

Моделювання розвитку кризових процесів в реальному секторі економіки України

Розроблена імітаційна модель розвитку кризових процесів у реальному секторі економіки України на підставі використання концепції системної динаміки. У модель включені п'ять імітаційних підмоделей розвитку кризових процесів: у сільському господарстві, виробництві нафтопродуктів, машинобудуванні, металургії, харчовій промисловості, а також трендові моделі для деяких інших. Взаємодія різних галузей моделюється за допомогою моделі міжгалузевого балансу. Показана роль зовнішніх шоків у розвитку кризовий явищ у кожній з галузей та їх розповсюдження в контурах зворотного зв'язку. Ключові слова: кризові процеси, реальний сектор, імітаційне моделювання, системно-динамічна концепція, міжгалузевий баланс, контур зворотних зв'язків.

Остання світова фінансово-економічна криза знову викликала інтерес дослідників до різних можливостей моделювання та прогнозування кризових процесів. Кризові процеси найбільше торкнулися реального сектора економіки України у 2009 р., коли один із провідних індикаторів – індекс промислової продукції – впав до 78,1%.

Проблеми макроекономічного моделювання та прогнозування вирішуються у світовій практиці на основі різних підходів. Більшість робіт у цій області концентруються на використанні випереджаючих індикаторів і сигнального підходу для фінансових, банківських та валютних криз [1-5]. Можливості ж математичного та, зокрема, імітаційного моделювання використані далеко недостатньо і в Україні, і у світі в цілому. Так, макроекономічна модель економіки України, розроблена Центром соціальних та економічних досліджень CASE (Польща) у 1998 р. і уточнена у 2000 р. [6], призначена для аналізу рівня тіньової економіки в Україні, а пізніше – для короткострокового та середньострокового прогнозування та аналізу різних сценаріїв економічної політики, широкого використання не отримала. З недавніх українських розробок у галузі моделювання розвитку економіки країни слід зупинитися на методичних рекомендаціях [7], які передбачають прогноз за кількома напрямками: ВВП в цілому, за категоріями доходів і кінцевого споживання, виробничим методом; сукупна пропозиція в розрізі основних видів економічної діяльності, включаючи підсекції промислового виробництва, на основі індексного методу; зайнятість і заробітна плата; показники соціально-економічної рівноваги. Проте використання для прогнозів різних індексів непридатне для оцінки можливості яких критичних подій і кризових явищ. Показовим у цьому сенсі є той факт, що при побудові регресійних залежностей рекомендується виключити дані 2009 р., як не характерні для економіки України.

Метою даної роботи була побудова імітаційної моделі розвитку кризових процесів у реальному секторі економіки України, що дозволяє виявити причинно-наслідкові зв'язки і провести аналіз різних сценаріїв можливої протидії.

В основу розробленої моделі покладено концепцію системної динаміки, запропоновану Дж. Форрестером для світової соціо-економіко-екологічної

системи [8]. Гіпотези, сформульовані Дж. Форрестером, були в подальшому більш детально опрацьовані групою дослідників під керівництвом Д. Медоуза в моделі «Мир-3» [9], у працях В.А. Геловані із співавторами [10]. Ця концепція використовувалася також для імітаційної моделі розвитку регіонів [11].

Модель розвитку кризових процесів в Україні побудована в розрізі п'яти видів реального сектора: сільське господарство, виробництво продуктів нафтопереробки, машинобудування, виробництво продуктів харчування, металургійне виробництво. Ці види економічної діяльності в сукупності забезпечували 24–30 % ВВП країни у 2003–2011 рр. і 37–43 % валового випуску. Додатково розглядалися ще три види економічної діяльності реального сектора економіки, технологічно тісно пов'язані з основними, хоча їх частка у ВВП мала і у сукупності становить 5–6 %.

Схема взаємозв'язку блоків у моделі розвитку кризових процесів у реальному секторі економіки країни показана на рис. 1. Центральним елементом моделі є модель міжгалузевого балансу, яка пов'язує окремі моделі видів економічної діяльності в єдине ціле і дозволяє виявити ефекти поширення кризових процесів.

Кожен галузевої блок імітаційної моделі включає такі основні змінні: обсяг випуску (V), ВВП, експорт (E), імпорт (I), емність внутрішнього ринку (ϵ), кредити (K), інвестиції (I), дисбаланси ($ДБ$), диспропорції ($ДП$), кредитний пузир ($П4$) і прогноз індексу промислового виробництва ($ІПВ$).

Імітаційна модель побудована за даними таблиць витрати-випуск за 2003–2011 рр. в цінах споживача, інформації державної служби статистики про інвестиції в основний капітал і Національного банку України про видані кредити.

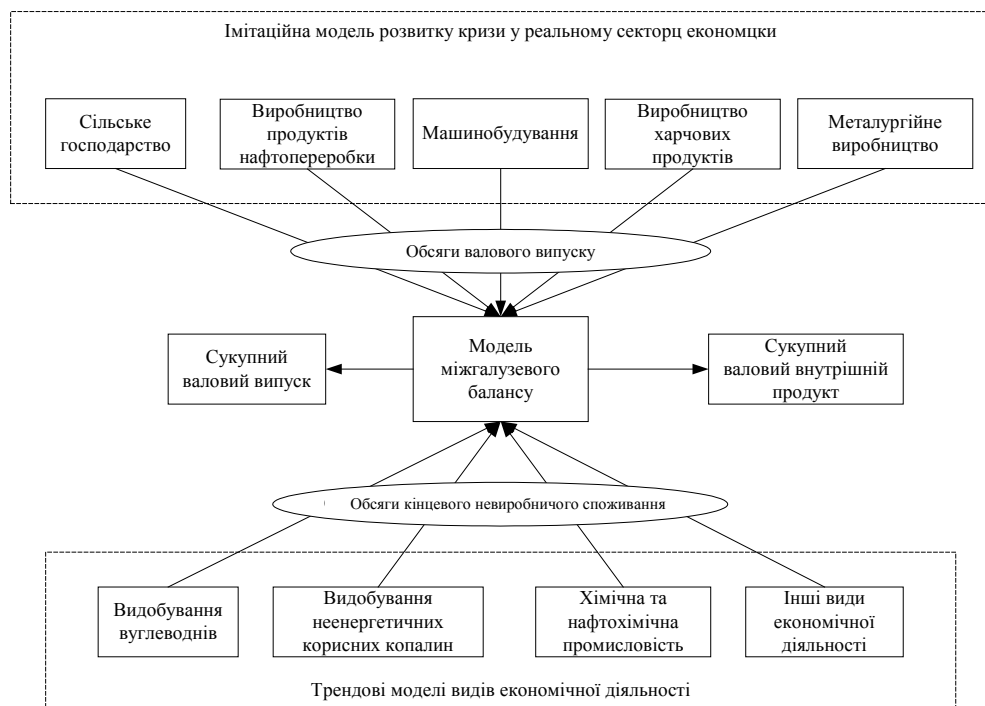


Рис. 1. Структурно-логічна схема моделі розвитку кризових процесів у реальному секторі економіки України

Модель реалізувалася в системі імітаційного моделювання Vensim 6.1с, що підтримує концепцію системної динаміки. Модель міжгалузевого балансу була реалізована в ППП Matlab 7.11.0.

Характерною рисою розвитку кризи для всіх видів економічної діяльності є різка зміна залежностей (не тільки параметрів, але і виду залежностей) з початком кризи (2007-2008 рр.), спровокована переходом деякої диспропорції або дисбалансу в нестійку або передкризову зону. Однак загальних для всіх видів економічної діяльності переходів виявлено не було, що свідчить про те, що кожен з них має свої особливості реакції на негативні явища.

Основним джерелом є коливання цін на зовнішніх ринках, такі як падіння цін на металургійну продукцію або зростання цін на нафтопродукти. Істотну роль відіграє залежність від монопостачальника і наявності постійної, в ряді випадків наростаючої, диспропорції між цінами експорту та імпорту.

Основне припущення про залежність приросту обсягів випуску від інвестицій і / або кредитів у більшості випадків не підтвердилося. Це можна пояснити тим, що розширення виробництва відбувається екстенсивно на тимчасово невикористаних потужностях.

Кредити використовуються майже виключно для поповнення оборотного капіталу. При цьому у відносно стійкій галузі виробництва харчових продуктів кредити використовуються для імпортих закупівель. В інших галузях кредити виявлялися доступні в основному експортерам, які більш кредитоспроможні. Розрахунок диспропорцій, дисбалансів і швидкості зростання пазирів здійснюється відповідно до їх визначень, наданих у [12], за винятком співвідношення цін експорту та імпорту і диспропорції платоспроможності, які за необхідності оцінювалися економетричними залежностями.

У моделі розвитку кризи в сільському господарстві (рис. 2) визначальним є контур позитивного зворотного зв'язку (показаний жирною лінією) вигляду:

обсяг випуску – експорт – кредити – інвестиції – приріст випуску.

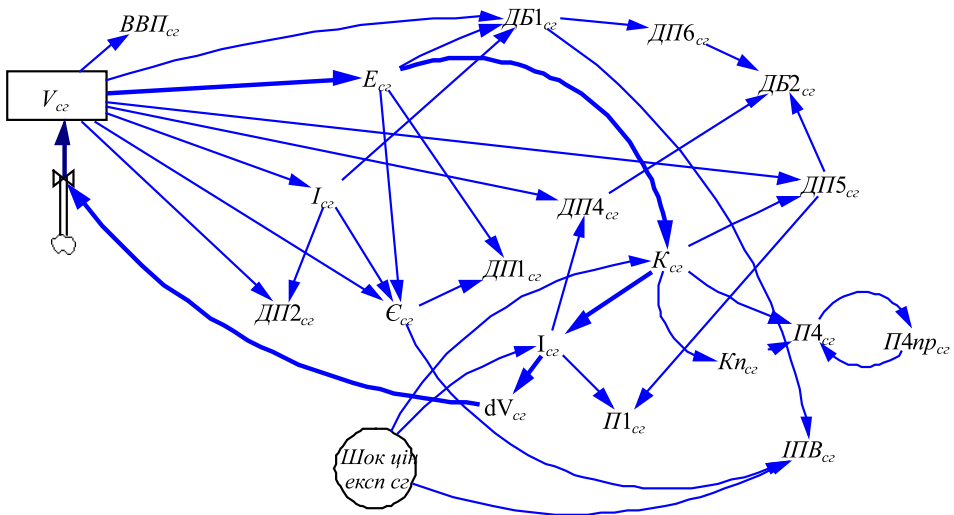


Рис. 2. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків в імітаційній моделі розвитку кризових процесів у сільському господарстві

Знайдені співвідношення не передбачають виникнення кризи, оскільки в контур зворотних зв'язків диспропорції та дисбаланси не включаються. Однак у 2009 р. кризові явища в сільському господарстві спостерігалися, тому було зроблено припущення про екзогенної причини кризи. Аналіз динаміки основних показників галузі показав, що причиною стало падіння цін експорту в 2009 р. на 41 % у доларах США. Частково це падіння було компенсовано падінням курсу гривні і зростанням експорту в натуральному виразі. Зхлопування експортного пузиря у 2009 р. призвело до тимчасового зниження кредитоспроможності виробників і, відповідно, зниження обсягів кредитів та інвестицій. Тому в модель була введена шокова змінна, вплив якої відчувався на обсягах кредитів, інвестицій та індексі виробництва.

Вплив локального шокового впливу в 2009 р. у наступні роки істотно ослаб і наприкінці періоду моделювання практично зник, тому для моделювання шокової змінної використовувалася експонентна затримка першого порядку.

Діаграма причинно-наслідкових зв'язків для виробництва продуктів нафтопереробки показана на рис. 3. Визначальним у динаміці розвитку даного виду економічної діяльності є контур позитивного зворотного зв'язку, що включає дві диспропорції:

обсяг випуску – інвестиції – інвестиційна достатність –
співвідношення експортних та імпорتنних цін – темп приросту випуску.

Специфічним явищем для виробництва продуктів нафтопереробки стало те, що з переходом співвідношення цін експорту та імпорту з передкризової в нестійку область, темп приросту випуску і ВВП зменшився. При цьому інвестиційна достатність даної галузі весь час перебуває в передкризовій зоні і погіршувалася протягом усього розглянутого періоду. Наявність негативного зв'язку між диспропорцією експортних та імпорتنних цін та

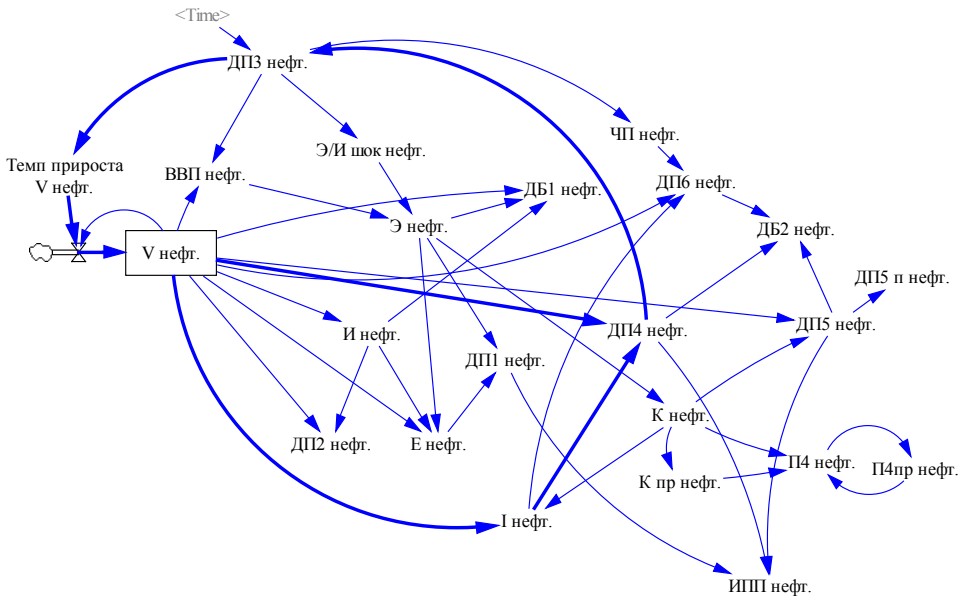


Рис. 3. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків в імітаційній моделі розвитку кризових процесів у виробництві продуктів нафтопереробки

інвестиційною достатністю змушує припустити, що вирішальну роль і тут відіграють зовнішні фактори.

Темп приросту виробництва продуктів нафтопереробки оцінювався за середнім темпом приросту за два періоди 2003-2007 і 2008-2011 рр., які відповідають різним зонам диспропорції експортних та імпорتنих цін.

Структура імітаційної моделі розвитку кризи у машинобудуванні показана на рис. 4. У функціонуванні цієї галузі не було виділено контурів зворотних зв'язків. Істотний вплив на розвиток кризи в машинобудуванні справили динаміка цін на експортовану продукцію і різка зміна валютного курсу. Співвідношення зовнішньої і внутрішньої пропозиції в машинобудуванні найбільше з розглянутих галузей, тому саме зовнішні фактори відіграють вирішальну роль у динаміці її функціонування.

Шок валютного курсу відбився на імпорті, обсязі випуску та інвестиціях і з запізненням на 1 рік – на обсязі експорту. Опосередковано зміна валютного курсу торкнулася практично усіх змінних моделі.

Згідно з діаграмою причинно-наслідкових зв'язків у моделі розвитку кризових процесів у виробництві продуктів харчування, наведеною на рис. 5, визначальним є контур позитивного зворотного зв'язку вигляду:

обсяг випуску – імпорт – кредити – інвестиції – приріст випуску.

Характерним для розвитку кризових процесів у виробництві продуктів харчування виявився вплив кредитів: після одноразового переходу диспропорції боргового навантаження ДП5 в нестійку область обсяги інвестицій різко скоротилися. Це дозволяє припустити, що нові кредити були спрямовані на погашення раніше взятих кредитів, що дозволило повернути диспропорцію в стійку область, але ціною погіршення інвестиційної достатності. Основним зовнішнім чинником кризи стало підвищення цін на імпорт в дол. США.

У розвитку кризи в металургійному виробництві вирішальну роль зіграла кон'юнктура зовнішнього ринку. Оскільки галузь забезпечує близько 35 % експорту країни і при цьому співвідношення зовнішнього і внутрішнього попиту (ДП1) в деякі роки істотно перевищує 100%, то

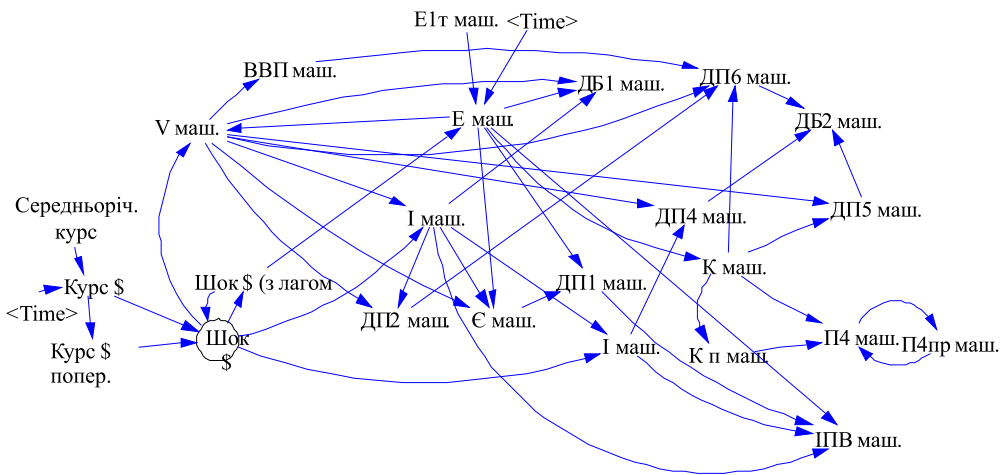


Рис. 4. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків в імітаційній моделі розвитку кризових процесів в машинобудуванні (Умовні позначення: E1т – ціна 1 тонни експорту у дол. США)

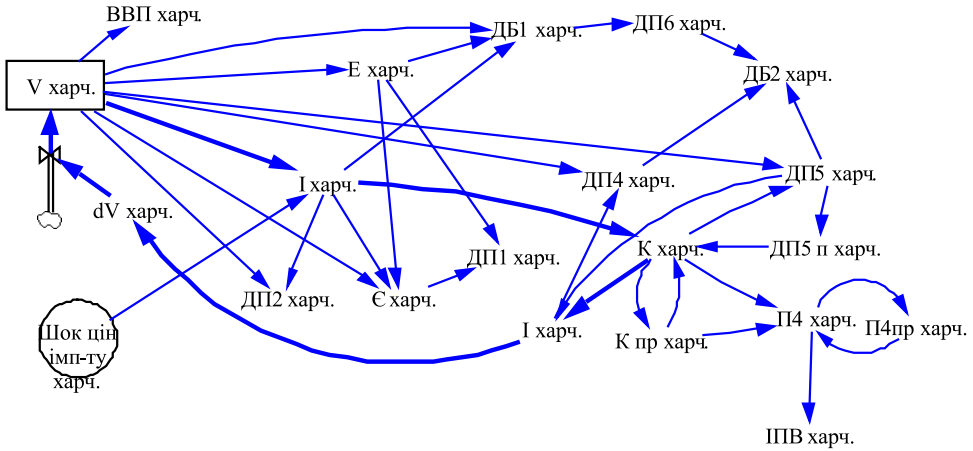


Рис. 5. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків в імітаційній моделі розвитку кризових процесів у виробництві продуктів харчування

криза в цій галузі робить уразливою всю економіку. Через наявність залежності функціонування металургійного виробництва від зовнішніх ринків контури зворотних зв'язків у імітаційній моделі відсутні. Структура моделі показана на рис. 6.

Центральним елементом у моделі для металургійного виробництва є експорт продукції. Як випливає з рис. 6, при різкій зміні цін на експорт змінюються практично всі основні показники стану даної галузі. Той факт, що кредити залежать від обсягу експорту, дозволяє говорити, що вони використовуються в основному для поточних операцій експортерів, а не для розвитку та модернізації виробництва. Інвестиції слабо пояснюються розглянутими змінними. Якщо в 2003-2007 рр. їх можна досить впевнено пов'язати з розширенням кредитування, то в 2008-2010 рр. ця залежність втратила сенс. Найкращою зі знайдених залежностей виявилася залежність від ВВП, що можна було б розглядати як позитивний момент використання власних коштів підприємств, якби частка ВВП металургійного виробництва

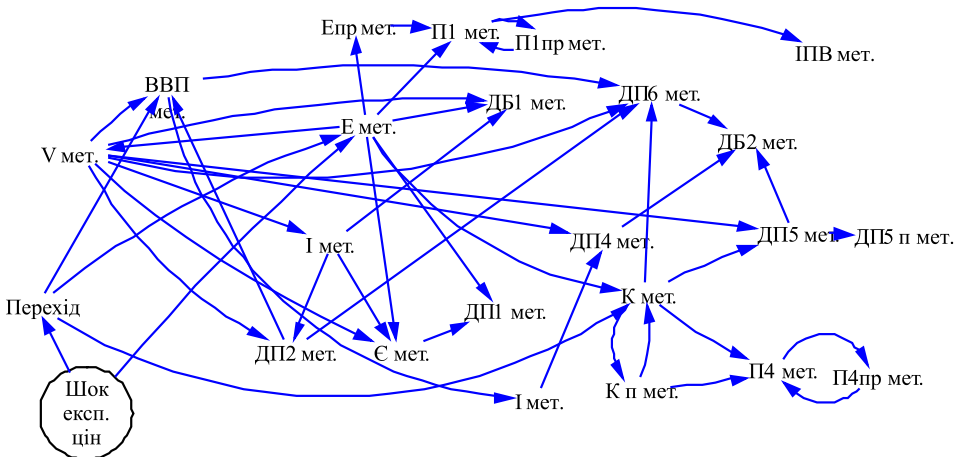


Рис. 6. Діаграма причинно-наслідкових зв'язків в імітаційній моделі розвитку кризових процесів у металургійному виробництві

наприкінці розглянутого періоду була вище наявних 7 %. При цьому в 2011 р. відбулося масоване інвестування у галузь, яке вже не можна пов'язати з ВВП, кредитами або чистим прибутком, оскільки останній у 2009-2011 рр. перетворився на збитки. Велика кількість чистих збитків пов'язана із зростанням матеріалоемності металургійної продукції. Так, сумарне проміжне споживання у випуску металургійного виробництва в 2009-2011 рр. зросло з 82 до 93%, в основному за рахунок вартості продукції добувних галузей, виробництва коксу, витрат торгівлі та транспорту.

Результати оцінки імітаційної частини моделі показали досить високий ступінь її адекватності за критерієм середньої процентної помилки (5-10 %). Найгіршими є якісні показники щодо обсягів інвестицій, але ці обсяги часто зумовлюються окремими рішеннями, а не поточною ситуацією.

Обсяги кінцевого невиробничого споживання для решти чотирьох галузей моделювалися за допомогою трендових моделей, у ряді випадків з фіктивною змінною:

$$КП_{\text{видоб. вуглевод.}} = -24762 e^{0,1722t}, (r^2 = 0,94);$$

$$КП_{\text{видоб. неенерг. кор. коп.}} = (91,34518 + 51,58556 d) e^{0,554t}, (r^2 = 0,98);$$

$$КП_{\text{хіміч. пром.}} = (5488,4 - 1774,84 d) e^{0,3033t} + (9427,4 - 2805,16d) e^{0,22t} - \\ - (11717,29 - 2168,79 d) e^{0,2678t}, (r^2 = 0,98);$$

$$КП_{\text{інші}} = 121465 e^{0,2018t}, (r^2 = 0,97),$$

де $КП$ – кінцеве невиробниче споживання у галузі;

d – фіктивна змінна, що розрізняє періоди до і після кризи, дорівнює 1 для видобутку неенергетичних корисних копалин у 2010-2012 рр., для хімічної та нафтохімічної промисловості в 2009-2012 рр. і нулю в інші періоди.

Моделювання сукупного випуску і ВВП здійснювалося за допомогою моделі міжгалузевого балансу:

$$V_i^t = \sum_{j=1}^9 a_{ij}^t X_j^t + КП_i^t,$$

$$ВВП_j^t = V_j^t - \sum_{i=1}^9 a_{ij}^t V_j^t,$$

де a_{ij}^t – коефіцієнт прямих матеріальних витрат продукції i -ї галузі для виробництва валової продукції j -ї галузі в період t .

Матриці коефіцієнтів прямих матеріальних витрат оцінювалися за даними таблиць витрати-випуск за 2003-2011 рр. Для 2012 р. в моделі використовувалася матриця коефіцієнтів 2011 р. Результати розрахунків показали, що помилка оцінки сукупного ВВП за 2012 р. становить 2 %.

Аналіз побудованих моделей дозволяє зробити висновок, що розвиток галузей, які орієнтуються на внутрішній ринок, прямо або побічно підпорядковується основному рівнянню мультиплікатора, що пов'язує приріст обсягу випуску з інвестиціями. Такими галузями серед розглянутих були сільське господарство та виробництво продуктів харчування. Кризові

процеси в цих видах економічної діяльності виникають через впливи з боку зовнішнього ринку, але носять локальний у часі характер.

Розвиток експортоорієнтованих видів економічної діяльності (металургійне виробництво) та імпортозалежних (виробництво продуктів нафтопереробки) набагато істотніше залежить від ситуації на зовнішніх ринках. Тому ані динаміка випуску, ані динаміка інвестицій і кредитів не може описуватися закритими моделями типу моделі мультиплікатора–акселератора, які передбачають, що рішення приймаються на підставі поточного стану галузі. В експорто- та імпортозалежних галузях рішення про розширення (скорочення) випуску є реакцією на зміни зовнішніх умов, вплив на які з боку економіки країни відсутній. Через слабкість внутрішнього ринку будь-які негативні коливання зовнішніх ринків мають більш глибокі й тривалі наслідки для цих видів економічної діяльності.

Що стосується зворотних зв'язків, які відображають вплив диспропорцій, дисбалансів і пузирів на динаміку показників функціонування галузей, то загальних для всіх них залежностей не виявлено. Однак для них індекс промислового виробництва, що є головним індикатором настання кризи, негативно залежить від будь-якої диспропорції або пузиря. Так, негативний вплив в сільському господарстві має торговий дисбаланс, у виробництві продуктів нафтопереробки негативний вплив чинить співвідношення зовнішнього і внутрішнього попиту і позитивний – інвестиційна достатність, також негативний вплив робить в машинобудуванні співвідношення зовнішнього і внутрішнього попиту, у виробництві продуктів харчування – кредитний пузир, а у металургійному виробництві – зовнішній експортний пузир. Таким чином, можна стверджувати, що припущення про можливість оцінки загрози кризи на основі зростання дисбалансів, диспропорцій і пузирів у реальному секторі підтверджується.

Побудована модель була використана для аналізу різних сценаріїв розвитку кризових процесів у видах економічної діяльності реального сектора і вибору прийнятних компенсуючих впливів.

Список використаних джерел

1. Гриняев С.Н. Методы прогнозирования сроков наступления финансово-экономических кризисов : Аналитический доклад / С.Н. Гриняев, А.Н. Фомин, С.А. Крюкова, Г.А. Макаренко. – М. : Центр стратегических оценок и прогнозов, 2010. – 44 с. Режим доступа : <http://www.csef.ru/files/csef/articles/917/917.pdf>.
2. Улюкаев А.В. Применение сигнального подхода к разработке индикаторов-предвестников финансовой нестабильности в РФ / А.В. Улюкаев, П.В. Трунин // Проблемы прогнозирования. – 2008. – №5. – С. 100–109.
3. Davis E.P., Karim D. Comparing early warning systems for banking crises // *Journal of Financial Stability*. – 2008. – V. 4, Is. 2. – P. 89–120.
4. Gaytan A., Johnson Ch.A. A review of the literature on early warning systems for banking crises // Central Bank of Chile. WP N 183, 2002. – 45 p.: Режим доступа – <http://www.bcentral.cl/Estudios/DTBC/doc-trab.htm>.
5. Percic S., Apostoae C. –M., Cocri V. Early warning systems for financial crises – a critical approach // *CES Working Papers*. 2013. – Iss. 1. – P. 78-88 // ceswp.uaic.ro/articles/CESWP2013_V1_PER.pdf

6. Гроницки М. Макроэкономическая модель для Украины / М. Гроницки, К. Пентка ; ред. русс. изд. П. Козаржевский : Center for Social and Economic Research // Исследования и анализ. – Т. 190. – 2000. – Режим доступа : http://www.case-research.eu/upload/publikacja_plik/SA190R.pdf.
7. Наказ Міністерства економіки № 203 від 27.02.2010 «Про затвердження Методичних рекомендацій з прогнозування основних макроекономічних показників на короткостроковий період». – К., 2010.
8. Форрестер Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. – М. : Наука, 1978. – 168 с.
9. Медоуз Дон. Пределы роста. 30 лет спустя: монография / Дон. Медоуз, Й. Рандерс, Ден. Медоуз. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2008. – 342 с.
10. Геловани В.А. СССР и Россия в глобальной системе (1985-2030): Результаты глобального моделирования / В.А. Геловани, В.Б. Бритков, С.В. Дубовский. – М. : ЛИБРОКОМ, 2009. – 320 с.
11. Кизим Н.А. Моделирование устойчивого развития регионов : монография / Н.А. Кизим, О.Ю. Полякова, В.Е. Хаустова, Ш.А. Омаров. – Харьков : ИД «ИНЖЭК», 2010. – 180 с.
12. Кизим Н.А. Система раннего распознавания патологических процессов в реальном секторе экономики / Н.А. Кизим, П.В. Проноза, О.Ю. Полякова // Известия ИГЭА. – 2014. – № 1 (93). – С. 110-120.

Проноза П.В. Моделирование развития кризисных процессов в реальном секторе экономики Украины.

Разработана имитационная модель развития кризисных процессов в реальном секторе экономики Украины на основании использования концепции системной динамики. В модель включены пять имитационных подмоделей развития кризисных процессов: в сельском хозяйстве, производстве нефтепродуктов, машиностроении, металлургии, пищевой промышленности, а также трендовые модели для некоторых других. Взаимодействие различных отраслей моделируется с помощью модели межотраслевого баланса. Показана роль внешних шоков в развитии кризисных явлений в каждой из отраслей и их распространение в контурах обратной связи.

Ключевые слова: кризисные процессы, реальный сектор, имитационное моделирование, системно-динамическая концепция, межотраслевой баланс, контур обратных связей.

Pronoza P.V. Modeling the crisis processes in real sector of Ukraine.

The article is devoted to the elaborating a simulation model of the crisis processes development in the real sector of the economy of Ukraine on the basis of using system dynamics concept. The model contains five submodels simulating crisis development processes in agriculture, production of petroleum products, machinery, metallurgy, food industry, and also time series trends for some other branches. The interaction of different sectors is modeled by input-output model. There is demonstrated the role of external shocks in crisis phenomena development in each of the industries and their distribution in the feedback loops.

Key words: crisis processes, real sector, simulation modeling, system dynamics concept, input-output, feedback loop.

Надійшло 04.04.2014 р.