

горитму апаратній складовій багатоядерних та багатопроцесорних систем обчислення було розділено на блоки, які легко інтерпретувати на апаратній частині сучасних багатопроцесорних систем.

Література

1. He X. Lattice Boltzmann model for the incompressible Navier-Stokes equations / X. He, L.S. Luo, J. Stat. Phys. 2005. – Pp. 927-944.
2. Owens J.D. GPU computing / J.D. Owens, M. Houston, D. Luebke, S. Green // Proceedings of the IEEE, 96(5), 2008. – Pp. 879-899.
3. Bastien Chopard. How to improve the accuracy of Lattice Boltzmann calculations / Chopard Bastien. Technical report, LBMMethod.org, 2008. – Pp.
4. Fredrickson C.K. Macro-to-micro interfaces for micro fluidic. devices / C.K. Fredrickson and Z.H. Fan, Lab Chip, 4, 2004. – 526 p.
5. Minhang B. Analysis and Design Principles of MEMS Devices / B. Minhang. – 1st edition: Elsevier Science, 2005. – 328 p.

Дмитришин Б.Б. Метод решеток Больцмана для моделирования потока жидкости в микропоточковых системах

Сделано описание применения метода решеток Больцмана (Lattice Boltzmann Methods, LBM) для моделирования микропоточков в жидкостных микроэлектромеханических системах (МЭМС), приведена вычислительная схема на примере двухмерной системы D2Q9 и разработан новый алгоритм LBM, который позволяет реализовать более эффективную схему вычислений и обеспечить возможность параллелизации вычислений на многоядерных и многопроцессорных системах. Предложенный метод решеток Больцмана и его алгоритм для создания прикладного программного обеспечения позволяет ускорить время выполнения вычислений и увеличить точность полученных результатов. Кроме этого, алгоритм можно легко интерпретировать в аппаратной части современных многопроцессорных систем.

Ключевые слова: метод решеток Больцмана, МЭМС, алгоритм, микро поток, моделирование.

Dmytryshyn B.B. Lattice boltzmann method for simulation of fluid flow in microfluidic systems

This paper describes the Lattice Boltzmann Methods (LBM) for simulation of liquid microflows in microelectromechanical systems (MEMS) and the computational scheme for D2Q9. New algorithm for LBM, which allows to get more efficient computation scheme and enable parallelization computations on multicore and multiprocessor systems, was developed. Proposed Lattice Boltzmann method and its algorithm for creating software application allows to reduce runtime process and increase the accuracy of the results. In addition, the algorithm can be easily interpreted on the hardware of modern multiprocessor systems.

Keywords: Lattice Boltzmann Method, MEMS, algorithm, microflow, simulation.

УДК 65.050.12

Доц. В.С. Лучик, д-р екон. наук; аспір. М.В. Лучик¹ –
Подільський державний аграрно-технічний університет

ПОБУДОВА МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АГРАРНОЇ ГАЛУЗІ

Для оцінювання рівня економічної безпеки аграрної галузі запропоновано використовувати такі функціональні компоненти: фінансову, інвестиційну, інноваційну, виробничо-технологічну, екологічну, маркетингову, політико-правову, соціальну, інтелек-

туально-кадрову, зовнішньоекономічну, інфраструктурну. Для вирішення цієї задачі побудовано модель у вигляді задачі математичного програмування, знаходження оптимального розв'язку якої здійснено градієнтним методом.

Ключові слова: економічна безпека аграрної галузі, оцінка рівня економічної безпеки, моделювання економічної безпеки, задача математичного програмування.

Постановка проблеми. Теоретичні та методологічні аспекти створення механізму забезпечення економічної безпеки аграрної галузі, в основі якого лежить комплексна оцінка складових підсистем (фінансова, інвестиційна, інноваційна, виробничо-технологічна, екологічна, маркетингова, політико-правова, соціальна, інтелектуально-кадрова, зовнішньоекономічна, інфраструктурна), моніторинг та оперативний контроль рівня економічної безпеки АПК, потребують подальшого дослідження. Рішення цієї проблеми має важливе значення з позиції як поточного стану справ в аграрній галузі, так і подальшого розвитку за рахунок забезпечення конкурентних переваг аграрної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах глобалізації економіки питання економічної безпеки є вирішальними в дискусіях щодо вибору альтернативних напрямів розвитку національної економіки, що відображено в працях Л. Абалкіна, О. Барановського, О. Власюка, В. Гапоненко, В. Геєця, М. Скрипниченко, Л. Уткіна, А. Татаркіна та ін. Значний внесок у теорію економічної безпеки агропромислового комплексу зробили М. Кропивко, М. Кузубова, Н. Кулагіна, М.В. Месель-Веселяк, Б. Пасхавер, П. Саблук, А. Светлаков та ін. Незважаючи на це, задачі моделювання економічної безпеки аграрної галузі і на цій основі прогнозування стійкості розвитку аграрної галузі та економіки держави загалом залишаються повністю не дослідженими і тому потребують більш детального розгляду.

Постановка цілей. Метою дослідження є побудова моделі оцінювання рівня економічної безпеки аграрної галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Головним критерієм забезпечення економічної безпеки галузі є захист інтересів галузі від різного роду загроз та створення умов для її функціонування та розвитку. Такий підхід до визначення економічної безпеки галузі є наближенням до формулювання економічної безпеки держави і національної безпеки загалом. Інтереси галузі становлять частину широкого спектра об'єктів національної безпеки, причому суб'єктивно виділяються і динамічно пов'язані з реалізацією державою економічної та соціальної політики. Загрози і ризики можна віднести до численних деструктивних факторів безпеки, які мають широкий діапазон негативних проявів, зокрема небезпека, конфлікт, криза, катастрофа, деформаційні процеси тощо. Загрози в контексті економічної безпеки постійно трансформуються і протягом короткого часу вони можуть перетворюватися з реальних в потенційно деструктивні й навпаки. Захист або захищеність реалізується у вигляді заходів, пов'язаних із забезпеченням стабільного і нормального розвитку галузі та економіки країни загалом. З певним припущенням можна стверджувати, що будь-які механізми та інструменти, орієнтовані на забезпечення сталого розвитку економіки, можна розглядати як заходи із захисту економічної безпеки.

Основною проблемою під час оцінювання рівня економічної безпеки аграрної галузі є системне виділення тих показників, порівняння яких з порогови-

¹ Наук. керівник: проф. К.Б. Волошук, д-р екон. наук

ми значеннями дасть змогу комплексно оцінити стан галузі та економіку країни загалом, виявити об'єктивні небезпечні тенденції. Поки немає загальноновизначених методів оцінювання економічної безпеки аграрної галузі. Застосування математичного апарату помітно обмежує число показників, які можуть бути використані, бо не всі показники економічної безпеки можуть бути виражені в кількісній формі. Для визначення рівня економічної безпеки можна використати різні методи, які поділяються на групи:

- моніторинг основних макроекономічних показників і порівняння їх з пороговими значеннями;
- метод експертного оцінювання для ранжування за рівнем загроз;
- оцінка темпів економічного зростання галузі за основними макроекономічними показниками і динаміка їх зміни;
- методи прикладної математики і, зокрема, статистичного аналізу.

В умовах відсутності загальноприйнятої методики оцінювання економічної безпеки аграрної галузі її рівень доцільніше визначати, використовуючи сукупність різних методів.

У загальнішому вигляді економічна безпека відображає такий стан суб'єктів господарювання, яка забезпечує не тільки виживання, але і їх передбачуване функціонування. У практичному плані економічна безпека – це здатність не тільки протидіяти нанесенню прямого економічного збитку, а й процес, який запобігає можливості дестабілізації функціонування організації з боку її внутрішнього та зовнішнього середовища. Практика ринкової економіки показує, що залежно від фінансових ресурсів становище на ринку та інших факторів організації можуть відокремлено функціонувати як у внутрішньому, так і в зовнішньому середовищі або одночасно в обох. Саме середовище організацій формується під впливом інтересів суб'єктів економічних відносин з метою як виживання, так і інших реальних вимог [1].

Прогнозування перспективних станів аграрного ринку в умовах дії зовнішніх факторів і під час реалізації того чи іншого сценарію розвитку ситуації, вибір найбільш ефективних заходів державного регулювання сталого розвитку сільськогосподарського виробництва стає основною задачею науки і практики. Для дослідження економічної безпеки галузі та її сталого розвитку, зазначені етапи повинні реалізовуватися у вигляді імітаційної системи моделювання.

Формування адекватної політики в аграрній сфері можливе тільки з урахуванням стану регіональної економіки та стійкості її розвитку. Однак ситуація в аграрній галузі також впливає на загальне становище в економіці держави і передусім щодо забезпечення продовольчої безпеки. На основі моделі взаємодії елементів регіональної економіки та економічного розвитку сфери АПК, яку запропонувала вчена О.В. Гонова [2], будується модель для оцінювання рівня економічної безпеки аграрної галузі.

Нехай X – множина, елементи якої $x \in X$ – можливі стратегії політики розвитку галузі; Y – множина, елементи якої $y \in Y$ – відповідні можливі стратегії політики економічного розвитку країни; S – безліч можливих станів економіки галузі; Z – безліч можливих ситуацій на державному рівні; $s = s(x)$, $s \in S$ – макроекономічна ситуація в галузі під впливом стратегій $x \in X$; R – критерій

(шкала переваг) для оцінювання проведеної політики і ступеня досягнення мети (R_x – з позиції економіки галузі та R_y – з точки зору економічних завдань держави). Галузева економічна політика з одного боку визначає і трансформує політику в державі (y розглядається як функція x), яка, зокрема має і свої власні цілі, а з іншого – через сформовані макроекономічні умови впливає на ситуацію на галузевому ринку.

Розроблення ефективних інструментів і методів реалізації економічної політики для досягнення бажаних цілей в аграрній галузі повинна враховувати стан та прогноз зовнішнього середовища. При цьому треба побудувати модель функціонування аграрної галузі $z = f(y)$ і знаходження такого y^* , який би задовольняв такій умові:

$$R[f(y^*)] = \max R[f(y)], y \in Y.$$

Цільова ситуація в економіці держави, яка позначається через z^* , визначається для заданих $x \in X$ як $z^* = f(y^*)$. Реальний економічний стан держави може значно відрізнятись від z^* , тому що залежить не тільки від політики в галузі сільськогосподарського виробництва, але і від безлічі неврахованих факторів, включаючи макроекономічні умови, які складуться в розглянутий період. Інструменти галузевої економічної політики впливають на розвиток держави як безпосередньо, так і через суміжні сегменти ринку. Ті з них, які безпосередньо впливають на державний сектор економіки, варто також віднести і до інструментів сталості економічного розвитку в аграрній галузі.

Для визначення стану економічної безпеки аграрної галузі виділено такі функціональні компоненти: фінансова, інвестиційна, інноваційна, виробничо-технологічна, екологічна, маркетингова, політико-правова, соціальна, інтелектуально-кадрова, зовнішньоекономічна, інфраструктурна.

Рівень безпеки кожної компоненти визначається із рівності:

$$EB_i = \sum_{j=1}^{m_i} \left(\alpha_{ij} \cdot \frac{P_{ij}}{NP_{ij} \cdot m_i} \right), i = \overline{1, n},$$

де: EB_i – інтегральний критерій економічної безпеки аграрної галузі i -ї компоненти; α_{ij} – вага j -го показника i -ї компоненти; $\sum_{j=1}^{m_i} \alpha_{ij} = 1$, $i = \overline{1, n}$; P_{ij} – фактичне значення j -го показника i -ї компоненти; NP_{ij} – нормативне значення j -го показника i -ї компоненти (можна вибирати відповідне значення цього показника в державному масштабі); m_i – число показників i -ї компоненти; n – число компонент економічної безпеки аграрної галузі.

Усі частинні компоненти об'єднуються в інтегральний показник економічної безпеки аграрної галузі, що обчислюється за формулою

$$EB = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (\beta_i EB_i)},$$

де β_i – вага i -ї компоненти економічної безпеки аграрної галузі; $\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$.

Тоді траєкторія економічної безпеки аграрної галузі стає оптимальною, якщо існує розв'язок такої задачі:

$$\begin{cases} EB(x) \rightarrow \max, \\ Porog_{ij} \leq P_{ij} \leq NP_{ij}, \\ x \in X, y(x) \in Y, \end{cases} \quad (1)$$

де $Porog_{ij}$ – порогові значення j -го показника i -ї компоненти економічної безпеки аграрної галузі.

Потрібно зауважити, що показники $P_{ij} = P_{ij}(x)$, а й, відповідно, критерії $EB_i = EB_i(x)$ та $EB = EB(x)$ є функціями $x \in X$, тому (1) є класичною задачею математичного програмування. Однак ця задача є одночасно задачею керування в тому сенсі, що, змінюючи стратегію $x \in X$, одночасно буде змінюватись оптимальний розв'язок задачі (1), для знаходження якого можна використати градієнтний метод, оскільки в загальному випадку ця задача буде нелінійною.

Загальна схема розв'язання задачі полягає у побудові послідовності

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_k, \dots \quad (2)$$

розв'язків системи обмежень за таким принципом: як x_0 вибираємо будь-яку точку області розв'язків $x \in X$ і потім наступна точка отримується з попередньої за формулою

$$x_{k+1} = x_k + \lambda \cdot l, \quad (3)$$

де: l – деякий напрямок, а λ – число. При цьому напрямок l і довжина кроку λ вибираються так, щоб забезпечити збіжність послідовності (2) до оптимального розв'язку x^* . У загальному випадку процес отримання послідовності наближень x_k нескінченний, але іноді процес може завершитися і за скінченну кількість кроків, даючи нам локальний, а в задачах випуклого програмування і глобальний оптимум.

Знаходячи похідну за напрямком $\frac{\partial EB(x)}{\partial l}$, можна визначати, чи є напрямки l вигідним у смислі наближення до оптимуму.

Оскільки напрямок градієнта ∇Z цільової функції є напрямком її найшвидшого зростання, то під час відшукування максимуму опуклої функції в якості l часто беруть ∇Z і тоді рівність (3) набуде вигляду:

$$x_{k+1} = x_k + \lambda \cdot \nabla Z, \quad (4)$$

Параметр λ вибирається так, щоб при цьому λ досягався екстремум функції $\nabla Z = Z(x_{k+1}) - Z(x_k)$. Продиференціювавши функцію ∇Z , отримуємо умову екстремуму:

$$\nabla Z(x_{k+1}) \cdot \nabla Z(x_k) = 0. \quad (5)$$

Якщо оптимум досягається всередині області розв'язків системи обмежень, то можна гарантувати, що точка (стратегія) x_{k+1} не вийде за межі обмежень. Процес продовжується доти, поки не буде задовольнятися нерівність:

$$|x_{k+1} - x_k| < \varepsilon,$$

де ε – наперед задана точність обчислення.

В окремих випадках можна припустити, що окремі показники компонент економічної безпеки аграрної галузі можуть приймати числові значення, які будуть меншими, ніж відповідні порогові. Це означає, що не всі нерівності $Porog_{ij} \leq P_{ij} \leq NP_{ij}$ в задачі (1) мають задовольнятися, але це може сприяти тому, що цільова функція $EB(x)$ буде приймати максимальне значення, яке переважає тиме оптимальне значення (1). Тоді задача вигляду (1) буде такою:

$$\begin{cases} EB(x) \rightarrow \max, \\ Porog_{kl} \leq P_{kl}(x) \leq NP_{kl}, \\ P_{dh}(x) \leq NP_{dh}, \\ x \in X, y(x) \in Y. \end{cases} \quad (6)$$

Тут позначено через $P_{dh}(x)$ показники, для яких допускається рівність значенням, меншим за порогові.

Висновки. Отже, побудована модель (1) дає змогу оцінити рівень економічної безпеки аграрної галузі залежно від вибраної стратегії її сталого розвитку. Цей підхід можна застосовувати також для оцінювання рівня економічної безпеки як на мікро-, так і на мезо- та макрорівні. Оптимальний розв'язок цієї моделі є основою для прогнозування оптимальної траєкторії економічного розвитку не тільки аграрної галузі, а й національної економіки загалом.

Література

1. Жак Л. Формирование системы безопасности организаций в рыночной экономике (социально-экономический аспект) / Л. Жак. [Электронный ресурс]. – Доступный с <http://www.zaking.cz/DisF2.pdf>.
2. Гонова О.В. Методы и модели диагностики устойчивого развития регионального агропродовольственного комплекса : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра экон. наук: спец. 08.00.13 / О.В. Гонова; ФГБОУ ВПО "Ивановский государственный химико-технологический университет". – Иваново, 2011. – 36 с.
3. Кулагина Н.А. Формирование системы экономической безопасности / Н.А. Кулагина. – Брянск: Изд-во ООО "Ладомир", 2010. – 215 с.
4. Экономическая безопасность региона: единство теории, методол. исслед. и практика / А.И. Татаркин и др. – Екатеринбург: Изд-во Уральс. гос. ун-та, 1997. – 240 с.
5. Пасхавер Б.Й. Виклики і шляхи агропродовольчого розвитку / Б.Й. Пасхавер, О.В. Шубравська, Л.В. Молдаван та ін. / за ред. акад. УААН Б.Й. Пасхавера; НАН України; Ін-т екон. та прогноз. – К.: Вид-во І, 2009. – 432 с.
6. Моделі ендogenous зростання економіки України / за ред. д-ра екон. наук М.І. Скрипниченко. – К.: Вид-во Ін-ту екон. та прогноз., 2007. – 576 с.
7. Кремер Н.Ш. Исследование операций в экономике : учеб. пособ. / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; под ред. проф. П.Ш. Кремера. – М.: Изд-во ЮНИТИ, 2005. – 407 с.
8. Григорків В.С. Моделювання економіки : навч. посібн. / В.С. Григорків. – Чернівці: Вид-во ЧНУ, 2009. – 320 с.

Лучик В.Е., Лучик М.В. Построение модели для оценки уровня экономической безопасности аграрной отрасли

Для оценки уровня экономической безопасности аграрной отрасли предложено использовать такие функциональные компоненты: финансовую, инвестиционную, инновационную, производственно-технологическую, экологическую, маркетинговую, политико-правовую, социальную, интеллектуально-кадровую, внешнеэкономическую, инфраструктурную. Для решения этой задачи построена модель в виде задачи математи-

ческого программирования, нахождения оптимального решения которой осуществлено градиентным методом.

Ключевые слова: экономическая безопасность аграрной отрасли, оценка уровня экономической безопасности, моделирование экономической безопасности, задача математического программирования.

Luchik V.Ye., Luchik M.V. Building a model for evaluation of economic security level of agricultural sector

To assess the level of economic security of agricultural sector is proposed to use these functional components: financial, investment, innovation, production and technological, environmental, marketing, legal and political, social, intellectual and human resources, foreign trade, infrastructure. To solve this problem, a model in the form of a mathematical programming problem, finding the optimal solution which is implemented by the gradient method, is built.

Keywords: economic security of the agricultural sector, to assess the level of economic security, modeling of economic security, mathematical programming problem.

УДК 004.891.008.1:630*

Аспір. І.І. Лотуш¹ – НЛТУ України, м. Львів

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Проведено аналіз та наведено характеристики сучасних СППР у лісовому господарстві, наведено опис основних блоків СППР. Розглянуто особливості сучасного етапу розвитку СППР, що виражається в інтеграції систем управління базами даних і систем управління базами знань, у розробці спеціального класу СППР – просторових СППР, у розвитку техніки рішення багатокритеріальних задач. Показано, що в умовах глобальних змін проблеми управління багатofункціональним лісовим господарством можна успішно вирішувати лише з використанням СППР, що дають змогу враховувати взаємодію багатьох факторів та інтересів.

Ключові слова: лісове господарство, прогнозування, інформаційні системи, моделювання.

Постановка проблеми. Україна належить до європейських держав, що приєдналися до процесу розробки спільних цілей і принципів ведення господарства в лісах Європи (Гельсінський процес), спрямованих на невиснажливе лісокористування, збереження і відновлення біорізноманіття лісових екосистем. З огляду на це, стратегічні цілі національної лісової політики повинні мало відрізнятися від цілей, що сформульовані міжнародними угодами стосовно сталого розвитку, раціонального використання та охорони лісів.

Серед головних принципів сучасної лісової політики – стабільний розвиток багатofункціонального лісового господарства. Лісовий сектор повинен бути не лише економічно прибутковим, а й скерованим на багатоцільове використання лісів із врахуванням їх глобального екологічного значення, збереження біорізноманіття, екосистемних функцій, врахування регіональних умов. Ці завдання повинні бути враховані під час як короткострокового, так і довгострокового планування управління лісами.

Спрогнозувати наслідки та дати оцінку різних стратегій управління неможливо без інформаційних технологій, зокрема систем підтримки прийняття

рішень (СППР або англ. Decision Support System, DSS). СППР допомагають впоратись із труднощами, що виникають у процесі ведення лісового господарства, адже вони дають змогу оцінювати стан лісової екосистеми тепер, враховувати функції, які вона потенційно може виконувати, оцінювати ту чи іншу стратегію управління лісами з врахуванням очікувань власника лісів, пропонувати альтернативні шляхи лісокористування [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосування математичного апарату та розроблення сучасних інструментів у процесі прийняття управлінського рішення, реалізації та теоретичного обґрунтування СППР було головним питанням у працях зарубіжних вчених, зокрема: Т.А. Спрэдліна, Дж. Поувера, Дж. Лікліндера, П. Кіна, Ч. Стабела, С. Мортонна, Т.П. Геріті, С. Літла та ін. У 1993 р. було опубліковано перший порівняльний аналіз СППР і описано 250 інструментів та способів, котрі можна застосувати під час використання [7].

Виклад основного матеріалу. СППР вперше були застосовані в лісовому плануванні на початку 70-х років завдяки подальшому розвитку управлінських інформаційних систем і є гнучким набором комп'ютерних засобів, що інтегрують знання та інтуїцію спеціаліста з можливостями інформаційної оброблення і моделювання з метою підвищення якості рішення, що приймається [6].

СППР допомагає користувачу на всіх етапах прийняття рішення: виявлення проблеми, планування різних сценаріїв її вирішення, вибір (з оцінкою альтернатив), виконання прийнятого рішення та моніторинг ситуації [2]. Основні частини (підсистеми) СППР формуються відповідно до етапів і представляють собою: 1) інформаційний блок, що містить бази даних та бази знань про об'єкт управління, зовнішні чинники, стратегії і правила ведення господарства; 2) модельний блок, що реалізує різні сценарії ведення господарства; 3) оптимізаційний блок, призначений для вирішення багатокритеріальних оптимізаційних задач; 4) блок візуалізації і дружнього інтерфейсу людини з комп'ютерною системою.

Перші СППР у лісовому господарстві були розроблені для оптимізації динаміки отримання прибутку від продажу деревини з ділянки за заданий проміжок часу без урахування просторової структури деревостою чи оцінки стану екологічних параметрів. Проте такі системи, алгоритми яких засновані на лінійному програмуванні, не здатні вирішити більш складні (реальні) завдання: FORPLAN (США), MONTE (Іспанія), MELA (Фінляндія). Вони передбачають лише певні сценарії ведення лісового господарства, головними факторами в яких є: склад і вік деревостою, правила лісокористування та врахування інтересів власника лісу. У таких випадках рішення приймається за допомогою евристичних алгоритмів, котрі хоч і спроможні видати прийнятне рішення проблеми серед багатьох рішень, але неспроможні гарантувати, що це рішення буде найкращим. Для обрання рішення серед багатьох альтернатив, використовують багатокритеріальні моделі рішень (MCDM – Multiple-criteria decision-making), а саме метод, розроблений Т. Саату (Сааті Т., 1993), – метод аналізу ієрархій (АНР). Моделі рішень, що базуються на цьому методі, легко будуються завдяки добре розробленій технології, їх результати легко пояснити, що робить їх ефективним засобом взаємодії з користувачем СППР.

¹ Наук. керівник: проф. Я.І. Соколовський, д-р техн. наук