

Author's interpretation of banking regulation and supervision is presented. The main instruments and methods that are applied by the National Bank of Ukraine in carrying out the function of banking regulation and supervision such as the method of administrative and indicative control, and also introductory, running, previous and following control as elements of banking supervision. Their application is supposed to have ensured the achievement of the main purpose – promoting effective and sustainable development of Ukrainian banking system.

**Keywords:** banking regulation, banking supervision, banking stability.

УДК 336.76'77(075)

Асист. К.О. Ільїна, канд. екон. наук;  
ст. викл. М.С. Мрочко – Львівський НУ ім. Івана Франка

## ТЕНДЕНЦІ ТА ПРОБЛЕМИ МОНЕТИЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Розглянуто сутність монетизації економіки та вплив її рівня на динаміку економічних процесів у країні. Описано методику розрахунку коефіцієнтів монетизації за агрегатами грошової маси та розкрито інформативність кожного з них. Проаналізовано структуру грошової маси України та динаміку її агрегатів. Наголошено, що рівень достатності грошей в економіці залежить не тільки від їхньої кількості, але й від якості, яка є різною для складових грошової маси. Розраховано рівні монетизації економіки України за агрегатами грошової маси впродовж останніх десяти років, показано тенденції їхньої зміни. Визначено основні негативні явища у розвитку грошової системи та грошового обігу країни впродовж 2014 р. та напрями їхнього подолання.

**Ключові слова:** грошова маса, грошовий агрегат, монетизація економіки, рівень монетизації.

**Постановка проблеми.** Стабільність функціонування грошової системи та грошового обігу є надзвичайно важливими для сучасної економіки України, на долю якої випали важкі випробування: військовий конфлікт на сході країни, криза на валютному ринку, високі інфляційні очікування, стрімке зростання споживчих цін. Складність ситуації полягає ще й у тому, що відбулося поєднання і взаємопосилення процесів інфляції та падіння виробництва: реальний ВВП скоротився у 2014 р. на 7 %, індекс споживчих цін становив 24,9 %. Головною складовою інфляційних процесів стало обвальне знецінення гривні та її купівельної спроможності. Дії НБУ на валютному ринку не дали змоги стримати девальваційні процеси та зростання споживчої інфляції, сприяли виникненню тінювих ринків, призвели до різкого скорочення міжнародних резервів. Відтак дослідження рівня монетизації та його динаміки є важливим, оскільки дає змогу оцінити реакцію грошової пропозиції на зміну попиту на гроші, а також виявити нагромадження інфляційного потенціалу у формі дисбалансу в грошовій сфері, що може проявитись у розкручуванні інфляційної спіралі в майбутньому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед вітчизняних вчених актуальні проблеми теорії грошей, зокрема функціонування грошової системи і забезпеченості грошима каналів грошового обігу, дослідили такі вчені: А. Гальчинський, А. Гриценко, О. Дзюблюк, М. Диба, Б. Івасів, Т. Кричевська, В. Лисицький, І. Лютий, С. Науменкова, П. Матвієнко, В. Міщенко, А. Морозов, М. Савлук, В. Ющенко та ін. Проте сучасні тенденції розвитку і функціонування грошового ринку, що зумовлені негативними наслідками фінансово-економічної та, значною мірою, валютної кризи, в якій опинилася Україна, потребують поглибленого дослідження проблем функціонування грошового обігу та мо-

нетизації економіки з метою обґрунтування ефективніших рішень монетарної влади у сфері грошово-кредитного регулювання.

**Постановка завдання.** Метою дослідження є аналіз стану і тенденцій функціонування грошової системи України, заходів монетарної влади щодо забезпечення каналів грошового обігу грошима, з'ясування особливостей та закономірностей впливу рівня монетизації на економічні процеси в країні.

**Виклад основного матеріалу.** Важливою характеристикою економічної системи держави, що відображає ступінь її забезпеченості ліквідними активами, які здатні виконувати функції засобу обігу та платежу (грошовою масою), є рівень монетизації економіки. Рівень монетизації економіки – це макроекономічний показник, який характеризує ступінь насиченості національної економіки грошовою масою, необхідною для забезпечення виробництва і реалізації ВВП, погашення боргових зобов'язань. Тобто монетизація – це засіб забезпечення і задоволення платоспроможного попиту на гроші, зокрема на грошовий капітал, всієї економіки країни як єдиного цілого. Підвищення її рівня поліпшує товарно-грошову збалансованість в економічній системі, забезпечує реалізацію ВВП та своєчасне проведення розрахунків між підприємствами, створює умови для відходу від проведення бартерних операцій, підвищує ліквідність суб'єктів господарювання. Позитивними наслідками від підвищення рівня монетизації для банківської системи є зростання її ресурсної бази, збільшення обсягів кредитних та інвестиційних операцій кредитних установ. При цьому важливим є те, що зростання інвестицій в економіку відбувається за рахунок внутрішніх джерел, що зменшує залежність від можливості отримання зовнішніх запозичень. Монетизація економіки визначається як відношення грошової маси (готівка і кошти на рахунках підприємств і внесків населення в банках) до обсягу валового внутрішнього продукту (ВВП).

Фактичний стан монетизації економіки розраховують за допомогою коефіцієнта монетизації, який може бути розрахований за такою формулою:

$$K_m = \frac{M_3}{ВВП},$$

де:  $K_m$  – коефіцієнт монетизації економіки;  $M_3$  – обсяг грошової маси на кінець року за агрегатом  $M_3$ ;  $ВВП$  – річний номінальний обсяг ВВП.

Рівень монетизації, розрахований із використанням агрегату  $M_3$  ("широкі" гроші), дає найповнішу оцінку щодо рівня забезпечення грошовою масою виробництва та споживання ВВП. Він включає "короткі" та "довгі" гроші і пов'язаний як з ринком грошей, так із ринком капіталів. Зокрема, в розвинених країнах грошова маса використовується не тільки для укладання угод по купівлі товарів і послуг, але й для купівлі бізнесу, обслуговування угод з фінансовими активами. Недостатньо монетизована за цим показником економіка не має необхідних умов для економічного зростання. Проте ступінь монетизації можна також визначити, зіставивши агрегати  $M_1$ ,  $M_2$  та  $M_0$  з обсягом ВВП.

У першому випадку ступінь монетизації покаже "як саме формувалися переваги у сукупного економічного агента – чи він розширював використання грошей для обслуговування товарного обміну (ступінь монетизації має тоді зростати), чи, навпаки – віддавав перевагу для використання безгрошового то-

варообміну" [1, с. 144]. Тобто цей показник буде характеризувати ступінь задоволеного номінального попиту на гроші для укладання угод. Зіставлення  $M_0$  з обсягом ВВП дає уяву про ступінь монетизації економіки по готівкових грошах. Його зміна покаже ставлення суб'єктів грошового ринку до готівкових грошей. Чим вищий  $M_3$ /ВВП порівняно з  $M_0$ /ВВП, тим у країні краще розвинена система безготівкових розрахунків і фінансовий потенціал економіки. Невелика відмінність засвідчує про те, що значна частка грошових операцій здійснюється в готівковій формі, а банківська система недостатньо розвинена.

Для глибшого дослідження проблеми монетизації економіки України проведемо аналіз структури і динаміки грошової маси (табл. 1)

Табл. 1. Структура грошової маси в Україні\*

Станом на	Показник грошової маси, млн грн							
	$M_0$ усього	%	$M_1$ усього	%	$M_2$ усього	%	$M_3$ усього	%
01.01.1999	7 158	45,6	10 331	65,8	15 432	98,3	15 705	100
01.01.2000	9 583	43,4	14 094	63,9	21 714	98,4	22 070	100
01.01.2001	12 799	39,7	20 762	64,4	31 544	97,8	32 252	100
01.01.2002	19 465	42,5	29 796	65,1	45 186	98,8	45 755	100
01.01.2003	26 434	40,7	40 281	62,1	64 321	99,2	64 870	100
01.01.2004	33 119	34,8	51 541	54,2	94 855	99,8	95 043	100
01.01.2005	42 345	33,7	67 090	53,3	125 483	99,7	125 801	100
01.01.2006	60 231	31,0	98 573	50,8	193 145	99,5	194 071	100
01.01.2007	74 984	28,7	123 276	47,2	259 413	99,4	261 063	100
01.01.2008	111 119	28,0	181 665	45,9	391 273	98,8	396 156	100
01.01.2009	154 759	30,0	225 127	43,7	512 527	99,4	515 727	100
01.01.2010	157 029	32,2	233 748	48,0	484 772	99,5	487 298	100
01.01.2011	182 990	30,6	289 894	48,5	596 841	99,8	597 872	100
01.01.2012	192 665	28,1	311 047	45,4	681 801	99,5	685 515	100
01.01.2013	203 245	26,3	323 225	41,8	771 126	99,7	773 199	100
01.01.2014	237 777	26,2	383 821	42,2	906 236	99,7	908 994	100
01.01.2015	282 947	29,6	435 471	45,5	955 350	99,9	956 728	100

\*Розраховано за даними [http://www.bank.gov.ua/Statist/el\\_bul.htm](http://www.bank.gov.ua/Statist/el_bul.htm).

Дані табл. 1 свідчать, що в Україні для маси грошей в обігу характерні високі темпи зростання. Окрім цього, однією з особливостей грошової системи України є висока питома вага готівки і виокремлення, такого структурного елемента грошової маси, як агрегат  $M_0$ , питома вага якого впродовж усього періоду існування національної грошової системи залишається значною. Зростання питомих ваг агрегатів  $M_0$  у структурі грошової маси відбулося й у 2014 р. Велика частка готівки ( $M_0$ ) в загальній масі грошей ( $M_3$ ) свідчить про незадовільну структуру грошової маси й інші негативні явища на грошовому ринку – ускладнює регулювання Національним банком України грошового обігу та провокує інфляцію. Головними чинниками, що формують надто високу питому вагу готівки в Україні, є:

- зростання номінальних грошових доходів населення;
- низький рівень безготівкових розрахунків населення;
- наявність значних обсягів обороту тіньової економіки;
- високі банківські ризики щодо збереження вартості грошей в умовах загрози інфляційних процесів;

- недовіра населення до банківських і небанківських структур, що пов'язана із загрозою їхнього можливого банкрутства, відсотковою політикою;
- пасивність населення України на ринку цінних паперів, зокрема державних.

Особливий вплив на збільшення попиту на готівкову гривню має її стабільність та інфляційні очікування. Збільшення готівкової гривневої маси свідчить про те, що довіра до гривні підірвана, а функції заощадження перебирають на себе іноземні валюти – долар США та Євро. Відтік вкладів з банківської системи України у 2014 р. становив 32,6 %. Збільшення гривневої маси впродовж 2014 р. зумовлене також неефективним використанням НБУ інструментів монетарного регулювання, зокрема особливостями випуску грошей в обіг. Національний банк України в 2014 р. збільшив обсяги рефінансування комерційних банків, які за відсутності належного контролю використали їх на валютному ринку для валютних спекуляцій, що призвело до різкого знецінення гривні. Цінова стабільність у середньостроковій перспективі могла бути порушена також через випуск грошей в обіг шляхом монетизації Національним банком України значних обсягів державних облигацій для фінансування бюджетного дефіциту. Обсяг ОВДП у портфелі НБУ збільшився за 2014 р. від 147,1 млрд грн до 318,1 млрд грн, а частка НБУ у загальному обсязі ОВДП, що перебувають в обігу, зросла від 58 % до 69,5 % [2].

Варто зазначити також, що на рівень достатності грошей в економіці впливає не тільки їхня кількість, але і якість, яка є різною для складових грошової маси. Гроші, які входять до агрегату  $M_1$ , забезпечують транзакційний попит на гроші, тобто попит на гроші у функції засобу обігу. Саме вони безпосередньо пов'язані з рівнем інфляції в країні. Якщо їхня кількість збільшується при незмінній товарній масі, зростає інфляційний тиск у короткостроковому періоді. Гроші на строкових рахунках виконують функцію засобу нагромадження і мають інвестиційне призначення. Отже, структура грошової маси дає змогу оцінити частку транзакційних і частку інвестиційних грошей в економіці. Перші створюють інфляцію, другі – економічний ріст [3]. Дослідити якісний склад грошової маси можна, розрахувавши частки окремих форм грошей у складі грошових агрегатів (табл. 2).

Табл. 2. Частка агрегатів  $M_0$ ,  $M_1-M_0$ ,  $M_2-M_1$  та  $M_3-M_2$  за період 2002-2015 рр.\*

Станом на	$M_0$ , %	$M_1-M_0$ , %	$M_2-M_1$ , %	$M_3-M_2$ , %	Разом, %
01.01.2003	40,7	21,4	37,1	0,8	100,0
01.01.2004	34,8	19,4	45,6	0,2	100,0
01.01.2005	33,7	19,6	46,4	0,3	100,0
01.01.2006	31,0	19,8	48,7	0,5	100,0
01.01.2007	28,7	18,5	52,2	0,6	100,0
01.01.2008	28,0	17,9	52,9	1,2	100,0
01.01.2009	30,0	13,7	55,7	0,6	100,0
01.01.2010	32,2	15,8	51,5	0,5	100,0
01.01.2011	30,6	17,9	51,3	0,2	100,0
01.01.2012	28,1	17,3	54,1	0,5	100,0
01.01.2013	26,3	15,5	57,9	0,3	100,0
01.01.2014	26,2	16,1	57,5	0,3	100,0
01.01.2015	29,6	15,9	54,3	0,14	100,0

\* Розраховано за даними [http://www.bank.gov.ua/Statist/el\\_bul.htm](http://www.bank.gov.ua/Statist/el_bul.htm).

У регулюванні грошової маси в Україні однією з найважливіших проблем є досягнення її оптимальної структури. Між агрегатами грошової маси потрібно підтримувати певні пропорції. Компоненти коштів власне агрегату  $M_1$  мають бути більшими від розмірів  $M_0$ . Це означає, що грошові кошти із готівкової форми переміщуються у безготівкову. Зростання компонентів власне агрегату  $M_2$  засвідчує про збільшення строкових вкладів, що розширює кредитні можливості банків, а також про зростання банківських вкладів у іноземній валюті.

За результатами аналізу даних табл. 2 зазначені вище пропорції в Україні не підтримуються, частка власне агрегату  $M_1(M_1-M_0)$  є нижчою порівняно з обсягом грошей поза банками, причому на початок 2015 р. грошовий агрегат  $M_0$  майже вдвічі перевищував обсяг безготівкових грошей у банках у національній валюті.

Щодо компонентів коштів власне агрегату  $M_2$ , то їхня частка у 2014 р., порівняно з 2013 р., теж впала і це при тому, що була проведена курсова переоцінка вкладів в іноземній валюті. Зокрема, переказні кошти в іноземній валюті за 2014 р. скоротилися на 14,6 %. Депозити фізичних та юридичних осіб у доларовому еквіваленті становили на 01.01.2015 р. лише відповідно – 59,7 % і 73,2 % від їхніх обсягів на кінець 2013 р.

Таким чином, грошове агрегування, як основний спосіб структуризації грошової маси, дає змогу чітко визначити особливості грошового обігу в Україні, вказуючи на велику питому вагу готівки, високий рівень доларизації, низький обсяг власної частки вищого грошового агрегату  $M_3$ . Монетизація економіки пов'язана з реальними економічними й соціальними процесами, що відбуваються в країні. Вона повинна бути обов'язково ув'язана з обсягами ВВП, швидкістю обігу грошової маси, величиною попиту та пропозиції на товари та гроші, станом фінансового і товарного ринку.

Економічна сутність показника монетизації зумовлює неможливість визначення конкретного критерію його достатності, адже на його зменшення чи зростання впливають різноманітні чинники (як позитивні, так і негативні). Узятий сам по собі цей показник не дає відповіді на питання, чи достатній він для монетизації економіки України, оскільки немає і не може бути нормативного (достатнього) рівня монетизації, з яким його можна було б порівняти. Тому на практиці його порівнюють з таким же показником у даній країні в попередні роки (місяці) чи в інших країнах. Як свідчить досвід високорозвинених країн світу, рівень монетизації економіки вважається достатнім тоді, коли коефіцієнт становить 70-80 % [4].

В Україні у перші роки незалежності проблема монетизації економіки полягала в тому, щоб узгодити обсяг грошової маси в обігу з розмірами товарної пропозиції. Рівень монетизації ВВП в Україні протягом 1991-1995 рр. знизився з 80,2 % у 1991 р. до 13,1 % у 1995 р., тобто відбувалась демонетизація економіки. "Економічні агенти все більше і більше віддавали перевагу збереженню капіталів у негрошових формах, накопиченню фінансових результатів у вигляді матеріальних активів" [1, с. 144]. Цей період характеризувався високими інфляційними очікуваннями і відповідно темпами інфляції (у 1992 р., тобто після лібералізації цін, споживчі ціни зросли у 21 раз, у 1993 р. – у 103 рази; гуртові, відповідно у 42 та 98 разів), широким розвитком бартеру, зростанням заборгованості між підприємствами, зниженням ліквідності суб'єктів господа-

ривання, поглибленням платіжної кризи. З 1996 р. поступово відбувалося підвищення рівня монетизації – від 13,1 % у 1995 р. до 17,4 % у 1999 р. Така тенденція до зростання зберігалась до початку фінансової кризи 2008 р. При цьому темпи зростання монетизації упродовж 2000-2007 рр. були високими. У 2008 р. рівень монетизації економіки України, розрахований за всіма агрегатами, крім  $M_0$ , знизився. Динаміка показників рівня монетизації у 2014 р. засвідчує, що відбулося збільшення насиченості економіки "короткими" грошима, які можуть в майбутньому спричинити інфляцію. Завданням НБУ є забезпечення повернення вилучених клієнтами коштів у 2014 р. на банківські вклади. Певні заходи для зупинення інфляційного тиску Національним банком прийнято. Зокрема, підвищено облікову ставку до 30 %. Важливим кроком на шляху стабілізації грошової одиниці України стане також визначення та закріплення у нормативно-правовій базі граничного рівня ОВДП, які можуть знаходитись у портфелі банку внаслідок проведення операцій на відкритому ринку. Динаміку рівня монетизації української економіки впродовж 2005-2014 рр. відображено в табл. 3.

Коефіцієнт монетизації економіки є індикатором оцінювання можливою стабільного поступального розвитку економіки країни, оскільки лише за умови наповнення каналів грошового обігу потрібними коштами можливе нормальне функціонування виробничо-господарського комплексу держави, розвиток фінансового ринку, банківської сфери, нагромадження заощаджень населення, збільшення інвестицій.

Табл. 3. Динаміка рівня монетизації в Україні впродовж 2005-2014 рр.

Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Рівень монетизації за агрегатом $M_0$ , %	13,6	13,8	15,4	16,3	17,2	16,9	14,6	14,4	16,3	18,1
Рівень монетизації за агрегатом $M_1$ , %	22,3	22,7	25,2	23,7	25,6	26,5	23,6	22,9	26,4	27,8
Рівень монетизації за агрегатом $M_2$ , %	43,8	47,7	54,3	50,1	53,1	54,5	51,8	54,7	62,3	61,0
Рівень монетизації за агрегатом $M_3$ , %	44,0	48,1	55,0	54,4	53,4	54,6	52,1	54,9	62,5	61,1

Примітка: розраховано за даними НБУ: Основні показники, що характеризують стан грошово-кредитного ринку. [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www.bank.gov.ua/Fin\\_ryn/Pot\\_tend/index.htm](http://www.bank.gov.ua/Fin_ryn/Pot_tend/index.htm); [http://www.bank.gov.ua/Statist/el\\_bul.htm](http://www.bank.gov.ua/Statist/el_bul.htm).

Згідно з даними Світового банку існує зв'язок між наповнюваністю економіки грошми, розвиненістю фінансової та грошово-кредитної системи, з одного боку, і темпами економічного зростання – з іншого.

Монетизація визначає склад сукупного попиту і ємкість внутрішнього ринку. Економіка при цьому повинна своєчасно адаптуватися до підвищення монетизації, тобто до зростання обсягу грошової маси в обігу, в іншому випадку країну очікують періодичні інфляційні кризи. Це зумовлено тим, що додаткова грошова маса потрапивши на споживчий ринок збільшить сукупний попит і ніяк не вплине на рівень пропозиції. У разі занадто низької монетизації виникає штучний дефіцит грошей. Нестача грошей призводить до розвитку бартеру, тривалих криз збуту і платежів, стагнації товарного, фондового та валютного ринків, скорочення заощаджень і, відповідно, інвестицій, що обмежує економічне зростання.

**Висновки.** Рівень монетизації економіки є результатом монетарної політики держави та основним індикатором зусиль держави та Національного банку України зі забезпечення контролю за грошовою масою, недопущення безконтрольного росту грошового обігу в умовах недостатності товарної пропозиції. Зростання рівня монетизації України підвищує її чутливість до заходів грошово-кредитної політики, робить їхній вплив більш прогнозованим і ефективним. Воно можливе в умовах, коли зростання попиту на гроші буде перевищувати обсяги зростання номінального ВВП. За умов підвищення рівня монетизації і насичення економіки грішми актуальними є інституційні зрушення в грошово-кредитній та фінансовій сфері. Розширення діючих і створення нових каналів для використання грошей. Грошова система має забезпечити достатні обсяги дешевих кредитів, сприяти функціонуванню механізмів акумулювання заощаджень та їх трансформування в довгострокові інвестиції.

### Література

1. Ющенко В. Гроші: розвиток попиту та пропозиції в Україні / В. Ющенко, В. Лисицький. – К. : Вид-во "Скарби", 1998. – С. 288.
2. Про виконання Основних засад грошово-кредитної політики за 2014 р. Рішення Ради НБУ від 26.02.15 р., № 1. [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://www. Bank.gov.ua/doccatu log/document](http://www.Bank.gov.ua/doccatu log/document)
3. Малкина М.Ю. К вопросу о показателях достаточности денежной массы и качестве денег в экономике / М.Ю. Малкина. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.Economics.kiev.ua/sndex.php?id=1020&view=article>.
4. Горбаток Л.А. Підвищення рівня монетизації економіки як важливий фактор макроекономічної стабільності України / Л.А. Горбаток, М.І. Діба. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.ir. Kneu.edu.ua:8080/handle/2010/2736>

### *Ильина Е.А., Мрочко М.С. Тенденции и проблемы монетизации экономики Украины*

Рассмотрена сущность монетизации экономики и влияние ее уровня на динамику экономических процессов в стране. Изложена методика расчета коэффициентов монетизации по агрегатам денежной массы и раскрыта информативность каждого из них. Сделан анализ структуры денежной массы Украины и динамики ее агрегатов. Указано на то, что уровень достаточности денег в экономике зависит не только от их количества но и качества, которое отличается для отдельных составляющих денежной массы. Рассчитаны уровни монетизации экономики Украины по агрегатам денежной массы за последние десять лет, показана тенденция их изменения. Выявлены основные негативные явления в развитии денежной системы и денежного обращения страны на протяжении 2014 г. и пути их преодоления.

**Ключевые слова:** денежная масса, денежный агрегат, монетизация экономики, уровень монетизации.

### *Ilyina K.O., Mrochko M.S. Trends and Problems of Monetization of the Ukraine Economy*

The essence of monetization of the economy and its impact on the dynamics of economic processes in the country is shown. Method of calculating the coefficients of monetization on monetary aggregates described. Stock of money structure and dynamics of money aggregates of Ukraine is analyzed. Sufficiency of money in the economy depends on the quality of money. Level of monetization of the economy Ukraine for money supply aggregates for 10 years is calculated. Their change trends is shown. Main negative phenomena of development of the monetary system in Ukraine defined and directions of their overcoming is shown.

**Keywords:** money supply, monetary aggregate, monetization, monetization ratio.

## 5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 004.8

*Проф. С.В. Устенко, д-р екон. наук;  
асист. О.О. Бібоко – ДВНЗ "КНЕУ ім. В. Гетьмана", м. Київ*

### ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ

Обґрунтовано доцільність використання методу мурашиної колонії та його модифікацій як способу вирішення складних комбінаторних задач оптимізації в економічних і технічних галузях. Досліджено біологічне підґрунтя, переваги, недоліки та можливі напрями використання цього методу. Визначено основні особливості, закладений математичний апарат і механізм функціонування методу мурашиної колонії. Проаналізовано відмінності між різновидами методу мурашиної колонії в розрізі критеріїв ефективності розв'язку задач. Запропоновано перспективні шляхи покращення цього методу.

**Ключові слова:** агент, граф рішень, колективний інтелект, мурашина колонія, оптимізація, самоорганізація.

**Постановка проблеми.** Розроблення та створення інтелектуальних інформаційних систем нового покоління, зокрема інструментальних комплексів інформаційно-когнітивної підтримки процесів синтезу, інтегрування та актуалізації знань, є одним з головних напрямів фундаментальних наукових досліджень у галузі штучного інтелекту (ШІ) та характеризуються інноваційністю в багатьох технічних галузях.

Новим напрямом розвитку ШІ є методи інтелектуальної оптимізації, що моделюють колективний інтелект суспільних живих істот, – методи Swarm Intelligence. Цей напрям штучного інтелекту малодосліджений, проте надає хороші результати у розв'язанні різних задач оптимізації, що свідчить про перспективність його подальшого розвитку. Мета розв'язання складних комбінаторних задач оптимізації – пошук та визначення найбільш оптимальних рішень для оптимізації (знаходження мінімуму або максимуму) цільової функції (ціни, точності, часу, відстані і т. ін.) з дискретної множини можливих рішень.

Головною особливістю методів оптимізації на базі колективного інтелекту є їх біонічна природа, тобто вони засновані на моделюванні діяльності тварин, поведінка яких має колективний характер. Така поведінка дає змогу цим тваринам максимально ефективно вирішувати різні важливі практичні завдання в природі, що свідчить про високу ефективність роботи цих методів під час вирішення практичних комплексних задач оптимізації [1]. Тому актуальним є розгорнуте вивчення методів, можливих галузей їх застосування, а також розроблення нових математичних моделей, заснованих на поведінці соціальних тварин, у контексті розв'язання оптимізаційних задач.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Біонічні методи плідно досліджують європейські вчені з середини 90-х років ХХ ст. Механізми самоорганізації біологічних систем висвітлено у працях S. Camazine, G. Deneubourg та J. Sneyd [2-4]. Найбільшого поширення набули праці M. Dorigo, A. Colorni, L.M. Gambardella, V. Maniezzo [5-8], які розглядали метод мурашиних колоній,