &= k_a(t)D(t)dt + k_{sa}(t)C_s(t)dt - k_{aa}C_a(t)dt + \sigma_1(t)C_a(t)dw_1(t), \\ dC_s(t) &= k_s(t)D(t)dt + k_{as}(t)C_a(t)dt - k_{ss}C_s(t)dt + \sigma_2(t)C_s(t)dw_2(t), \\ dC_{pg}(t) &= k_{pg}(t)D(t)dt + k_{apg}(t)C_a(t)dt + k_{spg}C_s(t)dt - k_{gg}C_{pg}(t)dt + \\ &\quad + \sigma_3(t)C_{pg}(t)dw_3(t), \\ dC_{pc}(t) &= k_{pc}(t)D(t)dt + k_{apc}(t)C_a(t)dt + k_{pgc}C_{pg}(t)dt - k_{cc}C_{pc}(t)dt + \\ &\quad + \sigma_4(t)C_{pg}(t)dw_4(t), \end{aligned}$$

где $k_a(t)$ — коэффициент ($1/m$), определяющий долю химического вещества, поступающего в приземный слой атмосферы в процессе его применения; $k_{sa}(t)$ — коэффициент (kg/m^3), интенсивности поступления химического вещества из почвы в атмосферу в результате испарения или с пылью; k_{aa} — коэффициент, характеризующий зависимость снижения концентрации химического вещества в атмосфере от его физико-химических свойств: скорости осаждения на подстилающую поверхность, скорости разложения под воздействием ультрафиолетовой радиации [3], скорости рассеивания в атмосфере [4]; $k_s(t)$ — коэффициент достижения почвы; $k_{as}(t)$ — скорость попадания вещества из атмосферы в почву; $k_{ss}(t)$ — коэффициент снижения концентрации химического вещества в почве за счет разложения с учетом рН, содержания

гумуса, влажности и т. п.; $k_{pg}(t)$ и $k_{pc}(t)$ — коэффициенты (m^2/kg), определяющие доли загрязняющего вещества поступающие в зеленую массу растения и в зерно растения во время его применения; $k_{apg}(t)$ и $k_{apc}(t)$ — проникновение (m^3/kg) химического вещества из атмосферы в зеленую массу и в зерно растений; $k_{spg}(t)$ — интенсивность проникновения химического вещества из почвы в сельскохозяйственное растение через его корневую систему; $k_{pgc}(t)$ — коэффициент переноса химического вещества от зеленой массы сельскохозяйственного растения к его зерну; $k_{gg}(t)$ и $k_{cc}(t)$ — скорость разложения химического вещества в зеленой массе и в зерне сельскохозяйственного растения, соответственно.

В докладе представлены результаты моделирования и статистического анализа параметров данной модели при различных предположениях о наблюдениях и характере зависимости коэффициентов уравнения рассматриваемой модели от дозы $D(t)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1985, 272 с.
2. Filatov B. N., Kolodii T. I., Kononov M. V., Kononov V. M. Public health risk assessment of environmental pollution with pesticides. — In: 6th International HCH and Pesticides Forum. (Poznan, Poland, March 20–22, 2001.) /Ed. by J. Vijgen. Poznań: Instytut Ochrony Roślin, 2001, p. 563–566.
3. Малкина-Пых И. Г. Моделирование динамики пестицидов в элементарных экосистемах различных географических зон на основе функций отклика. — Агрохимия, 1995, № 8, с. 87–113.
4. Маккоун Т. Е., Даниэлс Дж. И. Оценка воздействия загрязняющих веществ, поступающих в организм человека через воздух, воду и почву. — Нормы токсикологии и фармакологии, 1991, № 13, с. 36–61.
5. Колодий Н. А., Колодий Т. И. Вероятностная модель «концентрация–доза» управляемая фрактальным броуновским движением. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2012, т. 19, в. 5, с. 710–711.