

$$\tau = \frac{(\rho_{дер} \cdot C_{дер} \cdot \omega_{дер} + (\sum_{i=1}^N \rho_i \cdot \omega_i) \cdot (\sum_{i=1}^N C_i \cdot \omega_i) \cdot \omega_a + \rho_v \cdot C_v \cdot \omega_v) \cdot (t_{нк} - t_c) \cdot H^2}{2 \cdot (\lambda_{дер} \cdot \omega_{дер} + (\sum \lambda_i \cdot \omega_i) \cdot \omega_a + \lambda_v \cdot \omega_v) \cdot (t_b - t_c)} \quad (5)$$

де: $C_{дер}$, C_a та C_v – питома теплоємність деревини шпону, антипірену та розчину смоли відповідно, кДж/(кг·°C); ρ_i , $\rho_{дер}$, ρ_v – густина солей антипірену, деревини та води відповідно, кг/м³; $\omega_{дер}$, ω_a , ω_v – частка деревини, антипірену та води в пакеті відповідно, частки; ω_i – частка кожної солі у антипірені, частки.

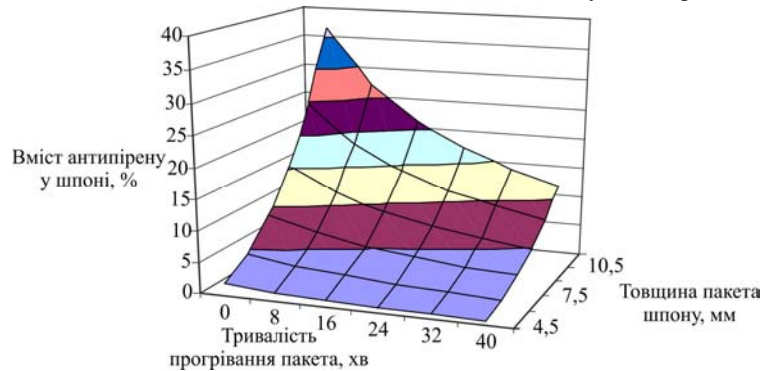


Рис. 2. Залежність тривалості прогрівання пакета від вмісту антипірену та товщини пакета

За отриманим рівнянням побудовано графічну інтерпретацію залежності тривалості прогрівання пакета шпону від вмісту антипірену у пакеті та товщини пакета (рис. 2). Розрахунок виконано для березового шпону товщиною 1,5 мм, виготовленого з додаванням антипірену такої рецептури: амоній фосфат двозаміщений: амоній сірчаноокислий: амоній бромистий – 1: 0,625: 0,375, за температури пресування – 130 °C.

Висновок. Ця математична модель дає змогу визначити тривалість прогрівання пакета шпону до заданої температури на необхідну глибину залежно від типу та вмісту антипірену, породи деревини, вмісту у пакеті вологи, а також температури пресування.

Розрахунок тривалості прогрівання пакета показує, що у випадку вмісту у шпоні антипірену 21 % (рецептура: амоній фосфат двозаміщений: амоній сірчаноокислий: амоній бромистий – 1: 0,625: 0,375), тривалість прогрівання пакета просоченого шпону є в 1,7 раза менша, порівняно із непросоченим.

Література

1. Озарків І.М. Основи аеродинаміки і тепло масообміну : навч. посібн. / І.М. Озарків, Л.Я. Сорока, Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во ІЗМН, 1997. – 280 с.
2. Білей П.В. Теоретичні основи теплової обробки і сушіння деревини : монографія / П.В. Білей. – Коломия : Вид-во "Вік", 2005. – 360 с.

Бринь О.І., Бехта П.А. Моделирование процесса прогревания пропитанного антипирином шпона в процессе прессования огнестойкой фанеры

Проанализирован процесс прогревания пропитанного антипирином шпона. Получена модель, которая позволяет определить время прогревания пакета шпона до определенной температуры на необходимую глубину в зависимости от вида и содержания антипирина, породы древесины, содержания в пакете влаги, а также от температуры прессования.

Ключевые слова: шпон, антипирен, температура, время прессования, удельная теплоемкость, теплопроводность.

Bryn O.I., Bekhta P.A. Design of warming up impregnated veneer process

The process of warming up impregnated veneer is analysed. A model, which enables, to define duration of warming up veneer package to the set temperature on a necessary depth depending on to the fire-retardant type and fire-retardant content, breed of wood, moisture content and pressing temperature.

Keywords: veneer, pressing parameters, fire-retardant, duration, temperature.

УДК 504.03:330.101

Доц. В.М. Онишкевич, канд. фіз.-мат. наук;
студ. Х.О. Гапалек – НЛТУ України, м. Львів

УРАХУВАННЯ СТОХАСТИЧНОСТІ В ГЛОБАЛЬНИХ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЯХ

Обґрунтовано необхідність аналізу еколого-економічних чинників для моделювання глобальних процесів. На основі вдосконалення моделі Дж. Форрестера запропоновано можливість врахування фактора стохастичності під час математичного моделювання таких процесів.

Ключові слова: математична модель, екологічна економіка, стохастичні фактори, система диференціальних рівнянь.

Вступ. Вперше потребу в зміні традиційної економічної ментальності та необхідність формування нового еколого-економічного світогляду було відзначено на радянсько-американському симпозіумі "Економічні аспекти охорони навколишнього середовища" (м. Цахкадзор, жовтень 1977 р.) у доповіді Ю.Ю.Туниці "Еколого-економічна оцінка виробництва як фактор охорони навколишнього середовища". Було обґрунтовано доцільність застосування ринкових підходів до вирішення проблеми охорони природи і раціонального використання природних ресурсів. Вперше поставлена тоді проблема подолання еколого-економічних суперечностей ринкової економіки за допомогою гармонізації взаємодії суспільства і природи й зараз є ключовою проблемою сучасності, а дослідження внутрішніх глибинних суперечностей між суто економічними та екологічними вимогами є важливим науковим питанням [5].

Передумови формулювання і постановки задачі. Як відомо, середовище життєдіяльності людини і природні ресурси становлять матеріальну основу як економічної, так і екологічної систем. Але традиційна економічна система враховує лише природні ресурси як сировинну базу різних секторів економіки, тоді як екологічна економіка природокористування розглядає тридинний процес використання, охорони та відтворення об'єднаних компонентів еколого-економічної системи – навколишнього природного середовища і природних ресурсів. Природокористування, як і взагалі увесь процес виробництва матеріальних благ, супроводжується не лише економічними затратами, а й екологічними ефектами: змінами у просторі та часі якості навко-

лишнього середовища, кількості та якості природних ресурсів. Ці зміни можуть мати як позитивний, так і негативний характер: поліпшення або погіршення природних умов життєдіяльності, зростання чи зниження кількості та якості природних ресурсів. Екологічний ефект може вплинути на економічні результати матеріального виробництва і невиробничої сфери, і тому екологічні витрати (сукупність видатків і збитків як у галузі природокористування та охорони природи, так і у господарській діяльності загалом) необхідно враховувати, у суспільному виробництві вони неминуче зростатимуть. Адекватні компенсаційні витрати на відтворення доброякісних умов природного середовища повинні відповідати рівню інтенсивності використання природних ресурсів та рівню забруднення навколишнього природного середовища. Розуміння та використання цього факту дасть змогу підтримувати баланс між екологічною та економічною системами, забезпечувати постійний соціально-економічний прогрес суспільства. Ігнорування ж може спричинити до погіршення якості навколишнього природного середовища, виснаження ресурсів, потреби у нових, екологічних видатках, ймовірності екологічних збитків, зрештою – до сповільнення, а то й припинення розвитку [6].

Таким чином, складність проблеми полягає в тому, що ринкова економіка руйнує природу, а нищення природи руйнує саму економіку. Відсутність екологічної компоненти в традиційних економічних системах можна пояснити тим, що значна частина екологічних ефектів господарської діяльності не піддається точним економічним оцінкам [1].

Математична модель. Отже, подальший соціально-економічний розвиток суспільства є неможливим без вирішення наявних екологічних проблем. Наявні природні системи є досить гнучкими й стійкими, проте такі їх властивості не є безмежними. Якщо на ранніх стадіях розвитку суспільства його вплив на природу був незначним і не зумовлював помітних змін у навколишньому середовищі, то зараз тиск факторів антропогенного походження стає таким потужним, що людина вже не може собі дозволити, як це було раніше, нехтувати його негативними наслідками. Масштаби впливу людини на різні компоненти біосфери з року в рік розширюються, і це призводить до зміни життєво важливих параметрів довкілля. Відповідно побудова еколого-економічних математичних моделей глобального розвитку сучасного світу є актуальною задачею [2]. Складність такого моделювання зводиться до адекватного відображення екологічних та економічних законів, повноти статистичних даних, вирішення питань допустимості екстраполяцій функцій і тому подібних труднощів [3].

Однією з перших спроб такого економіко-екологічного моделювання була модель Дж. Форрестера [7], яка містить п'ять змінних у часі параметрів: P – чисельність населення Землі, V – виробничий капітал (основні фонди), S – частка сільськогосподарського капіталу в загальному виробничому капіталі, R – невідновлювальні природні ресурси, Z – забруднення навколишнього середовища. Ці параметри визначають 20 конкретних функцій, що відображають взаємозв'язок найважливіших економіко-екологічних факторів розвитку суспільства.

- 1) Зміна чисельності населення відображає баланс між народжуваністю B та смертністю D (з урахуванням основних демографічних залежностей):

$$\frac{dP}{dt} = B - D = f_1(B, D). \quad (1)$$

- 2) Диференціальне рівняння зменшення невідновлювальних природних ресурсів

$$\frac{dR}{dt} = -PR_M = f_2(P, V, S, M_S, E_R). \quad (2)$$

Вважається, що природні ресурси зникають зі швидкістю, яка пропорційна до чисельності населення та деякого фактора R_M , який враховує уповільнення темпів видобутку ресурсів із зростанням матеріального рівня життя M_S . Ця залежність пов'язана з використанням природних ресурсів, насамперед, на предмети промислового виробництва, потреба в яких асимптотично прямує до насичення з підвищенням матеріального рівня життя M_S . Своєю чергою, M_S виражається через параметри P , V , S та функцію $E_R(R_R)$, яка відображає зростання затрат на видобуток корисних копалин зі зменшенням їх запасів.

- 3) Динаміка капіталовкладень описується рівнянням

$$\frac{dV}{dt} = PC_V V_M(M_S) - \frac{V}{T_V} = f_3(P, M_S, C_V, T_V). \quad (3)$$

Функція $V_M(M_S)$ характеризує приріст вкладів коштів населення у виробництво під впливом зростання матеріального рівня життя M_S ; сталі C_V та T_V – коефіцієнти, визначені на основі вивчення інвестиційних процесів і процесів зношення основних фондів.

- 4) Динаміку сільськогосподарського капіталу

$$\frac{dS}{dt} = \frac{S_F S_Q - S}{T_S} = f_4(S_F, F_R, S_Q, Z, T_S) \quad (4)$$

описують функції: S_F – вплив на величину сільськогосподарського капіталу рівня харчування F_R ; T_S – час, необхідний для перерозподілу капіталу; S_Q – залежність між сільськогосподарським капіталом і якістю життя. Своєю чергою, якість життя визначається матеріальним рівнем життя M_S , кількістю продуктів на душу населення, щільністю населення та рівнем забруднення навколишнього середовища Z .

- 5) Динаміка забруднення моделюється рівнянням

$$\frac{dZ}{dt} = PZ_N Z_V - \frac{Z}{T_Z} = f_5(P, Z_N, V_R, T_Z). \quad (5)$$

Перший доданок описує генерацію забруднення і є пропорційним до чисельності населення P , сталої Z_N , яка відображає нормальний рівень забруднення, та функції $Z_V(V_R)$ – швидкості забруднення середовища при збільшенні граничного капіталу. Другий доданок характеризує процес природного

розпаду забруднення, T_Z визначає час, який необхідний для зміни у певну кількість разів показника забруднення за відсутності нових забруднень.

Врахування стохастичності в математичній моделі. Оскільки зміна в часі значної частини параметрів, які входять у диференціальні рівняння (1)–(5), має випадковий характер, то цю математичну модель можна вдосконалити. Введемо стохастичні коефіцієнти γ_i , які характеризують ймовірності того, що відповідні явища (процеси) відбудуться. При цьому вважаємо, що $0 \leq \gamma_i \leq 1$, ($i = \overline{1,5}$). Граничне значення $\gamma_i = 0$ відповідає практичній неможливості процесу, а $\gamma_i = 1$ – достовірності його проходження. Модифіковані таким чином співвідношення утворюють систему диференціальних рівнянь, яка є стохастичною моделлю глобального розвитку:

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} = \gamma_1 f_1(B, D) \\ \frac{dR}{dt} = \gamma_2 f_2(P, V, S, M_S, E_R) \\ \frac{dV}{dt} = \gamma_3 f_3(P, M_S, C_V, T_V) \\ \frac{dS}{dt} = \gamma_4 f_4(S_F, F_R, S_Q, Z, T_S) \\ \frac{dZ}{dt} = \gamma_5 f_5(P, Z_N, V_R, T_Z) \end{cases} \quad (6)$$

Зміни в поведінці функції Форрестера за різних значень стохастичних коефіцієнтів γ_i подано на рис. 1.

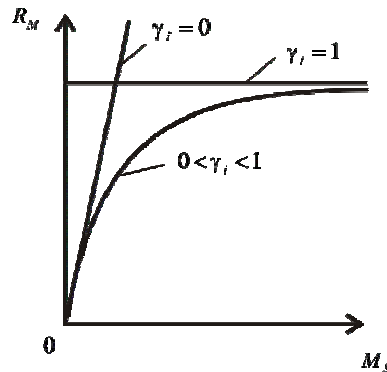


Рис. 1. Функція Форрестера з урахуванням стохастичності

Даними для визначення функціональних зв'язків між параметрами системи є усереднені дані світової статистики. За граничних значень $\gamma_i = 1$, ($i = \overline{1,5}$) отримаємо (рис. 2) аналог кривих моделі Дж. Форрестера [7]. Усі криві мають чітко виражені максимуми (крива рівня життя приблизно в 1960 р., чисельності населення в 2020 р., капіталовкладень – у 2040 р., рівня забруднення природного середовища – у 2050 р.).

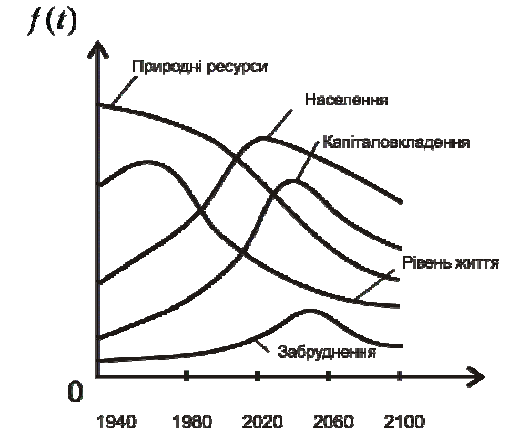


Рис. 2. Прогнозовані тенденції розвитку світу

Висновки. Зменшення природних ресурсів спричиняє спад у промисловості, оскільки зростання цін на ресурси внаслідок виснаження їхніх запасів уповільнює темпи зростання капіталовкладень та призводить до скорочення виробництва. Це відображається на рівні життя, погіршення якого спочатку призводить до зниження темпу його зростання, а згодом – і до зменшення чисельності населення. Таким чином, суспільство з ринковою економікою постає перед необхідністю видозмін своєї життєдіяльності і всезагального пристосування до відтворювальних можливостей природних екосистем. Якими значущими не були б економічні цілі, вони нівелюються екологічними потребами. Сучасне суспільство заради свого здоров'я і життя мусить мати нову мету – екологічну з економічними обмеженнями [4].

Література

1. Буркинський Б.В. Екологічний імператив ринкової економіки / передмова до книги акад. НАН України, проф. Ю.Ю. Туниці. "Екоекономіка і ринок: подолання суперечностей". – К. : Вид-во "Знання", 2006. – С. 9-19.
2. Ляшенко І.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів / І.М. Ляшенко, М.В. Коробова, А.М. Столяр. – Тернопіль : Вид-во "Навчальна книга - Богдан", 2006. – 304 с.
3. Онишкевич В.М. Математичне моделювання екологічних процесів за допомогою систем лінійних диференціальних рівнянь / В.М. Онишкевич, В.З. Холявка, Х.О. Гапалак // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.6. – С. 330-334.
4. Реймерс Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М. : Изд-во "Россия молодая", 1994. – 367 с.
5. Туница Ю.Ю. Екоекономіка і ринок: подолання суперечностей / Ю.Ю. Туница. – К. : Вид-во "Знання", 2006. – 314 с.
6. Успіх – у балансі екологічної та економічної систем. Редакційна стаття // Вісник Національної академії наук України : загальнонаук. та громадсько-політичний журнал, 2003. – № 12. – С. 3-6.
7. Форрестер Дж. Мировая динамика : пер. с англ. / Дж. Форрестер. – М. : Изд-во "Наука", 1978. – 167 с.

Онышкевич В.М., Гапалак Х.О. Учет стохастичности в глобальных эколого-экономических математических моделях

Обоснована необходимость анализа эколого-экономических предпосылок для моделирования глобальных процессов. На основании усовершенствования модели Дж.Форрестера предложена возможность учета фактора стохастичности при математическом моделировании таких процессов.

Ключевые слова: математическая модель, экологическая экономика, стохастические факторы, система дифференциальных уравнений.

Onyshkevych V.M., Gapalyak H.O. Taking into account stochastic factors in the global environmental economic mathematical models

The necessity of analysis of environmental economic factors for modeling of global processes is motivated. On the bases of improvement of J.Forrester's model feasibility of taking into account stochastic factors during mathematical modeling of such processes is proposed.

Keywords: mathematical model, environmental economics, stochastic factors, system of differential equations.

УДК 621.391 Аспір. О.С. Бойченко¹; доц. В.В. Воронніков¹, канд. техн. наук; викл. М.І. Сичевський²

МЕТОДИКА ЗНАХОДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛІВ НА БАЗІ БЕЗДРОТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ІЗ ДИНАМІЧНО ЗМІНЮВАНОЮ ТОПОЛОГІЄЮ

Запропоновано методику знаходження основних характеристик перспективних автоматизованих систем управління (АСУ) підрозділів на базі бездротових інформаційно-комунікаційних мереж із динамічно змінюваною топологією на етапі проектування мереж. Методика складається із чотирьох етапів: аналіз структури перспективних бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією. Визначення інформаційного обміну між вузлами інформаційно-комунікаційних мереж (ІКМ); складання та розв'язок системи диференціальних рівнянь стану ІКМ; розрахунок характеристик ІКМ.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні мережі, бездротові стандарти передачі даних, динамічно змінювана топологія.

Постановка проблеми. Розвиток озброєння та військової техніки, а також методів ведення бойових дій потребує вдосконалення системи управління підрозділами Збройних Сил (ЗС) України. Застосування мобільних підрозділів у сучасному бою та його швидкоплинність постійно підвищують вимоги до військових ІКМ. Практично всі розвинені країни особливу увагу приділяють питанню впровадження АСУ підрозділів у різні роди військ.

Створення єдиної автоматизованої системи управління підрозділів ЗС України, ефективної як у мирний, так і у воєнний час, є одним із пріоритетів розвитку ЗС. До них належить і перехід на цифрові методи передачі, прийому та оброблення інформації, автоматизація процесів встановлення, відновлення зв'язку та інтеграція основних процесів інформаційного обміну із впровадженням у діяльність органів військового управління багатofункціональних абонентських терміналів тощо [3].

Використання перспективних АСУ на основі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією дає змогу вирішувати завдання управління підрозділів та зв'язку з потрібною інформаційною ефективністю та мобільністю [2]. Перспективні АСУ підрозділів на основі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією будуть складатись з великої кількості різнотипних компонентів, розподілених на значній площі. Такі компоненти мають складну структуру й алгоритми взаємодії, функціонують за наявності ненадійних елементів, в умовах реальних завад, пасивної, активної та інформаційної взаємодії [4].

На етапах розробки і проектування перспективних АСУ на базі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією в умовах її реального функціонування і розвитку відповідно до вимог забезпечення якості обслуговування і надійності, живучості й інформаційної безпеки постає задача оцінки широкого класу імовірно-часових характеристик. Це потребує розробки відповідного математичного апарату для аналізу складних систем, створення системи моніторингу й управління мережею в реальному масштабі часу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останніх публікаціях досить часто трапляється огляд принципів побудови та перспективних напрямів розвитку АСУ підрозділів у збройних силах. Так, у статті [1] розглядають принципи побудови та особливості застосування інформаційно-керуючої мережі "Тактичний Інтернет" Сухопутних військ США та її п'ять основних компонентів: АСУ вогнем польової артилерії, тилового забезпечення, протиповітряної і протиракетної оборони, системи збирання й аналізу розвідувальних даних та АСУ діями частин і підрозділів Сухопутних військ. Проблеми взаємодії різних АСУ в коаліційних операціях та перспективні напрями їх подолання описано в статті [5].

Інформаційно-комунікаційні мережі з динамічно змінюваною топологією є мережами зі змінюваною децентралізованою інфраструктурою [3]. Мережі мають такі переваги: широке покриття, теоретично широка абонентська база без великої кількості базових станцій і збільшення потужності випромінюваного сигналу. Кожен з абонентських пристроїв, залежно від його потужності, має свій радіус дії та внаслідок своїх ресурсів збільшує радіус дії мережі. Потужність кожного окремого пристрою може бути мінімальною.

Завдання створення ефективних алгоритмів і протоколів управління використанням ресурсів безпроводної мережі передачі даних з використанням аналізу інформації про поточне навантаження – це одна з основних проблем теорії систем масового обслуговування. Існуючі алгоритми управління і протоколи передачі даних для безпроводних ad-hoc мереж виявилися невідповідними або малоефективними під час їх застосування для високошвидкісної багатоканальної передачі даних. Усі вони орієнтовані на обмін даними в мережах, в яких доступний лише один поділяємий канал передачі даних, і обмін даними здійснюється в режимі комутації пакетів [3].

Алгоритми управління виділенням ресурсів і протоколи передачі даних, що здатні адаптуватися до характеристик обслуговуваного навантаження і оптимізувати використання доступного ресурсу пропускної здатності на сьогодні для мереж подібного класу з відкритих джерел не відомо.

¹ Житомирський військовий інститут ім. С. Корольова Національного авіаційного університету;

² Львівський ДУ безпеки життєдіяльності