
Summary

Directions of forming and development of innovative policy of modern enterprises / Polischuk O.A.

Innovative activity, basic directions of innovations, in agriculture is analysed, a mechanism and directions of support of innovative activity of agrarian enterprises by creation of new integration structures is examined.

Keywords: innovations, innovative activity, economic ground, texnopark.

УДК 338.242:519.86

Козловський С.В., к.е.н, доцент

Вінницький національний аграрний університет

УПРАВЛІННЯ СТІЙКІСТЮ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОДЕЛЮВАННЯ

Анотація. В даній статті проведено дослідження проблем визначення рівня стійкості макроекономічної системи України. Дано авторське тлумачення „економічної стійкості системи” та „управління економічною стійкістю системи”. Визначено фактори впливу на стійкість економічної системи України. Вперше розроблено модель визначення та прогнозування показника стійкості економічної системи України на основі теорії нечіткої логіки та методів оптимізації – генетичний алгоритм. Розроблено інтерактивну систему управління та прогнозування рівня стійкості макроекономічної системи України.

Ключові слова: стійкість, модель, управління, економічна система, нечітка логіка.

Постановка проблеми. Стрімка динаміка сучасного життя в ринковій системі координат породжує нові дослідницькі проблеми, активізує методологічні пошуки, формує нові парадигми дослідження економічних процесів. У їхньому численному ряді виділяється проблема управління стійкістю та розвитком в економічних системах змішаного типу. Необхідність і актуальність дослідження економічної системи в аспекті її розвитку

обумовлена тим, що у ході ринкових перетворень виявилася недооцінка процесу регулювання економіки і, як наслідок, неадекватне потенційним можливостям використання державою системи управління. Це підкреслює вагоме значення даної проблеми, яка відповідає теоретико-методологічній і поняттєво-термінологічній концепції управління економічною системою. Проблема управління стійкістю економічної системи України набуває особливого значення, що власне обумовило тематику даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. До питань стійкості економічної системи у своїх працях зверталися, зокрема, такі науковці як В. Благодатний, В. Бровко, В. Вітлінський С. Глівенко, В. Гець, Б. Карпінський, І. Лук'яненко, О. Ляпунов, М. Соколов, О. Теліженко, В. Трояновский, М. Павловський, М. Фоміна, Т. Шовгенов та інші [1–3].

Мета дослідження. Метою даної роботи є теоретичне дослідження понять „стійкість економічної системи” – „управління економічною стійкістю системи” та побудова макроекономічної моделі визначення та прогнозування рівня стійкості економічної системи України на основі теорії нечіткої логіки та методів оптимізації – генетичний алгоритм.

Основні результати дослідження. На даний час термін „стійкість” активно застосовується власне в таких напрямках, як стійкість фінансової системи, стійкість структури промисловості, суспільство стійкого зростання, фізична стійкість матеріального виробництва тощо. Перед тим як визначити стійкість економічної системи, дамо тлумачення „економічної системи”.

Економічна система – це взаємодія п'яти основних сфер: власного виробництва, фінансової системи, системи управління, соціальної та економічної сфери і залежить від множини факторів – інфляції, безробіття, приросту виробництва, рівня бюджетного дефіциту, торговельного і платіжного балансів, процентних ставок, національних заощаджень тощо [4].

Ряд науковців схиляється до визначення стійкості економічної системи як здатності протидіяти зовнішнім негативним впливам та навантаженням. Перелік факторів, які визначають стійкість є достатньо різноплановим. У деяких джерелах процедура визначення стійкості економічної системи зводиться до визначення певних фінансових показників, тобто до визначення фінансової стійкості, у деяких роботах розроблені підходи до врахування достатньо великої кількості як кількісних, так і якісних показників стійкості. Існують підходи, які розмежовують зовнішні та внутрішні фактори стійкості, хоча правильнішим був би поділ цих факторів на фактори, що можуть порушити стійкість, і фактори, що її забезпечують [5].

В даний час не існує чіткої класифікації видів стійкості. Проте, з позицій системного підходу можна розглядати наступні види стійкості: стійкість

техніки; технологічну стійкість; організаційну стійкість; стійкість зовнішніх зв'язків; соціально-психологічну стійкість; фінансову стійкість; екологічну стійкість; організаційно-економічну стійкість; комунікаційну стійкість; інноваційну стійкість; структурну стійкість [6,7].

Автором пропонується доповнити дану класифікацію економічною стійкістю системи:

Економічна стійкість системи – здатність економічної системи після деякого збурення (зміни параметрів економічної системи, її показників), доволі швидко повертатися в стан не гірший попереднього, зберігаючи свій стан завгодно довго, але маючи можливість покращити свій стан до рівня впливу, тільки при позитивній зміні економічних параметрів системи. Сутність економічної стійкості системи наведено на рисунку 1.

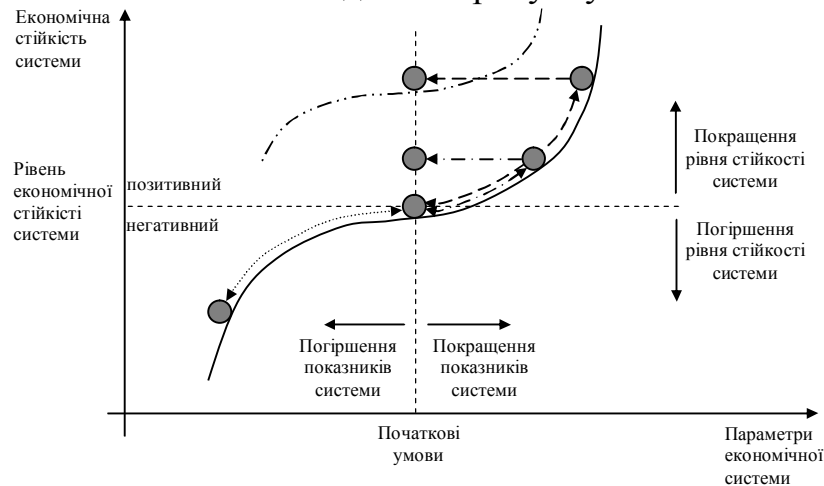


Рис. 1. Графічне зображення змісту економічної стійкості системи

Управління економічною стійкістю системи – використання методів управління (організаційних, економічних, соціальних) для забезпечення економічної стійкості системи (авторська трактовка).

Стійкість економічної системи не варто розуміти як її стабільність.

Стабільність – це сталість, незмінність, тривале збереження певного постійного стану або рівня. Стабільність – здатність системи функціонувати, не змінюючи власну структуру й перебувати в рівновазі. Це визначення повинне бути незмінним у часі [8]. Графічна відмінність стабільності і стійкості показана на рисунку 2.

Сукупність значень параметрів, при яких система стійка, називають межею стійкості. Близькість системи до межі стійкості оцінюється запасами стійкості за фазою й амплітудою, що визначають за амплітудно-фазовими характеристиками розімкнутої системи автоматизованого управління.

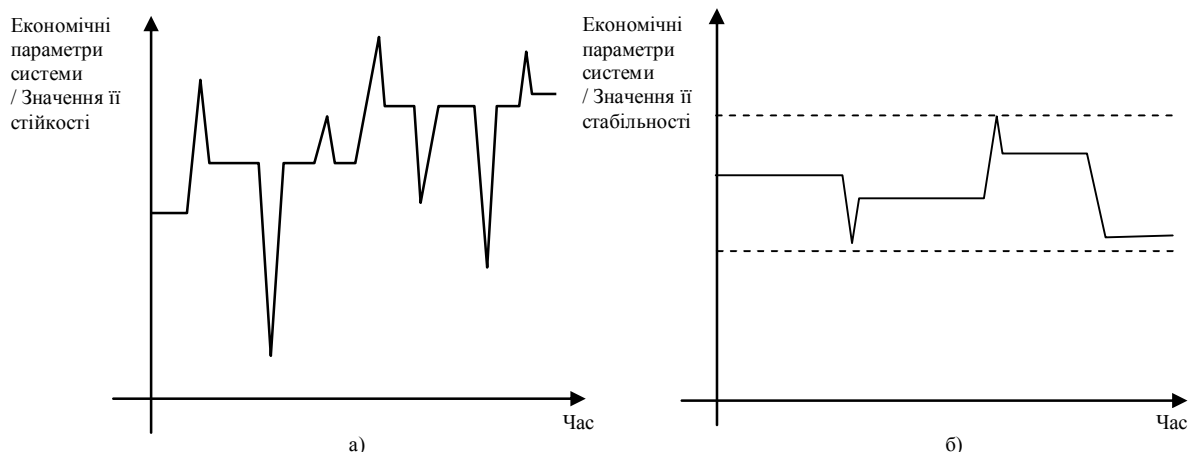


Рис. 2. Графічне зображення різниці між стійкістю (а) та стабільністю (б) економічної системи

Для моделювання стійкості економічної системи України, пропонуємо використовувати найсучасніший математичний апарат – теорію нечіткої логіки, яка вдало використовується в інших галузях економіки України [9, 10, 11]. Теорію нечіткої логіки досліджували Заде Л., Ротштейн О.П. [12, 13, 14] та інші науковці, однак для моделювання стійкості економічної системи України вона пропонується вперше. Теорія нечіткої логіки – це сукупність теоретичних основ, методів, алгоритмів, процедур і програмних засобів, які базуються на використанні нечітких висновків (знань, висловлювань, думок) і оцінок експертів з тих чи інших питань [9]. Використання нечіткої логіки ефективно там, де немає можливості чітко формалізувати вхідні змінні (параметри), де переважають висновки (висловлювання) експертів, зроблені в лінгвістичній (вербальній) формі.

Беручи до уваги основні принципи здійснення фундаментального аналізу стійкості економічної системи України та понятійний апарат теорії нечіткої логіки, рекомендуємо використовувати наступні показники (вхідні параметри, та їх лінгвістична оцінка), які найбільше впливатимуть на зміну стійкості економічної системи України – таблиця 1.

Таблиця 1. Вхідні параметри (змінні) моделі та їх лінгвістична оцінка

Вхідний параметр (змінна)	Назва вхідного параметра (змінної)	Діапазон зміни вхідного параметра	Лінгвістична оцінка вхідних параметрів (терми)
1	2	3	4
x_1	Величина доходу державного бюджету України	100-500 млрд. грн.	Низька, 100-120 млрд. грн. (Н); Середня, 120-200 млрд. грн., (С); Вище середнього, 200-300 млрд. грн., (ВС); Висока, більше 300 млрд. грн., (В).

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
x ₂	Величина дефіциту державного бюджету України	5-50 млрд. грн.	Низька, до 5-10 млрд. грн., (Н); Середня, 10-15 млрд. грн., (С); Вище середнього, 15-20 млрд. грн., (ВС); Висока, більше 20 млрд. грн., (В).
x ₃	Величина державного боргу України	1-40 млрд. дол. США	Низька, до 1-5 млрд. дол., (Н); Середня, 5-15 млрд. дол., (С); Висока, більше 15 млрд. дол., (В).
x ₄	Рівень грошової маси в обігу (місяць)	200-600 млрд. грн.	Низький, 200-300 млрд. грн., (Н); Середній 300-400 млрд. грн., (С); Вище середнього 400-500 млрд. грн. (ВС); Високий, більше 500 млрд. грн., (В).
x ₅	Ставка НБУ (середньорічна)	1-15 %	Низька, 1-3%, (Н); Середня, 3-9%, (С); Висока, 9-12%, (В); Дуже висока, 12%, (ДВ).
x ₆	Рівень інфляції (річний)	3-100	Низький, 2-5% , (Н); Середній, 5-10%, (С); Високий, 10-20%, (В); Дуже високий, більше 20% (ДВ).
x ₇	Рівень валютних резервів України	15-50 млрд. дол. США	Низький, 15-20 млрд. дол., (Н); Середній, 20-30 млрд. дол., (С); Вище середнього, 30-40 млрд. дол., (ВС); Високий, більше 30 млрд. дол., (В).
x ₈	Індекс Доу-Джонса	5000-15000	Низький, 5000-8000, (Н); Середній, 8000-10000, (С); Вище середнього, 10000-12000 (ВС); Високий, більше 12000, (В).
x ₉	Рівень тіньової економіки	3-50%	Низький, 3-5%, (Н); Середній, 5-10% (С); Високий, більше 10 %, (В).
x ₁₀	Рівень безробіття за рік	1-20%	Низький, 1-3%, (Н); Середній, 4-5%, (С); Вище середнього, 6-10%, (ВС); Високий, більше 10%, (В).
x ₁₁	Середньомісячна зарплата	0,5-5 тис. грн.	Низька, 0,5-1 тис. грн, (Н); Нижче середнього, 1-1,5 тис. грн., (НС); Середня 1,5-2 тис. грн, (С); Вище середнього, 2-3 тис. грн., (ВС); Висока, більше 3 тис. грн, (В).
x ₁₂	Середня величина прожиткового мінімуму на одну працездатну особу в місяць	0,5-2 тис. грн.	Низька, 0,5-0,8 тис. грн., (Н); Середня, 0,8-1,5 тис. грн., (С); Висока, більше 1,5 тис. грн., (В).
x ₁₃	Середньомісячний державний рівень пенсій	0,4-5 тис. грн.	Низький, 0,4-0,6 тис. грн., (Н); Нижче середнього, 0,6-0,8 тис. грн., (НС) Середній 0,8-1,5 тис. грн., (С); Вище середнього, 1,5-3 тис. грн., (ВС); Високий, більше 3 тис. грн., (В).
x ₁₄	Кількість пенсіонерів	5-20 млн. чол.	Низька, 5-7 млн. чол., (Н); Середня, 7-10 млн. чол., (С); Висока, 10-15 млн. чол., (В); Дуже висока, більше 15 млн. чол., (ДВ).

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
x ₁₅	Ціна продовольчого кошика	0,5-3 тис. грн	Низька, 0,5-1 тис. грн., (Н); Середня, 1-1,5 тис. грн., (С); Висока, 1,5-2 тис. грн., (В); Дуже висока, більше 2 тис. грн. (ДВ).
x ₁₆	Індекси споживчих цін на товари та послуги	80-150 %	Низький, 80-100%, (Н); Середній, 100-110%, (С); Високий, 110-150%, (В).
x ₁₇	Кількість зареєстрованих злочинів (за рік)	100-500 тис.	Низька, 100-200, (Н); Середня, 200-300, (С); Вище середнього, 300-400, (BC); Висока, 400-500, (В).
x ₁₈	Середня мінімальна зарплата (за місяць)	0,4-3 тис. грн.	Низька, 0,5-0,8 тис. грн., (Н); Нижче середнього, 0,8-1 тис. грн., (НС); Середня, 1-2 тис. грн., (С); Висока, більше 2 тис. грн., (В).
x ₁₉	Одноразова допомога при народженні першої дитини	5-20 тис. грн.	Низька, 5-8 тис. грн., (Н); Середня, 8-12 тис. грн., (С); Висока, більше 12 тис. грн., (В).
x ₂₀	Індекс людського розвитку (місце з 179 країн)	1-179	Низький, більше 100, (Н); Середній, 46-100, (С); Високий, 1-45, (В).
x ₂₁	Рівень довіри владі	0-100%	Низький, 0-35%, (Н); Середній, 35-75%, (С); Високий, 75-100%, (В).
x ₂₂	Стабільність влади	0-100%	Низька, 0-50%, (Н); Середня, 50-70%, (С); Вище середнього, 70-85%, (BC); Висока, 85-100%, (В).
x ₂₃	Рівень виконання політичних програм	0-100%	Низький, 0-40%, (Н); Середній, 40-65%, (С); Вище середнього, 65-85%, (BC); Високий, 85-100%, (В).
x ₂₄	Відносини України із іншими країнами	0-100%	Низького рівня, 0-40%, (Н); Середнього рівня, 40-70%, (С); Високого рівня, 70-100%, (В).
x ₂₅	Можливість виборів та зміни влади	0-100%	Низька, 0-40%, (Н); Середня, 40-60%, (С); Вище середньої, 60-80%, (BC); Висока, 80-100%, (В).
x ₂₆	Валовий внутрішній продукт	200-500 млрд.грн.	Низький, 100-200 млрд. грн., (Н); Середній, 200-250 млрд. грн., (С); Вище середнього, 250-300 млрд. грн., (BC); Високий 300-500 млрд. грн., (В).
x ₂₇	Обсяг реалізованої промислової продукції (робіт, послуг)	500-900 млн. грн.	Низький, 200-300 млн. грн., (Н); Середній, 300-500 млн. грн., (С); Вище середнього, 500-750 млн. грн. (BC); Високий, 750-900 млн. грн., (В).
x ₂₈	Обсяг виробленої продукції сільського господарства	100-300 млрд. грн.	Низький, 50-100 млрд. грн., (Н); Середній, 100-150 млрд. грн. (С); Вище середнього, 150-200 млрд. грн., (BC); Високий, 200-300 млрд. грн., (В).

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
x ₂₉	Обсяг виробленої продукції будівництва	50-100 млрд. грн.	Низький, 10-25 млрд. грн., (Н); Середній, 25-50 млрд. грн., (С); Вище середнього, 50-70 млрд. грн., (ВС); Високий, 70-100 млрд. грн., (В).
x ₃₀	Експорт товарів	30-90 млрд. дол. США	Низький, 30-40 млрд. дол., (Н); Середній, 40-50 млрд. дол., (С); Вище середнього, 50-80 млрд. дол., (ВС); Високий, 80 і більше млрд. дол., (В).
x ₃₁	Імпорт товарів,	30-90 млрд. дол. США	Низький, 30-40 млрд. дол., (Н); Середній, 40-50 млрд. дол., (С); Вище середнього, 50-80 млрд. дол., (ВС); Високий, 80 і більше млрд. дол., (В).
x ₃₂	Сальдо торговельного балансу(+,-)	-10-15 млрд. дол. США	Низький,-10-5 млрд. дол., (Н); Середній, 5-7 млрд. дол., (С); Вище середнього, 7-10 млрд. дол., (ВС); Високий, 10-15 млрд. дол., (В).
x ₃₃	Вантажооборот	0,3-1 млрд.ткм.	Низький, 0,3-0,5 млрд.ткм., (Н); Середній, 0,5-0,7 млрд.ткм., (С); Вище середнього, 0,7-0,9 млрд. ткм. (ВС); Високий, 0,9 і більше млрд.ткм., (В).
x ₃₄	Пасажирооборот	0,1-0,3 млрд.пас. км.	Низький, 0,1-0,12 млрд.пас.км., (Н); Середній, 0,12-0,14 млрд.пас.км., (С); Вище середнього, 0,14-0,16 млрд. пас. км., (ВС); Високий, 0,16 і більше млрд.пас. км., (В).
x ₃₅	Оборот роздрібної торгівлі	300-500 млрд. грн.	Низький, 300-320 млрд. грн., (Н); Середній, 320-350 млрд. грн., (С); Вище середнього, 350-400 млрд. грн., (ВС); Високий, 400-500 млрд. грн., (В).
x ₃₆	Обсяг виробленої електроенергії	170-300 млрд. кВт·год.	Низький, 170-180 млрд.кВт·год., (Н); Середній, 180-190 млрд.кВт·год., (С); Вище середнього, 190-194 млрд. кВт·год., (ВС); Високий, 195-300 млрд. кВт·год., (В).
x ₃₇	Обсяг переробки нафтової сировини	0,9-20 млн.тонн	Низький, 0,9-1 млн. тонн, (Н); Нижче середнього, 1-5 млн. тонн, (НС); Середній, 5-10 млн. тонн, (С); Вище середнього, 10-12 млн. тонн, (ВС); Високий, 12-20 млн. тонн, (В).
x ₃₈	Обсяг транспортування нафти	30-70 млн. тонн	Низький, 30-40 млн. тонн, (Н); Середній, 40-50 млн. тонн, (С); Високий, більше 50 млн. тонн, (В).
x ₃₉	Обсяг видобутку нафти	3-10 млн. тонн	Низький, 3-4 млн. тонн, (Н); Нижче середнього, 4-4,5 млн. тонн, (НС); Середній, 4,5-5 млн. тонн, (С); Вище середнього, 5-7 млн. тонн, (ВС); Високий, 7-10 млн. тонн, (В).
x ₄₀	Обсяг транспортування газу	90-130 млрд. куб.м.	Низький, 90-100 млрд.куб.м., (Н); Середній, 100-110 млрд.куб.м., (С); Високий, 110-120 млрд.куб.м., (В); Дуже високий більше 120 млрд.куб.м., (ДВ).

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
x ₄₁	Обсяг спожитої електроенергії	140-200 млрд. кВт·год.	Низький, 140-150 млрд.кВт·год., (Н); Середній, 150-160 млрд.кВт·год., (С); Високий, 160-180 млрд.кВт·год., (В); Дуже високий, 180-200 млрд.кВт·год., (ДВ).
x ₄₂	Обсяг видобутку газу	20-30 млрд. куб.м.	Низький, 20-22 млрд.куб.м., (Н); Середній, 22-25 млрд.куб.м., (С); Високий, 25-30 млрд.куб.м., (В).
x ₄₃	Рівень оплати електроенергії	0-100%	Низький, 0-50 %, (Н); Середній, 50-85 %, (С); Високий, 85-100 %, (В).
x ₄₄	Рівень оплати за спожитий природний газ за всіма категоріями споживачів	0-100%	Низький, 0-50 %, (Н); Середній, 50-85 %, (С); Високий, 85-100 %, (В).
x ₄₅	Викиди забруднюючих речовин у повітря	5-10 млн. тонн	Низький, 5-6 млн. тонн, (Н); Середній, 6-7 млн. тонн, (С); Високий, 7-10 млн. тонн, (В).
x ₄₆	Природні катастрофи	0-100 (бали за 100 бальною шкалою)	Низький рівень, 0-25, (Н); Середній рівень, 25-45%, (С); Вище середнього, 45-79, (BC); Високий рівень, 80-100, (В).
x ₄₇	Можливість війн	0-100 (бали за 100 бальною шкалою)	Низька, 0-18, (Н); Середня, 19-38, (С); Вище середнього, 39-72, (BC); Висока, 73-100, (В).
x ₄₈	Міжнародні санкції до України	0-100 (бали за 100 бальною шкалою)	Низькі, 0-23, (Н); Середні, 24-40, (С); Вище середнього, 41-80, (BC); Катастрофічні, 81-100, (В).
x ₄₉	Можливість терористичних актів	0-100 (бали за 100 бальною шкалою)	Низька, 0-15 (Н); Нижче середнього, 15-30, (НС); Середня, 30-50, (С); Висока, 50-100, (В).
x ₅₀	Рівень техногенних катастроф	0-100 (бали за 100 бальною шкалою)	Низький, 0-15, (Н); Середній, 15-30, (С); Вище середнього 30-60, (BC); Високий, 60-100, (В).
x ₅₁	Рівень епідемічних загроз	0-100 (бали за 100 бальною шкалою)	Низький, 0-10, (Н); Середній, 10-40, (С); Високий, 40-60, (В); Дуже високий, 60-100, (ДВ).

Для спрощення процесу побудови моделі введемо додаткові узагальнені лінгвістичні вхідні параметри, які узагальнимо у таблиці 2. Для оцінювання значень узагальнених вхідних параметрів (лінгвістичних змінних) будемо використовувати єдину шкалу бальної оцінки із діапазоном від „0” до „100” балів, з позначеннями – див. таблицю 2.

Таблиця 2. Узагальненні вхідні показники та їх лінгвістична оцінка

Назва	Позначення	Вхідні параметри	Лінгвістична оцінка вхідних параметрів (терми)
Бюджетно-фінансовий рівень	a	$x_1 - x_9$	Низький, 0-30, (Н); Середній, 30-50, (С); Вище середнього, 50-75, (ВС); Високий, 75-100, (В).
Рівень соціального розвитку	s	$x_{10} - x_{20}$	Низький, 0-30, (Н); Середній, 30-50, (С); Вище середнього, 50-75, (ВС); Високий, 75-100, (В).
Рівень політичної активності	p	$x_{21} - x_{25}$	Низький, 0-30, (Н); Середній, 30-50, (С); Вище середнього, 50-75, (ВС); Високий, 75-100, (В).
Економіко-виробничий рівень	e	$x_{26} - x_{35}$	Низький, 0-30, (Н); Середній, 30-50, (С); Вище середнього, 50-75, (ВС); Високий, 75-100, (В).
Енерго-екологічний рівень	z	$x_{36} - x_{45}$	Низький, 0-30, (Н); Середній, 30-50, (С); Вище середнього, 50-75, (ВС); Високий, 75-100, (В).
Форс-мажорний рівень	f	$x_{46} - x_{51}$	Низький, 0-30, (Н); Середній, 30-50, (С); Вище середнього, 50-75, (ВС); Високий, 75-100, (В).
Період визначення стану (або прогнозування)	t	t	$t_1=1$ місяць $t_2=6$ місяців $t_3=1$ рік $t_4=2$ роки $t_5=3$ роки

Визначимо також найхарактерніші зміни головного вихідного показника – стійкість макроекономічної системи України – Y . Відповідно до економічної ситуації та принципів моделювання, можливі зміни стійкості будемо визначати такими рівнями (за шкалою від 0 до 100):

- Y_1 (85-100) – відмінна (клас А або 1)
- Y_2 (66-84) – добра (клас В або 2)
- Y_3 (51-65) – задовільна (клас С або 3)
- Y_4 (31-50) – незадовільна (клас Д або 4)
- Y_5 (0-30) – катастрофічна (клас Е або 5)

Після вибору параметрів, що впливають на формування стійкості економічної системи України, відповідно до теорії нечіткої логіки [6-12], необхідно встановити причинно-наслідкові зв'язки між вхідними та вихідними параметрами. Для цього побудуємо “дерево виведення”, в якому покажемо залежність вихідного параметра “ Y ” від вхідних змінних. Дерево логічного висновку для додаткових узагальнюючих показників наведено на рисунках 3-8.



Рис. 3. «Дерево висновку» для узагальненого параметру a

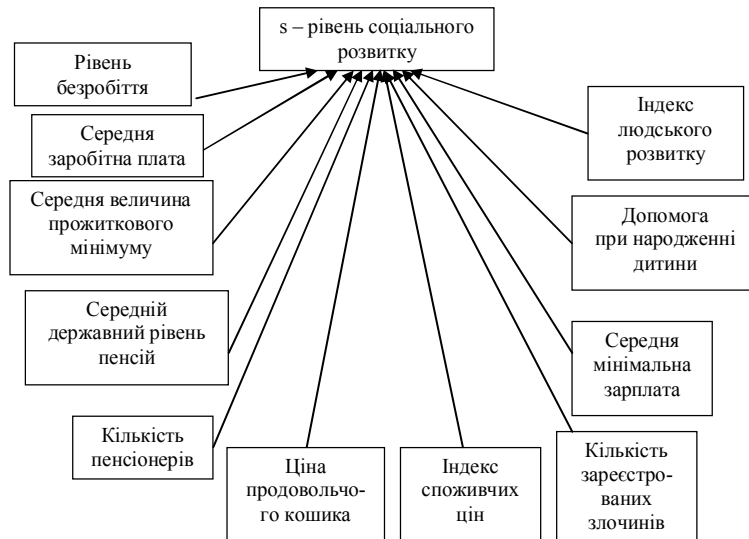


Рис. 4. «Дерево висновку» для узагальненого параметру s

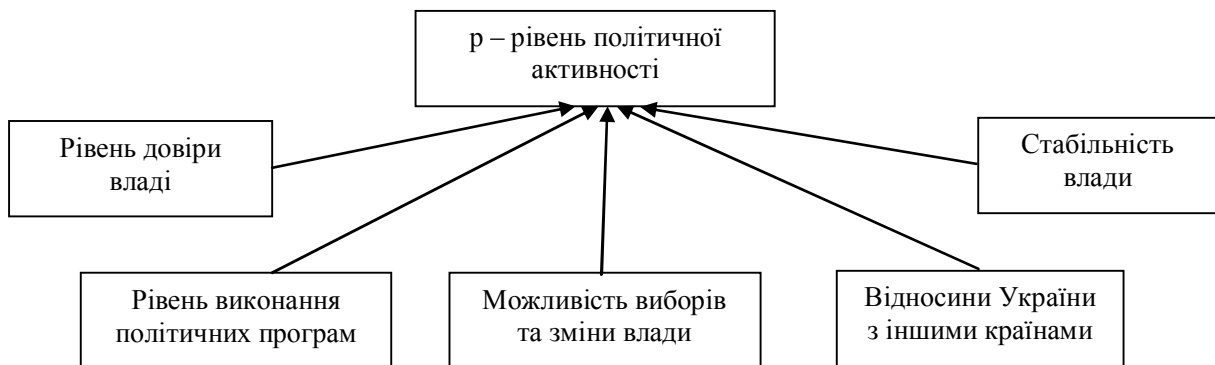


Рис. 5. «Дерево висновку» для узагальненого параметру p

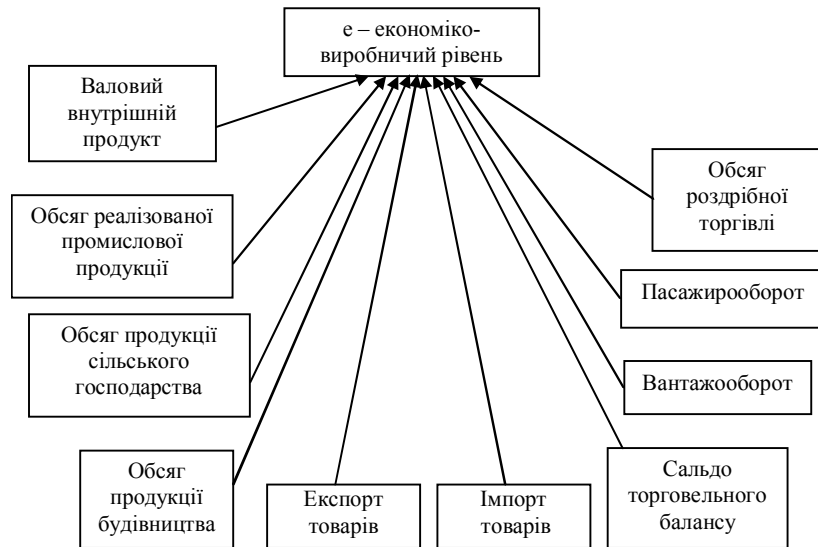


Рис. 6. «Дерево висновку» для узагальненого параметру e

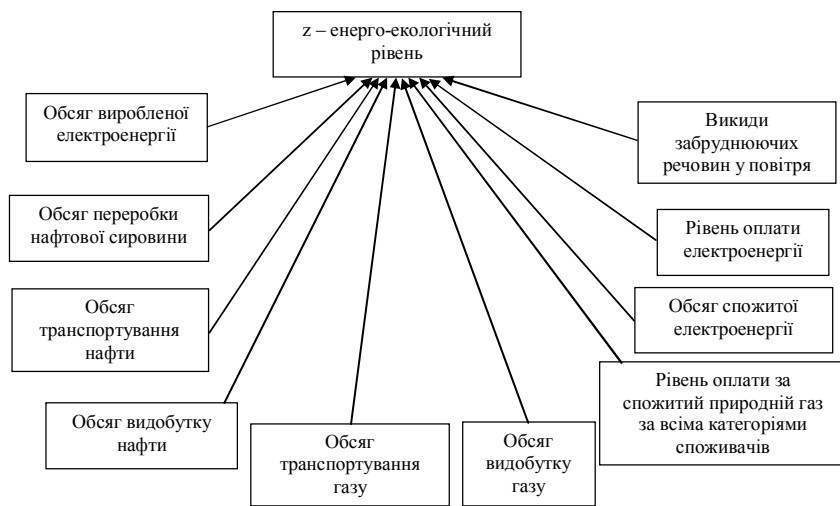


Рис. 7. «Дерево висновку» для узагальненого параметру z

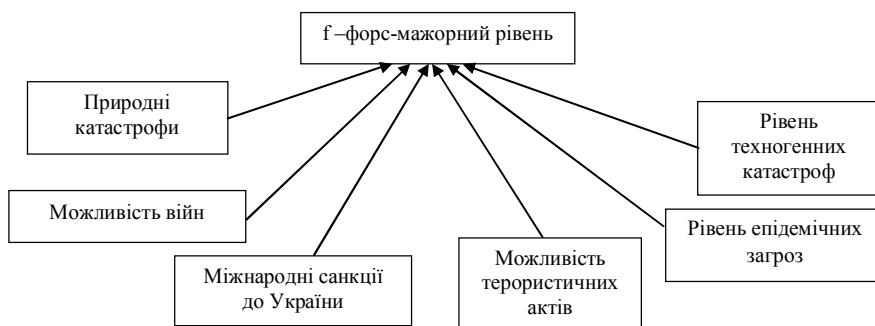


Рис. 8. «Дерево висновку» для узагальненого параметру f

Структуру моделі визначення та прогнозування показника стійкості економічної системи України подамо у вигляді “дерева логічного висновку”, яке показує логічні зв’язки між прогнозним показником Y та чинниками $\{x_1 \dots x_n\}$, які впливають на цей прогнозний показник – рисунок 9.

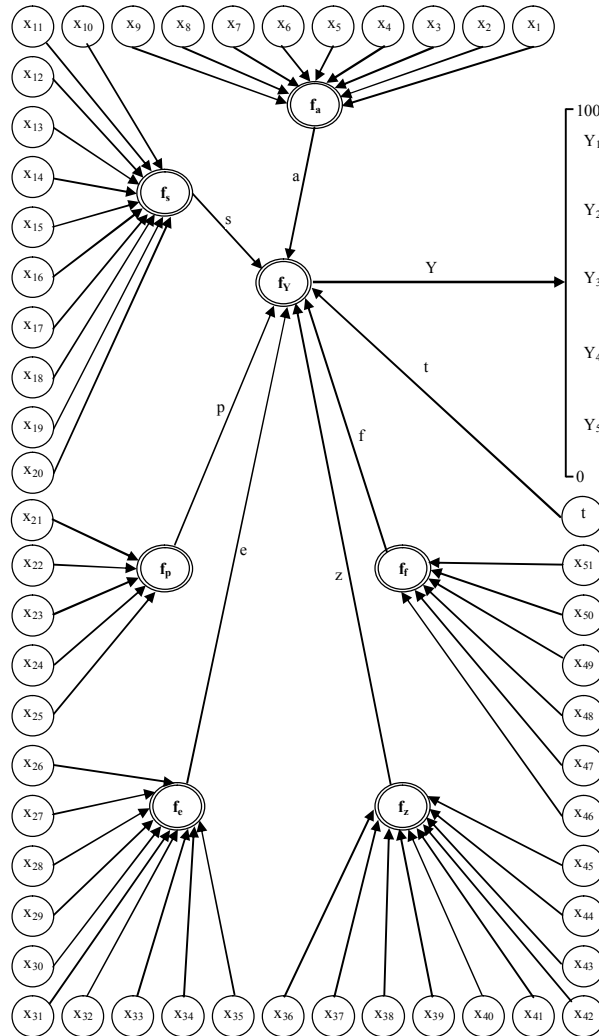


Рис. 9. Структура макроекономічна моделі визначення та прогнозування показника стійкості економічної системи України

Аналіз моделі показує, що вона складається з шести мікро моделей: 1) модель впливу бюджетно-фінансових показників та факторів на стійкість економічної системи; 2) моделі впливу рівня соціального розвитку на стійкість економічної системи; 3) моделі впливу політичних чинників на стійкість економічної системи; 4) моделі впливу економіко-виробничих показників на стійкість економічної системи; 5) моделі впливу енерго-екологічних чинників

стійкість економічної системи; б) моделі впливу форс-мажорних обставин на стійкість економічної системи.

При побудові моделі ми використовуємо вхідні кількісні та вхідні якісні параметри одночасно. Вхідні параметри $\{x_1 \dots x_8, x_{10} \dots x_{20}, x_{26} \dots x_{45}\}$ є кількісними і для їх опису будемо використовувати статистичні дані, параметри $\{x_9, x_{21} \dots x_{25}, x_{46} \dots x_{51}\}$ – якісні, тому для опису використаємо умовну бальну шкалу оцінок від “0” до “100” балів.

Теорія нечітких множин передбачає визначення рівнів (термів) змін вихідного показника. Відповідно до нашої моделі ми отримали шість вихідних показники, для оцінки яких використовуються нечіткі терми зі шкалами, які наведені в таблиці 2. Кожний терм подається нечіткою множиною із відповідною функцією залежності.

Наступним кроком моделювання є складання ієрархічної бази знань. Для побудови бази знань нами була використана інформація отримана від фахівців Головного управління економіки Вінницької облдержадміністрації, Обласного статистичного управління та інформації фахівців даної галузі.

Бази знань будуються у вигляді відповідної ієрархії, тобто база знань „Y” залежить від бази знань “a”, „s”, „p”, „e”, „z”, „f”. Для прикладу наведено фрагмент бази знань залежності показника „p” від змінних $x_{21} \dots x_{25}$ – таблиця 3.

Таблиця 3. База знань змінної p

x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{25}	p
Н	Н	Н	Н	В	Н
С	С	Н	Н	В	Н
С	ВС	Н	С	В	Н
Н	Н	С	С	ВС	Н
С	С	С	С	С	С
С	ВС	Н	С	С	С
С	С	ВС	С	С	С
С	Н	ВС	С	С	С
В	ВС	С	С	С	ВС
С	В	В	С	С	ВС
С	С	С	В	Н	ВС
С	ВС	ВС	С	Н	ВС
В	В	В	В	Н	В
С	В	В	В	Н	В
В	ВС	В	В	Н	В
В	В	ВС	ВС	Н	В

Кожний рядок таблиці відповідає одному лінгвістичному правилу. Наприклад, перший рядок таблиці 3 означає, що рівень політичної активності низький, так як рівень довіри до влади низький, стабільність влади низька,

рівень виконання політичних програм низький, відносини України з іншими країнами негативні, можливість виборів та зміни влади висока.

Кожне нечітке правило бази знань являє собою висловлювання типу “ЯКЩО-ТО”. Нечіткі правила, що мають однаковий вихідний параметр, об’єднуються між собою в рівняння за допомогою слова “АБО” [6]. Тоді лінгвістичне висловлювання, що відповідають рядкам таблиці 3 будуть мати вигляд:

ЯКЩО $[x_{21} = Н]$ та $[x_{22} = Н]$ та $[x_{23} = Н]$ та $[x_{24} = Н]$ та $[x_{25} = В]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = С]$ та $[x_{23} = Н]$ та $[x_{24} = Н]$ та $[x_{25} = В]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = ВС]$ та $[x_{23} = Н]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = В]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = Н]$ та $[x_{22} = Н]$ та $[x_{23} = С]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = ВС]$, То $p = Н$.
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = С]$ та $[x_{23} = С]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = С]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = ВС]$ та $[x_{23} = Н]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = С]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = ВС]$ та $[x_{23} = ВС]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = С]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = Н]$ та $[x_{23} = ВС]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = С]$, То $p = С$.
 ЯКЩО $[x_{21} = В]$ та $[x_{22} = ВС]$ та $[x_{23} = С]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = С]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = В]$ та $[x_{23} = В]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = С]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = С]$ та $[x_{23} = С]$ та $[x_{24} = В]$ та $[x_{25} = Н]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = ВС]$ та $[x_{23} = ВС]$ та $[x_{24} = С]$ та $[x_{25} = Н]$, То $p = ВС$.
 ЯКЩО $[x_{21} = В]$ та $[x_{22} = В]$ та $[x_{23} = В]$ та $[x_{24} = В]$ та $[x_{25} = Н]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = С]$ та $[x_{22} = В]$ та $[x_{23} = В]$ та $[x_{24} = В]$ та $[x_{25} = Н]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = В]$ та $[x_{22} = ВС]$ та $[x_{23} = В]$ та $[x_{24} = В]$ та $[x_{25} = Н]$ АБО
 ЯКЩО $[x_{21} = В]$ та $[x_{22} = В]$ та $[x_{23} = ВС]$ та $[x_{24} = ВС]$ та $[x_{25} = Н]$ АБО То $p = В$.

Для опису змінних скористаємося перевіреною методикою [6,7,8,12], та використаємо формулу (1) для побудови термів всіх змінних моделі визначення та прогнозування показника стійкості економічної системи України. Подамо терми у вигляді нечітких множин, використовуючи наступну модель функції належності (ФН) формула (1):

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left[\frac{x - b}{c} \right]^2}, \quad (1)$$

де b і c – параметри ФН, b – координата максимуму функції; c – коефіцієнт концентрації розтягування.

Значення коефіцієнтів b і c для змінних (x_1, x_2) в якості прикладу наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Значення параметрів b і c функцій належності моделі

Вхідний параметр (змінна)	Назва вхідного параметра (змінної)	Лінгвістична оцінка вхідних параметрів (терми)	B	C
x_1	Величина доходів державного бюджету України, трл. грн.	H	14	9
		C	22	10
		BC	32	9
		B	45	7
x_2	Величина дефіциту державного бюджету України, трл. грн.	H	12	7
		C	18	8
		BC	23	7
		B	30	8

Вибір у якості ФН моделі (1) пояснюється тим, що такі функції більш зручні для подальшого налагодження моделі. Для прикладу, функцію належності для параметрів x_1 покажемо на рисунку 10.

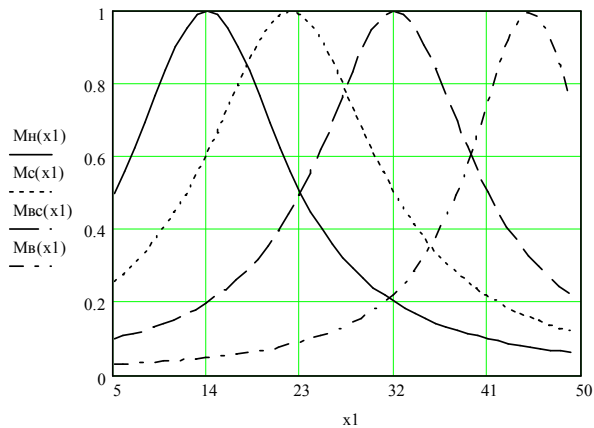


Рис. 10. Функція належності для показника x_1

Для отримання нечіткого логічного висовування (висновку) необхідно здійснити перехід від лінгвістичних висловлювань до нечітких логічних рівнянь. Так, нечіткі логічні рівняння для розрахунку вихідного показника – стійкість економічної системи України “ Y ” будуть мати вигляд:

$$\begin{aligned} \mu_Y^5(a,s,p,e,z,f,t) &= [\mu^H(a) \cdot \mu^H(s) \cdot \mu^H(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{IM}(t)] \vee \\ &[\mu^H(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^{BC}(f) \cdot \mu^{6M}(t)] \vee \\ &[\mu^C(a) \cdot \mu^H(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{IP}(t)] \vee \\ &[\mu^C(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^H(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{2P}(t)] \vee \\ &[\mu^H(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^H(f) \cdot \mu^{3P}(t)]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \mu_Y^4(a, s, p, e, z, f, t) = [\mu^H(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^H(p) \cdot \mu^C(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{IM}(t)] \vee \\
& [\mu^C(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^H(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{6M}(t)] \vee \\
& [\mu^C(a) \cdot \mu^H(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^C(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^{BC}(f) \cdot \mu^{IP}(t)] \vee \\
& [\mu^H(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^C(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^{BC}(f) \cdot \mu^{2P}(t)] \vee \\
& [\mu^C(a) \cdot \mu^H(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{3P}(t)]; \\
& \mu_Y^3(a, s, p, e, z, f, t) = [\mu^C(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^C(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{IM}(t)] \vee \\
& [\mu^{BC}(a) \cdot \mu^H(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^{BC}(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{6M}(t)] \vee \\
& [\mu^B(a) \cdot \mu^H(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{IP}(t)] \vee \\
& [\mu^C(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^{BC}(z) \cdot \mu^{BC}(f) \cdot \mu^{2P}(t)] \vee \\
& [\mu^C(a) \cdot \mu^B(s) \cdot \mu^H(p) \cdot \mu^B(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{3P}(t)]; \\
& \mu_Y^2(a, s, p, e, z, f, t) = [\mu^C(a) \cdot \mu^{BC}(s) \cdot \mu^{BC}(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^H(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{IM}(t)] \vee \\
& [\mu^{BC}(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^{BC}(p) \cdot \mu^C(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^H(f) \cdot \mu^{6M}(t)] \vee \\
& [\mu^B(a) \cdot \mu^B(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^H(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{IP}(t)] \vee \\
& [\mu^H(a) \cdot \mu^C(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^{BC}(z) \cdot \mu^H(f) \cdot \mu^{2P}(t)] \vee \\
& [\mu^{BC}(a) \cdot \mu^B(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^B(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^B(f) \cdot \mu^{3P}(t)]; \\
& \mu_Y^1(a, s, p, e, z, f, t) = [\mu^B(a) \cdot \mu^B(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^B(e) \cdot \mu^B(z) \cdot \mu^H(f) \cdot \mu^{IM}(t)] \vee \\
& [\mu^B(a) \cdot \mu^{BC}(s) \cdot \mu^{BC}(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^C(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{6M}(t)] \vee \\
& [\mu^{BC}(a) \cdot \mu^B(s) \cdot \mu^B(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^B(z) \cdot \mu^H(f) \cdot \mu^{IP}(t)] \vee \\
& [\mu^B(a) \cdot \mu^{BC}(s) \cdot \mu^C(p) \cdot \mu^B(e) \cdot \mu^{BC}(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{2P}(t)] \vee \\
& [\mu^{BC}(a) \cdot \mu^{BC}(s) \cdot \mu^{BC}(p) \cdot \mu^{BC}(e) \cdot \mu^{BC}(z) \cdot \mu^C(f) \cdot \mu^{3P}(t)];
\end{aligned} \tag{2}$$

Ці рівняння і є моделлю визначення та прогнозування показника стійкості економічної системи України.

Кінцевим кроком моделювання є дефазифікація моделі. Дефазифікація є останнім етапом моделювання і являє собою обернене перетворення знайденого нечіткого логічного висловлювання (висновку) у вихідний прогнозний параметр (змінну), який підлягає моделюванню і прогнозуванню. Нами обрано метод дефазифікації „метод центру ваг розширений”, який вдало використовувався при моделюванні інших економічних процесів [9-11]:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n \left[y_{\min} + (i-1) \cdot \frac{y_{\max} - y_{\min}}{n-1} \right] \cdot \mu_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \tag{3}$$

де: n – кількість термів змінної Y ; y_{\min} , y_{\max} – розмір шкали виміру; μ_i – значення функцій належності.

На основі даних досліджень автором розроблена модель управління стійкістю макроекономічної системи України в середовищі Matlab 6.0 з використанням Fuzzy Logic Toolbox та Statistic Toolbox [15-16]. Оптимізація здійснювалася генетичним алгоритмом, якість якого доведена в роботах [9, 14], з турнірною селекцією з такими параметрами алгоритму : кількість ітерацій – 30; розмір популяції – 20; кількість операцій мутацій – 10, кількість операцій схрещування -20. В якості моделі фітнес-функції використовувалась формула середньоквадратичного відхилення між прогнозованими та експертними значеннями стійкості.

На рисунку 11 наведено програмну реалізацію даної моделі (до і після оптимізації) та результати динаміки прогнозування рівня стійкості економічної системи України з 2007 по 2013 рік. З рисунку видно, що в 2010 році стійкість економічної системи можна віднести до класу „Д” – „незадовільна”, а на 2013 рік система визначає майбутню стійкість, яку можна віднести до класу „С” – „задовільна”.

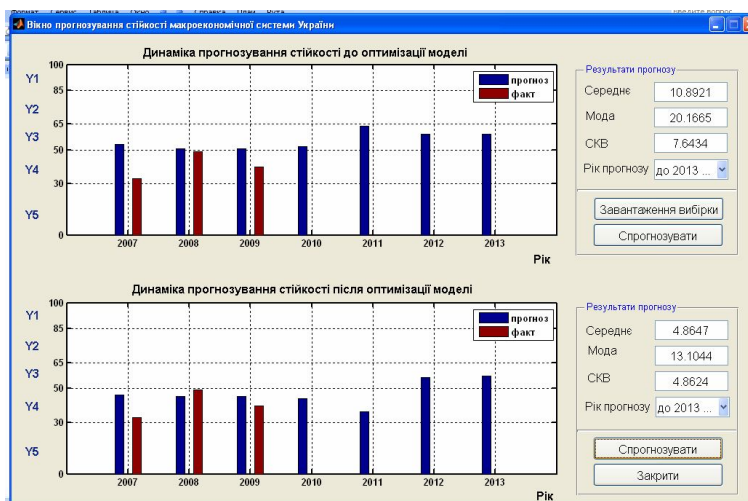


Рис. 11. Результати моделювання – динаміка прогнозування стійкості економічної системи України 2007-2013 рік

За допомогою даної системи можна інтерактивно визначати рівень стійкості економічної системи України (приклад управління стійкістю факторами x_5 (індекс Доу-Джонса) та x_8 (ставка НБУ). Максимальне значення стійкості набуває при таких значеннях факторів $x_5=3$ та $x_8=500$, а мінімальне при $x_5=15$ та $x_8=500$. – див. рисунок 12), зафіксував значення будь-яких вхідних змінних з таблиці 1 (двофакторна залежність).

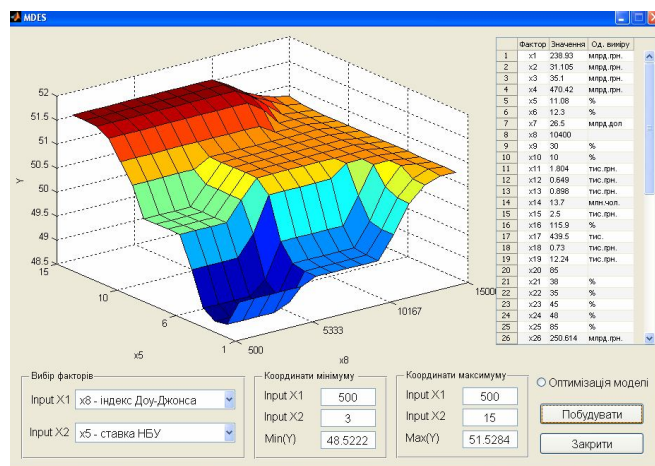


Рис. 12. Аналіз стійкості економічної системи України при зміні факторів впливу x_5 (індекс Доу-Джонса) та x_8 (ставка НБУ)

Висновки. Данна модель дозволяє визначити та спрогнозувати не тільки показник стійкості економічної системи України, але й дає змогу створити ефективну систему прийняття та підтримки рішень, яка буде допомагати керівництву міністерств та відомств при формуванні макроекономічної програми розвитку України. Виконане моделювання, дає змогу сформулювати загальну методологію моделювання та створення системи прийняття та підтримки управлінських рішень на основі теорії нечіткої логіки. Модель визначення та прогнозування показника стійкості економічної системи України є універсальною, оскільки дозволяє визначати майбутній показник стійкості. В процесі прогнозування дана модель дозволяє об'єктивно оцінити вплив факторів виробництва, макросередовища, політичних чинників, стану розвитку економіки України на узагальнений показник стійкості економічної системи України. Модель дає можливість забезпечити лінгвістичну оцінку факторів макросередовища, які не піддаються кількісному виміру (погодні умови, форс-мажорні обставини), що особливо актуально для даної галузі.

Література

1. Геєць В. Секторальні макромоделі прогнозування економіки України / В. Геєць, М. Скрипниченко, М.Соколик, С.Шумська // Економіст, 1998, №5. – С. 58-67.

2. Карпінський Б.А. Стійкість економічної системи як фактор впливу на ефективність функціонування механізму збалансованості фінансової системи держави / Б.А. Карпінський // Економіка. Фінанси. Право. 2006 р. №8 с.3-7.
3. Лук'яненко І.Г. Сучасні економетричні методи у фінансах / І.Г. Лук'яненко, Ю.О. Городніченко. – К.: Літера ЛТД, 2002. – 352 с.
4. Большой экономический словарь / под. ред. А.Н. Азрилиян. – М.: Ин-т новой экономики, 1999. – 1244 с.
5. Мороз О.В. Економічна ідентифікація параметрів стійкості та ризикованості функціонування господарських систем: [монографія] / О.В. Мороз, А.О. Свентух. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2008. – 169 с.
6. Карпінський Б.А. Стійкість економічної системи як фактор впливу на ефективність функціонування механізму збалансованості фінансової системи держави / Б.А. Карпінський // Економіка. Фінанси. Право. 2006 р. №8 С.3-7.
7. Фоміна М. Проблема стабільності економічних систем та її вирішення на різних рівнях / М. Фоміна // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції вчених, студентів і практиків. – Ласпі, АР Крим, 9-10 жовтня 2008 року.
8. Вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org>
9. Козловський С.В. Макроекономічне моделювання та прогнозування валютного курсу в Україні: монографія / С.В. Козловський, В.О. Козловський. – Вінниця: „Книга-Вега” ВАТ „Вінницька обласна друкарня ”, 2005. – 240с.
10. Козловський С.В. Моделювання інвестиційних процесів в агропромисловому комплексі України: моногр. / С.В. Козловський, Ю.В. Герасименко. – Вінниця: „Глобус-Прес”, 2007. – 136с.
11. Козловський С.В. Моделювання процесів ціноутворення в агропромисловому комплексі України / С.В. Козловський, Г.О. Пчелянська // Економіка АПК. – 2010 – №2. – С. 66-73.
12. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
13. Саати Т.Л. Взаимодействия в технических системах / Т.Л. Саати // Техническая кибернетика. – 1979. – №2. – С.68-84.
14. Ротштейн А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / А.П. Ротштейн . – Винница: Континент-Прим, 1996. – 132 с.
15. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2.–The MathWorks, Inc., 1999.
16. Pratar R. Getting started with Matlab 5. A quick introduction for scientists and engineers. Oxford University Press, 1999.–230 p.

Summary

Management of stability of macroeconomic system of Ukraine with using of innovative technologies of the modelling / S.V. Kozlovskiy

In given article problems of definition of a level of stability of macroeconomic system of Ukraine are researched. The Author's interpretation is given to "economic stability of system" and „management of economic stability of system”. Factors of influence on stability of economic system of Ukraine are determined. For the first time the model of definition and forecasting of a parameter of stability of economic system of Ukraine is developed on the basis of the theory of fuzzy logic and methods of optimization - genetic algorithm. The interactive control system and forecasting of a level of stability of macroeconomic system of Ukraine is developed.

Key words: stability, model, management, economic system, fuzzy logic.

УДК 338.24

Супрун О.М., к.е.н., доцент
Харківський національний аграрний університет ім. В.В.Докучаєва

РЕГУЛЮВАННЯ У ФУНКЦІОНУВАННІ ЕКОНОМІКИ: ТЕОРЕТИЧНИЙ АСПЕКТ

В статті розглядаються теоретичні аспекти регулювання економіки. Висвітлюється місце регулювання економіки у загальноекономічних теоріях розвитку суспільства.

Ключові слова: регулювання, економіка, ринок, держава, економічна теорія.

Постановка проблеми. Розвиток теорії і методології економічної науки передбачає накоплення досвіду та формування наукових підходів до розуміння механізмів взаємодії предметів, явищ, а також функцій суб'єктів ринкового процесу. Однією з них, чи не найголовнішою, є регулювання, як прояв влади одних суб'єктів по відношенню до інших, з метою забезпечення раціонального