

ємств. Втім, це лише тенденція, адже в досліджуваній економіці заощадження власників промислових підприємств не спадають до нуля.

В цілому, закономірності зміни $\mu_i (i = \overline{1,4})$ показують, що активність учасників аграрного виробництва на ринку землі позначається на всіх секторах економіки. Вона приводить до структурування ринків за динамікою ціноутворення на них, до зміни динаміки заощаджень учасників різних груп учасників економіки та перерозподілу земельної власності. Підвищення активності на ринку землі членів однієї з економічних груп знижує їхню фінансову спроможність щодо забезпечення виробництва, що конкурентно покращує умови власників підприємств з інших груп. Так виникають малі коливання кількості землі та заощаджень у всіх досліджуваних групах. Ці коливання проявляються «слабким» структуруванням ринків. Якщо ринкову активність змінюють учасники економіки з великою фінансовою спроможністю, тоді описані вище коливання землі й заощаджень додатково супроводжує повільна тенденція зміни обсягів землі та заощаджень.

Список використаних джерел

1. Eastwood, R., Lipton M., and Newell A (2010). Farm Size. In Handbook of Agricultural Economics Volume 4.
2. Deininger, K., Nizalov, D., & Singh, S. (2013). Are mega-farms the future of global agriculture? Exploring the farm size-productivity relationship for large commercial farms in Ukraine (Policy Research No. 6544). World Bank Policy Research Working Paper (Vol. 6544).
3. *Новаковський Л. Я.* Соціально-економічні проблеми сучасного землекористування / Л. Я. Новаковський. — [2-ге вид., доп. і перероб.]. — К. : Урожай, 2009. — 276 с.
4. *Григорків В. С.* Моделювання економічної динаміки з урахуванням ринку землі сільськогосподарського призначення : монографія / В. С. Григорків, Л. М. Буяк, С. В. Іщенко. — Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2015. — 264 с.

Кабаненко Ю. В.

Хмельницький національний університет

БІЛІНІЙНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ

Одним з фундаментальних положень методології наукового підходу у моделюванні інформаційних потоків є принцип первісних досліджень нових явищ, заснований на застосуванні спрощених ма-

тематичних моделей-аналогів, таких що допускають найповніше аналітичне дослідження. Опираючись на таку методологію, проведемо побудову моделей інформаційних потоків, як безперервних процесів. Це дозволяє використовувати надалі добре розроблену теорію стохастичних рівнянь (І. Гіхмана, А. Скорохода; К. Іто) [1-3].

Нехай $u(t, y) \in R^1$ — об'єм інформації, що походить від області знань y . Якщо множина потоків виражатиметься скінченим числом, то y індексується. У ситуації, коли число потоків велике, можна передбачити, що y неперервна величина, тобто $y \in [a; b) - |$, оскільки будь-які неперервні інтервали вважатимемо рівнопотужними множинами, то як інтервал індексації виберемо $y \in [0; 1) - |$.

У досліджених рівняннях інформаційних потоків Ріденура-Гартмана-Холтона враховується така залежність тільки від числа виробників інформації, функція для яких залежить тільки від часу. При цьому взаємовплив потоків інформації, а більш того, білінійна залежність не враховується. Аналізуючи емпіричні кореляції інформаційних потоків, не можна не враховувати білінійну залежність між ними.

Основну роль у цій залежності відіграє $\beta(t, y, z)$ — вагова функція щільності зв'язку, яка дозволяє застосувати інтегральне числення за умови впливу нескінченного числа взаємодіючих інформаційних потоків [48; 49; 53].

$$\begin{aligned} du(t, y) = & \alpha(t, y)u(t, y)dt + \\ & + u(t, y) \int_0^1 \beta(t, y, z)u(t, z)dzdt + \sigma(t, y)u(t, y)dw(t, y) \end{aligned} \quad (1)$$

де: $w(t, y)$ незалежні $\forall y$ скалярні вінеровські процеси, а $\beta(\cdot)$ відображає взаємовплив інформаційних потоків z і y ; $\alpha(t, y) > 0$. Щодо коефіцієнтів $\alpha(\cdot)$, $b(\cdot)$, $\beta(\cdot)$ — припускаємо, що вони безперервні по t і задовольняють умови Ліпшиця по змінних y, z та є обмеженими.

Розв'язок цього рівняння в аналітичному виді будемо шукати, передбачаючи, що $\beta(t, y, z)$ забезпечує співвимірність із величинами $u(t, y)$ відповідного інтеграла в рівнянні (1). Виконавши заміну:

$$g(t, y) = u(t, y) \exp \left\{ - \int_0^t \int_0^1 \beta(t, y, z)u(t, z)dzd\tau \right\} \quad (2)$$

приходимо до наступного, лінійного по $g(t, y)$, стохастичного рівняння

$$\begin{cases} dg(t, y) = a(t, y)g(t, y)dt + \sigma(t, y)g(t, y)dw(t, y) \\ g(0, y) = u(0, y) \end{cases} \quad (3)$$

рішення якого має вигляд:

$$g(t, y) = u(0, y) \exp \left\{ \int_0^t \left(a(\tau, y) - \frac{\sigma^2(\tau, y)}{2} \right) d\tau + \int_0^t \sigma(\tau, y) dw(\tau, y) \right\} \quad (4)$$

Зіставимо рівняння (2) і (4)

$$\begin{aligned} g(t, y) &= u(t, y) \exp \left\{ - \int_0^t \int_0^1 \beta(t, y, z) u(t, z) dz d\tau \right\} = \\ &= u(0, y) \exp \left\{ \int_0^t \left(a(\tau, y) - \frac{\sigma^2(\tau, y)}{2} \right) d\tau + \int_0^t \sigma(\tau, y) dw(\tau, y) \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

Для того щоб наочно побачити до яких якісних змін може привести облік взаємовпливів між потоками, бажано знайти аналітичний розв'язок (1), нехай і для менш загальної моделі, але такої, що зберігає відмінні риси вихідної. Покажемо далі, що для класу моделей, у яких $\beta(\tau, y, z) = \beta(\tau, z)$ можна теж знайти розв'язок $u(t, y)$ в аналітичному вигляді. Дане припущення відповідає тому, що в рівнянні (1) коефіцієнт зміни потоку $u(t, y)$ залежить від типу взаємодіючого з ним потоку $u(t, z)$.

Якщо $\beta(\tau, y, z) = \beta(\tau, z)$, то взаємодія не відсутня, оскільки в рівнянні для $u(t, y)$ входять інтеграли від добутку $u(t, y)\beta(\tau, z)u(t, z)$.

Помноживши (5) на $\beta(t, y)$ і проінтегрувавши по y приходимо до рівності

$$\begin{aligned} \int_0^1 g(\tau, y) \beta(\tau, y) dy &= \int_0^1 u(\tau, y) \beta(\tau, y) dy \times \exp \left\{ - \int_0^t \int_0^1 \beta(\tau, z) dz d\tau \right\} = \\ &= \int_0^1 \beta(\tau, y) u(0, y) dy \exp \left\{ \int_0^t \left(a(\tau, y) - \frac{\sigma^2(\tau, y)}{2} \right) d\tau + \int_0^t \sigma(\tau, y) dw(\tau, y) \right\} \end{aligned}$$

так, як:

$$- \frac{d}{dt} \exp \left\{ - \int_0^t \int_0^1 \beta(\tau, z) d\tau dz \right\} = \int_0^1 u(\tau, y) \beta(\tau, y) dy \exp \left\{ - \int_0^t \int_0^1 \beta(\tau, z) u(\tau, z) dz d\tau \right\} \quad (6)$$

те переходимо до такого диференціального рівняння:

$$\begin{aligned}
 & -\frac{d}{dt} \exp \left\{ -\int_0^t \int_0^1 \beta(\tau, z) u(\tau, z) d\tau dz \right\} = \\
 & = \int_0^1 u(0, y) \beta(\tau, y) dy \exp \left\{ + \int_0^t \left(a(\tau, y) - \frac{\sigma^2(\tau, y)}{2} \right) d\tau + \int_0^t \sigma(\tau, z, y) dw(\tau, y) \right\} dy = \quad (6a) \\
 & = Q(t)
 \end{aligned}$$

Проінтегрувавши останні рівності по t , знаходимо

$$\begin{aligned}
 & \exp \left\{ -\int_0^t \int_0^1 \beta(z, \tau) u(z, \tau) dz d\tau \right\} - 1 = -\int_0^t d\tau \int_0^1 dy u(0, y) \beta(\tau, y) \times \\
 & \times \exp \left\{ \int_0^\tau \left(a(\theta, y) - \frac{\sigma(\theta, y)}{2} \right) d\theta + \int_0^\tau \sigma(\theta, y) dw(\theta, y) \right\} = -\int_0^t (Q \theta) d\theta. \quad (6б).
 \end{aligned}$$

Таким чином, з обліком (5), (6)

$$u(t, y) = \frac{g(t, y)}{1 - \int_0^t Q(\theta) d\theta}, \quad \forall t \in 0, T$$

відповідно, отримуємо рішення даного рівняння виду:

$$u(t, y) = \frac{\exp \left\{ \int_0^t \left(a(\tau, y) - \frac{\sigma^2(\tau, y)}{2} \right) d\tau + \int_0^t \sigma(\tau, y) dw(\tau, y) \right\} u(0, y)}{1 - \int_0^t Q(\theta) d\theta} \quad (7)$$

$$\text{де } Q(\theta) = \int_0^1 dy u(0, y) \beta(\tau, y, z) \exp \left\{ \int_0^t \left(a(\tau, y) - \frac{\sigma^2(\tau, y)}{2} \right) d\tau + \int_0^t \sigma(\tau, y) dw(\tau, y) \right\}$$

за умови, що $(\beta(t, z) u(0, z)) < 0, \forall z$.

Елемент невизначеності, внесений $w(t, y)$, можна інтерпретувати як збурювання, процесу генерації інформації. Незважаючи на

це, забезпечується позитивність значення $u(t,y)$, що інтерпретується у даній моделі як інформація з імовірністю 1, тобто вірогідною для кожної з реалізацій, якщо виконані наступні початкові. По властивостях стандартного вінеровського процесу вони можуть приймати будь-які значення й бути довільними за знаком. Це відповідає негативному впливу всіх інших потоків інформації на конкретний потік $u(t,y)$. Останнє цілком узгоджується з гіпотезою про те, що інформаційні потоки конкурують за ресурси, що їх виробляють. За такої ж умови й моменти від комбінацій $u(t,y), \forall y, t$ не будуть мати особливих відмінностей [4].

Великий практичний інтерес представляє виявлення тенденцій у діяльності, пов'язаної з інтеграцією досліджуваних інформаційних потоків з визначенням перспектив їхнього розвитку. Дана модель (7) надає таку можливість, тому що відображає залежність розвитку конкретної галузі знань залежно від величин початкових значень всіх галузей, що входять в інформаційний потік з початковим значенням $u(0,y)$. Таким чином, модель близька до реальності і є підстави для подальшого її дослідження.

Список використаних джерел

1. Гихман И. И., Скороход А. В. Стохастические дифференциальные уравнения. — Киев: Наук. думка, 1988. — 352 с.
2. Гихман И. И., Скороход А. В. Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения. — Киев: Наук. думка, 1982. — 610 с.
3. Ito K. Stochastic differential equations on a differentials. — Nagoya Math. J. 1951, 3, 55.
4. Межуева Т. И. Оптимизация в условиях открытости систем // Научный сборник международной научно-практической конференции «Открытые эволюционирующие системы». — Киев, 2004. — Т. 2. — С. 78-123.

Камінський О. Є.

к.е.н., доцент

*ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»*

МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ «ХМАРНИХ» СЕРВІСІВ

Сьогодні домінуючий підхід до використання інформаційних технологій характеризується низьким використанням активів, фрагментованим попитом на ресурси, дублюючими системами,