

УДК 658.5:69/330.33.12

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2026.48.2026.17>**Гойко А. Ф.**

к.е.н., професор,

професор кафедри економіки будівництва,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: 0000-0002-9591-0829

Сорокіна Л. В.

д.е.н., професор,

професор кафедри економіки будівництва,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: 0000-0002-9981-4615

Лич В. М.

д.е.н., професор,

завідувач кафедри економічної теорії, обліку і оподаткування,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ORCID: 0000-0001-9024-1593

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЯК ІНДИКАТОР ФАЗ ДІЛОВОГО ЦИКЛУ

Анотація. Дослідження спрямоване на вивчення циклічних закономірностей дестабілізуючого впливу загроз економічній безпеці будівельних підприємств. Обґрунтовано пріоритетність використання відносних коефіцієнтів структури фінансових результатів для забезпечення зіставності рівнів часових рядів індикаторів економічної безпеки. Надано економічну інтерпретацію індикаторів економічної адаптації та економічного управління у контексті антициклічного моніторингу економічної безпеки будівельних підприємств. Визначено циклічні закономірності індикаторів економічної безпеки будівельного бізнесу. Обґрунтовано ретроспективний горизонт дослідження та просторову локацію вибірки спостережень часових рядів індикаторів. Встановлено повторюваність інтенсивності впливу чинників-дестабілізаторів економічної безпеки та непридатність «традиційних» трендових моделей для прогнозування циклічних коливань економічної стабільності учасників будівельної діяльності. На конкретному прикладі доведено низьку ефективність загальновідомих методів декомпозиції трендової та циклічної складової рівнів часового ряду. Встановлено доцільність використання нейромережевого моделювання параметрів авторегресійних прогностичних моделей для послаблення волатильності фінансових результатів будівництва. Виконано поглиблений аналіз автокореляційних закономірностей циклічної динаміки індикаторів економічної безпеки будівництва, що дозволило виявити 6-річний цикл зміни структури доходів і 2- та 6-річні цикли змін у структурі витрат. Уточнено набір входів алгоритмів нейро-нечіткого логічного висновку, типи і параметри функцій належності входних і вихідних змінних: дзвоноподібні для термів входів та дво- і трифакторні лінійні авторегресії для виходів. При цьому алгоритм для індикатору економічного управління містив більшу базу знань фазі-алгоритму через додатковий вхід на позначення короткострокових 2-річних економічних циклів. Проілюстровано вищу апроксимаційну точність гібридних алгоритмів нейро-нечіткого висновку у порівнянні із багатofакторними лінійними регресійними моделями. Доведено необхідність поглибленого аналізу параметрів нейромережі, передусім функцій належності входів та виходів. Виконано лінгвістичну та економічну інтерпретацію складових інтелектуальної системи для прогнозування циклічних змін індикаторів економічної безпеки. Запропоновано емпіричне правило економічної стабілізації. Продемонстровано необхідність поглибленого аналізу параметрів нейронної мережі, насамперед функцій належності входів та виходів. Здійс-

нено лінгвістичну та економічну інтерпретацію компонентів інтелектуальної системи прогнозування циклічних змін показників економічної безпеки. Запропоновано емпіричне правило економічної стабілізації.

Ключові слова: економічна безпека, циклічність економіки, індикатор економічної адаптації, індикатор економічного управління, цифровізація, конкурентоспроможність, стійкий розвиток, антициклічне управління, антикризове управління, коефіцієнт автокореляції, лаг, трендове рівняння, фаззі-алгорим, функція належності, будівельне підприємство.

Постановка проблеми. Загальноновизнаним є факт періодичної повторюваності економічних піднесень і спадів, причому причини циклічного чергування економічних тенденцій мають різне джерело походження: техніко-технологічні, правові, суспільно-етичні, геополітичні і, навіть природничо-біологічні чинники із певною закономірністю посилюють і послаблюють свій агресивний вплив на рівень добробуту економічних суб'єктів. Названі фактори впливають на ефективність економічних систем із різною регулярністю, часом накладаючись один на одний.

Втім, передбачуваність криз і піднесень спрощує процес і алгоритми операційного економічного регулювання, тактичного і стратегічного управління. Зазначене спонукає до проведення численних досліджень, спрямованих на розроблення і вдосконалення методології передбачення тривалості хвиль економічних циклів і обґрунтування технологій економічного управління, якими б заздалегідь передбачалась повторюваність певних наступальних чи захисних стратегій.

Усе вищевикладене набуває особливої важливості для підприємств будівництва, які найбільш вразливі до криз макrorівня, і спад ділової активності яких є загальноновизнаним випереджальним індикатором циклічності національних економік.

Мета дослідження полягає у вивченні тривалості періоду повторюваності змін економічних результатів підприємств будівництва і обґрунтування логіко-математичного підходу до прогнозування циклічності у процесах виникнення, загострення загроз економічної безпеки і змін у пріоритетності заходів із її відновлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження проблематики послаблення негативних наслідків циклічних коливань макrorівня на діяльність підприємств реального сектору економіки, зокрема будівельної галузі, здійснювали чимало науковців. Особливо слід відзначити публікації: [1], [2], [9], присвячені розширенню теоретичного підґрунтя антици-

клічного управління, вони містять обґрунтування ключових закономірностей розвитку, упорядкування якісних характеристик рівноваги, розкриття механізму глобальної дифузії кризових явищ у світових економіках. Чималий інтерес являють праці [4–6], оскільки містять результат емпіричних досліджень циклічних кризових економічних явищ, а саме обґрунтування 7-річної тривалості економічного циклу, декомпозицію економічних показників на трендові і циклічні компонент, побудову фазових портретів динаміки ВВП України та інших країн світу. Проблематику антикризового управління підприємствами будівництва в умовах циклічних кризових збурень оточення подано в роботах [3], [7], що наголошують на пріоритетності соціальної орієнтації економічного управління, [8], [10], де пропонуються підходи до диференціації управлінських заходів на різних стадіях ділового циклу бізнесу.

Втім, попри активні і плідні наукові пошуки і досі залишається невирішеною частина проблема своєчасного передбачення і запобігання загострення загроз економічній безпеці будівельних підприємств з урахуванням регулярності їх появи у середньо- і довгостроковому часових горизонтах.

Результати досліджень. Економічна циклічність розглядає закономірності змін ділової активності упродовж тривалих часових інтервалів. Тому дослідження періодичності економічних результатів, дисбалансів, загроз, ризиків і інших показників суб'єктів господарювання пов'язано із поглибленим вивченням часових рядів даних. Оскільки чимало індикаторів економічної діяльності вимірюються грошовими одиницями, доводиться забезпечувати зіставність показників, застосовуючи індексації, дисконтування, інфлювання чи дефлювання, або ж перерахунки на умовні чи відносні показники. На нашу думку, використання відносних величин в аналізі часових рядів є чи не найприйнятнішим варіантом: по-перше, при цьому зменшується трудомісткість підготовчої роботи,

оскільки зникає необхідність коректування вартісних показників на зміни цінності грошей у часі. По-друге, використання відносних величин дає змогу комплексно оцінити якість економічного управління, одночасно враховуючи вплив кількох факторів, але зберігаючи при цьому зіставність різночасових значень показників.

Результативність механізму управління фінансовою безпекою будівельних підприємств, поряд із загальновідомим фінансовими коефіцієнтами, такими як показники рентабельності, оборотності, ліквідності чи фінансової стійкості, варто визначати також і з урахуванням структурних співвідношень фінансових результатів. З цією метою ми пропонуємо такі два співвідношення:

Питома вага інших операційних доходів у загальній сумі доходів від операційної діяльності, яку можна назвати індикатором економічної адаптивності;

Частка собівартості реалізованої продукції в операційних витратах, що може також бути названою як індикатор економічного управління.

Оскільки економічна циклічність традиційно розглядається як явище макро-рівня, то дослідження її впливу на економічну безпеку підприємств теж доцільно вивчати на національному, регіональному чи, принаймні, галузевому рівні. Тому для виявлення типових кількісних пропорцій змін індикаторів економічної безпеки їхні значення доводиться визначати, спираючись на дані Державної служби статистики України. Отже, індикатор економічної адаптивності (ІЕА), визначатиметься у такий спосіб:

$$I_{EA} = \frac{\text{Інші операційні доходи}}{\text{Разом чисті доходи}} \quad (1)$$

Натомість формула для розрахунку індикатора економічного управління (ІЕУ) набуде наступного вигляду:

$$I_{EU} = \frac{\text{Собівартість реалізованої продукції}}{\text{Разом операційні витрати}} \quad (2)$$

Усі складові формул (1), (2) визначаються у відповідності із методологією, передбаченою національними стандартами обліку.

Зокрема, інші операційні доходи [11], наведені у чисельнику (1), узагальнюють збільшення активів, або зменшення зобов'язань, що зумовлює зростання власного капіталу внаслідок

доку інших доходів від операційної діяльності підприємства, аніж дохід (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг): дохід від операційної оренди активів; дохід від операційних курсових різниць; відшкодування раніше списаних активів; дохід від реалізації оборотних активів (крім фінансових інвестицій, необоротних активів, утримуваних для продажу, та групи вибуття) тощо.

Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг) – чисельник (2) відображає виробничу собівартість реалізованої продукції (робіт, послуг) та/або собівартість реалізованих товарів. Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг) визначається згідно з положеннями (стандартами) бухгалтерського обліку 9 "Запаси", 16 "Витрати", 30 "Біологічні активи". Відповідно для статистичних спостережень макrorівня агрегують суми даних за показниками: збільшення (зменшення) запасів готової продукції та незавершеного виробництва; капіталізована вартість іншої роботи, виконаної суб'єктом господарювання, враховуючи вартість використаних сировини та витратних матеріалів, витрати на виплати працівникам і амортизаційні витрати.

З огляду на необхідність уникнення розкриття конфіденційної інформації, чинна методологія статистичних спостережень передбачає таку структуру показника «Операційні витрати» – знаменника формули (2): собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг); чисті понесені збитки за страховими виплатами; адміністративні витрати; витрати на збут; інші операційні витрати.

Аналогічно, знаменник моделі (1) має назву «Разом чисті доходи», їх визначено додаванням сум даних за показниками: чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг); чисті зароблені страхові премії; дохід від зміни у резервах довгострокових зобов'язань; дохід від зміни інших страхових резервів; інші операційні доходи; дохід від участі в капіталі; інші фінансові доходи; інші доходи; прибуток від впливу інфляції на монетарні статті; прибуток від припиненої діяльності після оподаткування.

Звичайно, для будівельних підприємств деякі із вищеперерахованих часткових показників витрат і доходів через особливості їх основної діяльності будуть нульовими, однак це не позначиться на загальному результаті.

За економічним змістом індикатори (1) і (2) слід розглядати як характеристики здат-

ності підприємства до гнучкого забезпечення своєї здатності продовжувати економічну діяльність, попри мінливість внутрішнього та зовнішнього середовища. Оскільки економічне оточення підприємства у довгостроковому періоді характеризується регулярними змінами, і при цьому носії внутрішнього середовища також реагують на ці зміни із періодичною повторюваністю у часі. Для забезпечення належного опору загрозам доводиться належним чином активізувати, або, навпаки, уникати застосування тих чи інших управлінських засобів впливу. Зокрема, у періоди макроекономічного піднесення, якому характерні тенденції зростання сукупного попиту, в тому числі і інвестиційного, збільшується обсяг замовлень на будівельні роботи, а тому в операційних доходах закономірно домінуватиме частка чистого доходу від реалізації будівельної продукції. Натомість питома вага інших операційних доходів, тобто індикатор ІЕА (1) зменшуватиметься. Однак, подібний процес буде обмеженим у часі, оскільки будівельна галузь із тривалим життєвим циклом її продукції виявляється дуже вразливою до коливань ринкової кон'юнктури. Тому скорочення доходів підрядників, проєктувальників, забудовників проявлятиметься дещо раніше, аніж уповільнення економічної динаміки по інших видах діяльності. Відповідно закономірним буде скорочення кількості і вартості будівельних контрактів у портфелях замовлень підприємств будівництва, що спонукатиме їх керівництво та власників шукати будь-які інші можливості виживання на ринку. Звичайно, внаслідок цього змінюватиметься структура економічних результатів на користь зростання індикатору економічної адаптивності, тобто ІЕА (1) набуватиме більших значень.

Якщо при цьому врахувати ту обставину, що антициклічну стабілізаційну політику Уряди різних країн здійснюють з урахуванням не лише економічних, але й суспільних, геополітичних, безпекових явищ, яким теж властива циклічна повторюваність, індекс економічної адаптивності відображатиме здатність будівельних підприємств до відновлення своєї економічної безпеки у циклічно змінюваному несприятливому зовнішньому оточенні з урахуванням усіх дестабілізаторів, незалежно від причин та джерела походження. Носіями внутрішнього середовища підприємства, звичайно, є персонал, а також його активи. Поряд із матеріальними – виробничими запасами та основними

засобами, активними чи пасивними, в аспекті антициклічного управління економічною безпекою також варті уваги нематеріальні активи. Насамперед, ретельного контролю вимагає динаміка дебіторської заборгованості. Проте, не менш важливо здійснювати моніторинг способів поєднання ресурсів у наскрізному виробничому бізнес-процесі, тобто управлінський механізм, на предмет повторюваності міри досягнення тактичних завдань і цілей обраної економічної політики. Зокрема, персонал будівельних підприємств, який найгостріше відчуває вплив циклічних негативних економічних явищ, насамперед прискорення інфляційних тенденцій, намагатиметься збільшити свій особистий дохід. Для збереження якісної структури кадрів невід'ємною частиною внутрішнього економічного управління в умовах циклічності стають регулярні збільшення витрат на оплату праці та соціальні заходи. Неможливість уникнення таких складових здорожчання будівництва спричинена і перманентним підвищенням соціальних стандартів, як одного із заходів національної стабілізаційної економічної політики. Разом із цим, у кризові і передкризові періоди будівельні підприємства змушені мінімізувати собівартість будівельних робіт, і з цією метою їм доводиться нагромаджувати більші запаси будівельних матеріалів, енергоносіїв, захищаючи тим самим від знецінення свої грошові кошти. У частині формування фінансових результатів подібна оптимізація виявиться збільшенням інших операційних витрат швидшими темпами, аніж собівартості реалізованої продукції.

Скорочення попиту на будівництво спонукає підрядників, забудовників, проєктувальників активніше демпінгувати та здійснювати інші заходи маркетингової політики, внаслідок чого прискорено зростатимуть витрати на збут. Ще одною причиною зростання інших операційних витрат стає збільшення суми дебіторської заборгованості замовників, у якій невпинно зростає частка такої, що має дуже низьку імовірність погашення. Вже ця, далеко не повна, сукупність ознак макроекономічних кризових явищ доводить факт зменшення індикатору економічного управління (ІЕУ), визначеного за моделлю (2) у періоди спаду, і його зростання у фазі макроекономічного поживавлення та піднесення.

Викладені вище тенденції зміни індикаторів економічної безпеки було досліджено за результатами діяльності будівельних підприємств

шести регіонів України за останні 10 років, з 2015 до 2024. У ці періоди спостерігались декілька хвиль економічних циклів, причинами яких були не лише періодичні коливання ділової активності України і Світу, але і суспільні, політичні та інші чинники: остаточний вибір Україною Євроінтеграційного вектору та активна імплементація норм Європейського законодавства у 2015–2016 рр., протипандемічні заходи від Covid-19 у 2020–2021 рр., повномасштабна агресія РФ, починаючи із 2022 і донині.

Ми навели лише найпотужніші дестабілізатори економічної діяльності, що передусім ускладнювали інвестиційну діяльність, яка, власне, і формує ділову активність підприємств будівництва. З огляду на тривалість періодів відносної стабільності економічного оточення закономірним виявиться припущення про 4-річні циклічні коливання рівня економічної безпеки галузі. Вони особливо помітно проявляються у центрах ділової активності, тому для перевірки низки гіпотез про довжину хвиль економічних циклів досліджувались фінансові результати підприємств будівництва Дніпропетровської, Київської, Львівської, Одеської, Харківської областей та м. Києва. На графіку (рис. 1) представлено динаміку індексу економічної адаптивності для будівництва житлових і нежитлових будівель у Харківській області, ламана лінія чітко демонструє два максимуми, тобто реакцію будівельного бізнесу на циклічні економічні спади у 2019 і 2022 рр. Якщо рік повномасштабного вторгнення із різким погіршенням економічної і взагалі безпеки життєдіяльності закономірно очікується таким, що вимагає

активізації стабілізаційних заходів, то ознаки активізації захисних механізмів у 2019 видаються дещо «несподіваними». З огляду на відносну стабільність цього періоду, хіба що вибори Президента України спричинили сповільнення ділової активності через негативні очікування бізнесу. Тобто 2019 рік визначає «дно» приватних ділових циклів більшості компаній.

Повторюваність піднесень і спадів аналізованого показника унеможливорює його достовірну апроксимацію за допомогою лійного тренду, оскільки (рис. 1) суцільна лінія значно відхиляється від точкової, а коефіцієнт R-квадрат не досяг і значення, рівного 0,1. Численні експерименти із згладжуванням первинних даних, шляхом розкладання їх на загальну тенденцію та періодичну компоненту також виявились невдалими. Зокрема, пунктирна лінія відображає згладжування економічних коливань за допомогою підходу, подібного до визначення гармонік ряду Фур'є. Візуальний аналіз ряду динаміки індикатора адаптивного управління спонукав припустити про 6-річний цикл впливу загроз економічній безпеці, причому співвідношення «пікових» максимумів та мінімумів до середнього рівня індикатору перебувало біля 25%. Тому нами було обчислено умовні значення індикатору у такий спосіб, щоб кожні 2 роки по черзі застосовувались понижуючі ($0,75=1-0,25$), одиничні, підвищуювальні ($1,25=1+0,25$) та знов одиничні коефіцієнти. Звичайно, при цьому максимуми і мінімуми давали менший розмах варіації, а внаслідок штучного коректування достовірність лінійної апроксимації дещо підвищи-

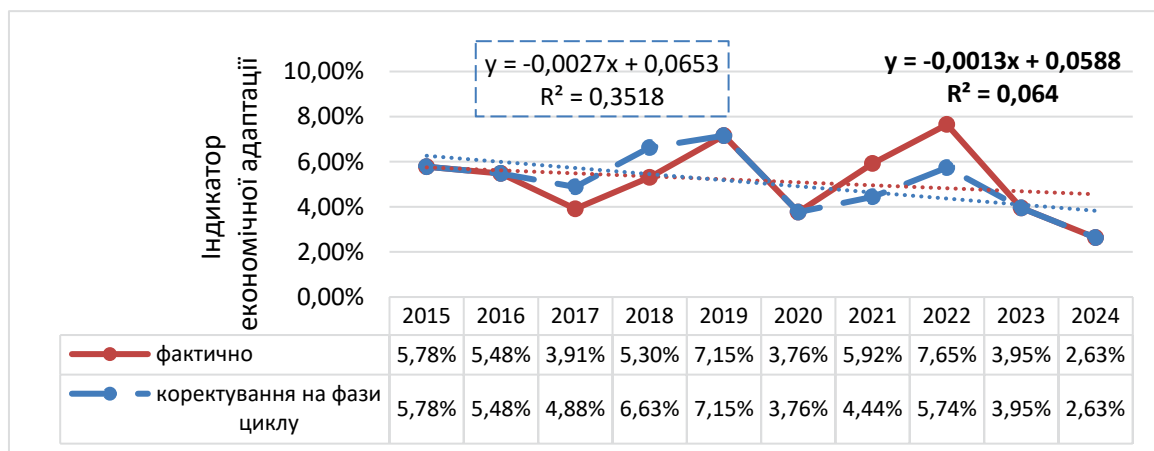


Рис. 1. Динаміка індикатора економічної адаптації підприємств Харківської області, що спеціалізуються на будівництві житлових і нежитлових будівель

Джерело: розраховано авторами за даними Держстату України [12] за 2015–2024 рр.

лась і склала 0,362 – це значення R^2 у пунктирній рамці на рис. 1. Втім, подібний підхід, попри трудомісткість вився непридатним для прогнозування періодичних кризових явищ, оскільки не забезпечив належної статистичної значимості економетричної трендової моделі. Крім того, даний підхід не є універсальним, оскільки для інших регіонів і для індикатору економічного управління доводиться спиратись на результати візуального аналізу, а конфігурація графіків часових рядів у кожному випадку відрізняється. Ще одним серйозним недоліком такого підходу є його чимала трудомісткість із обґрунтування способів згладжування первинних даних, в цьому зв'язку зручнішими є авторегресійні моделі, які передбачають прогнозування сподіваного результату на основі поточного чи ретроспективного значення досліджуваного показника. Для полегшення процесу розроблення методичного підходу до прогнозування ефективності заходів економічної стабілізації не варто відмовлятися від найсучасніших аналітичних інструментів – нейронних мереж. Дві таких мережі ми і пропонуємо у якості індикаторів економічної безпеки в умовах циклічності змін оточення підприємства. Це – гібридні нейронечіткі мережі, входами яких є ретроспективні і поточні значення індикаторів управління економічної безпеки (1) і (2). Виходом мереж визначено прогнозу величину індикатор економічної адаптивності чи економічного управління у наступному році, після дати розрахунку. Кількість входів і їх якісний склад було обґрунтовано на основі розрахунків коефіцієнтів автокореляції із різним зсувом вікна аналізу (табл. 1). В ній жирним шрифтом виділено коефіцієнти автокореляції, за модулем вищі за 0,58 – межу, яка визначає статистичну значимість тісноти міжчасового зв'язку досліджуваних індикаторів. Для індикатору економічної адаптації більшість значимих коефіцієнтів автокореляції – додатні, це означає що відповідний лаг можна розглядати як тривалість повної хвилі економічного циклу. Відповідно від'ємні, проте статистично значимі автокореляції, яких майже вдвічі менше, аніж додатних, створюють підстави для обґрунтування довжини циклічної хвилі на основі подвоєної величини відповідного лагу. Зокрема, для всіх видів будівництва Харківської області спостерігаються високі від'ємні автокореляції для дво- і п'ятирічного лагів. Разом із тим (табл. 1), ця область, подібно як і більшість інших вибір-

кових об'єктів виявили високі додатні автокореляції для 7-річного інтервалу.

Таким чином, циклічність кризових явищ будівництва і відповідно активізації безпечних заходів становить 7 років, однак Харківська область характеризується додатковим зовнішнім навантаженням приватних господарський бізнес-циклів із періодичністю у 4(=2·2) і 10(=2·5) років. Тобто даний економічний регіон, що колись визнавався як високоіндустріальний, проте із збереженням донині потужним авторитарним регулюванням всіх рівнів економічної діяльності перебуває під двократним впливом загроз економічної безпеки. Диверсифікувати операційну діяльність будівельних підприємств цієї області, таким чином, мають у 2 рази частіше: замість 1 разу на 7 років, кожні 3,5 – 4 роки.

Навпаки, Львівська область, що характеризується більш «крафтовим», індивідуалізованим підходом до організації економічного устрою і особливою майстерністю будівельників, виявила меншу прогнозованість циклічних коливань економічних результатів. Лише вся її будівельна галузь демонструє високі автокореляції для 7-річного інтервалу значень індикатору економічної адаптації, проте величина ця (табл. 1) – від'ємна. До того ж зн від'ємні автокореляції спостерігаються в усіх відрізках, довших за 4 роки. Це дає підстави про припущення про 10-річний економічний цикл у будівництві Західного регіону України. Втім він супроводжується і короточасними річними хвилями приватних циклів через високу величину автокореляція 1-річного лагу.

Довжина циклічних хвиль індикатору економічного управління суттєво відрізняється від попереднього індикатору (табл. 1), оскільки майже всі регіони виявили високі додатні автокореляції із 7-річним лагом, однак у 3-річному часовому відрізку не спостерігається жодного значимого зв'язку між змінами структури операційних витрат. Крім того, більш, аніж у половини спостережень наявна висока автокореляція в 1-річному часовому проміжку, чим підтверджується поєднання дуже коротких та середньострокових коливань витратомісткості будівельної діяльності. Згідно табл. 1 індикатор економічного управління утричі частіше виявляє додатні високі значення, аніж від'ємні, тому припущення про більш тривалі періодичні коливання ділової активності можна сформулювати тільки для будівельних підприємств Київської та Львівської областей. У цих

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів автокореляції для індикаторів економічної безпеки (1), (2) підприємств будівництва Авторська розробка за даними Держстату України [12] за 2015–2024 рр.

Регіон	Вид будівництва	Коефіцієнт автокореляції із лагом						
		1 рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років	7 років
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Індикатор економічної адаптивності (1)								
Дніпропетровська обл.	Будівництво будівель	-0.013	-0.141	-0.289	-0.188	-0.549	0.020	0.687
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.225	-0.045	-0.063	0.280	-0.393	0.206	0.533
	Будівництво	0.568	0.157	-0.234	-0.186	-0.439	-0.022	0.479
Київська обл.	Будівництво будівель	0.484	0.614	0.889	0.426	-0.230	0.804	0.065
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	-0.374	0.087	0.537	-0.389	-0.236	0.817	-0.769
	Будівництво	-0.051	0.169	0.790	0.689	-0.052	-0.272	0.249
Львівська обл.	Будівництво будівель	0.443	-0.228	-0.525	-0.603	0.038	-0.210	-0.418
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.311	-0.315	-0.290	-0.300	-0.042	-0.699	-0.380
	Будівництво	0.583	0.018	-0.062	-0.518	-0.748	-0.828	-0.996
Одеська обл.	Будівництво будівель	0.212	0.137	0.199	0.290	-0.365	0.407	0.996
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	-0.325	-0.507	0.723	-0.072	-0.504	0.090	0.962
	Будівництво	-0.084	-0.279	0.462	0.311	0.011	-0.684	1.000
Харківська обл.	Будівництво будівель	-0.097	-0.715	0.553	0.102	-0.894	0.436	0.802
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	-0.075	-0.740	0.544	0.163	-0.842	0.571	0.882
	Будівництво	-0.126	-0.764	0.572	0.210	-0.926	0.376	0.909
М. Київ	Будівництво будівель	0.448	-0.072	-0.132	0.622	0.394	0.867	0.852
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.484	0.444	0.161	0.738	0.225	0.939	0.814
	Будівництво	0.500	0.158	0.365	0.450	0.185	0.989	0.955
Частка випадків високої ($ R > 0,58$ кореляції, %		5.6	22.2	16.7	22.2	22.2	44.4	66.7
Індикатор економічного управління (2)								
Дніпропетровська обл.	Будівництво будівель	0.626	0.043	-0.075	0.066	0.609	0.893	0.365
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.722	0.219	0.080	0.312	0.789	0.885	0.807
	Будівництво	0.900	0.616	0.019	0.270	0.480	0.819	0.993
Київська обл.	Будівництво будівель	0.530	0.346	0.195	-0.375	-0.339	-0.573	0.592
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.764	0.560	0.250	-0.496	-0.383	-0.728	0.552
	Будівництво	0.419	0.219	0.123	-0.025	-0.253	-0.925	0.778
Львівська обл.	Будівництво будівель	0.725	0.143	-0.203	-0.602	-0.775	-0.721	0.941
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.701	0.064	-0.354	-0.714	-0.783	-0.900	-0.027
	Будівництво	0.708	0.501	-0.437	-0.806	-0.547	-0.759	0.689

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одеська обл.	Будівництво будівель	-0.183	-0.263	0.013	-0.170	-0.327	-0.168	0.983
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	-0.059	0.029	0.065	0.017	-0.166	-0.245	0.992
	Будівництво	-0.059	-0.257	-0.042	0.015	-0.518	-0.695	0.999
Харківська обл.	Будівництво будівель	0.655	0.096	0.254	0.282	0.057	0.248	0.980
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.681	0.240	0.370	0.439	0.165	0.225	0.996
	Будівництво	0.611	0.115	0.372	0.317	-0.048	0.209	0.981
М. Київ	Будівництво будівель	0.429	0.105	-0.327	-0.298	0.015	-0.021	0.883
	Будівництво житлових і нежитлових будівель	0.341	-0.007	-0.300	-0.231	0.026	0.070	0.878
	Будівництво	0.401	0.047	-0.332	-0.309	-0.114	-0.008	0.849
Частка випадків високої ($ R > 0,58$ кореляції, %		55.6	5.6	0.0	16.7	22.2	50.0	83.3

регіонах високі від'ємні автокореляції присутні у 4 – 6 річних лагах. Таким чином, складаються передумови для очікування повторюваних змін складових операційних витрат кожні 10 ± 2 роки. Виконаний аналіз автокореляційних залежностей індикаторів економічної адаптації та економічного управління дозволив обґрунтувати вхідні змінні для нейро-нечіткої мережі, призначеної для середньострокового прогнозування циклічності заходів антикризового управління. Набори вхідних змінних виявились не однаковими:

Для індикатору економічної адаптації достатньо тільки 2 ретроспективних значення: x_1 – лаг 6 років, x_2 – лаг 7 років. При цьому x_1 визначається трьома термами «високий», «середній», «низький», а x_2 – тільки двома: «Високий» і «низький». Внаслідок повного перебору комбінацій термів входів кількість правил нечіткого логічного висновку, а отже і виходів алгоритму 6 (=3 варіанти x_1 · 2 варіанти x_2);

Індикатор економічного управління набагато точніше апроксимується алгоритмом, у якому не дві, а 3 лагових входи, оскільки до факторного набору попереднього, зберігаючи структуру обох терм-множин, доцільно додати ще одну, x_3 – значення індикатору у попередньому періоді – двоелементну нечітку терм-множину із термами «високий» та «низький». Внаслідок цього кількість функцій належності вихідної змінної містить вдвічі більше термів із відповідними логічними правилами, тобто 12 (=3 варіанти x_1 · 2 варіанти x_2 · 2 варіанти x_3);

Численні експерименти із проектуванням та навчанням нейро-нечітких мереж різної складності для прогнозування значень кожного із індикаторів у наступному періоді дозволили визначити найкращим варіант із лінійними функціями належності термів виходів та дзвоноподібними для входів. Остаточне, дефазифіковане значення сподіваної величини індикаторів економічної безпеки на наступний рік алгоритми визначають як середньозважене термів виходів, причому вагами слугують добутки функцій належності передумов відповідних правил. Хоча в алгоритмах нечіткого логічного висновку використовуються лінійні залежності, подібні до авторегресійних, розмаїття так званих регресійних коефіцієнтів та зважування проміжних результатів забезпечує значно вищу достовірність апроксимації, аніж «традиційний» метод найменших квадратів (рис. 2 а, б).

Так, обидва графіки демонструють порівняно менші помилки теоретичних значень для пікових рівнів індикаторів і у разі піднесення, і у випадку зменшення. Також у нейро-нечіткої мережі майже відсутня помилка, пов'язана із зсувом у часі повторюваних ознак волатильності. Звичайно інтерпретація лінійних залежностей для термів вихідної змінної значно ускладнюється і кількістю правил і широкою варіацією коефіцієнтів моделей, для алгоритму передбачення циклічності змін індикатору економічної адаптивності варта уваги залежність між 6 річним лагом, x_1 (табл. 2), і виходом мережі (тобто у).

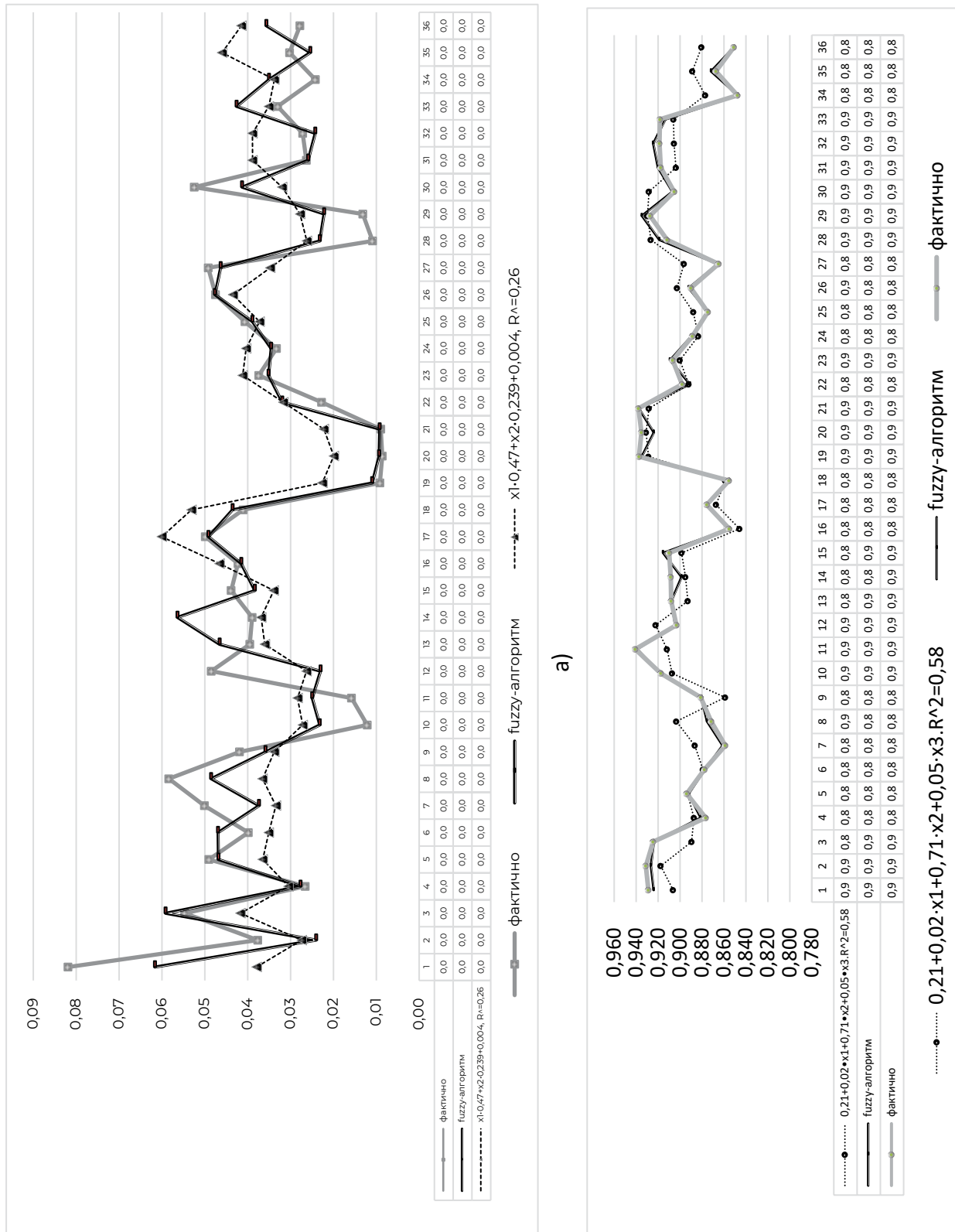


Рис. 2. Результати моделювання циклічності значень індикаторів економічної безпеки*: а) в частині економічної адаптації; б) в частині економічного управління.

Джерело: розраховано авторами

*Примітка: номери спостережень послідовно відповідають значенням індикаторів в цілому по будівництву, для будівництва житлових і нежитлових будівель, для будівництва будівель. Відповідні «трійки» значень наводяться послідовно для 6 аналізованих регіонів (Дніпропетровська, Київська, Львівська, Одеська області, м. Київ) Номери спостережень з 1 по 18 відтворюють результати 2023, решта – 2024 р.

Таблиця 2. База правил системи нечіткого логічного висновку для прогнозування індикатору економічної адаптації

Ч/ ч	Якщо вхідні змінні*, значення індикатору:					то вихідна Y (значення індикатору у наступному році)
	на 6 років раніше, x1			на 7 років раніше, x2		
	Високий	Середній	Низький	Високий	Низький	
	$\mu_1^A = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_1 - 0.090}{0.029}\right)^2}$	$\mu_1^B = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_1 - 0.028}{0.029}\right)^2}$	$\mu_1^C = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_1 - 0.011}{0.015}\right)^2}$	$\mu_2^A = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_2 - 0.068}{0.013}\right)^2}$	$\mu_2^B = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_2 - 0.030}{0.010}\right)^2}$	
1	—	X	—	—	X	0.853 · x1+ 7.569 · x2 –0.097
2	X	—	—	—	X	–0.407 · x1+ 4.917 · x2 ––0.2
3	—	—	X	—	X	2.897 · x1+ 5.011 · x2 –0.365
4	—	X	—	X	—	0.883 · x1+ –1.09 · x2 –0.218
5	X	—	—	X	—	–0.240 · x1–5.964 · x2 +0,413
6	—	—	X	X	—	3.855 · x1 –2.365 · x2 –0.136

Джерело: авторська розробка

*Примітка. В усіх логічних правилах терми передумов з'єднані логічною зв'язкою «ТА», яка реалізується у вигляді добутку передумов, тобто значень функцій належності кожного з термів, присутніх у правилі.

А саме, для правил, у передумові яких наявний терм «середній», коефіцієнт біля x_1 набуває значень 0,85 і 0,88, у той час, як інші константи виходів мають доволі широкий розмах варіації, набуваючи як додатних, так і від'ємних значень (табл. 2). Виявлена залежність дає змогу зробити висновок, що питома вага інших операційних доходів у сумарному за відсутності впливу інших факторів економічного середовища зменшується на 15%, у порівнянні із значенням, досягнутим нею на 6 років раніше дати прогнозу. Прозорість алгоритмів нечіткого логічного висновку, одержаних в результаті дослідження, дає змогу здійснити їх програмну реалізацію із використанням загальнодоступних офісних застосунків на основі табличних процесорів. Отже, засоби штучного інтелекту можна використовувати із більшою ефективністю, усвідомлюючи складові кожного з етапів обґрунтування вихідної відповіді, оскільки при цьому виявляються приховані взаємозв'язки економічних процесів і явищ.

Висновки. Управління економічною безпекою будівельних підприємств передбачає періодичне здійснення низки регуляторних стабілізаційних заходів у відповідності до циклічних

коливань макрооточення бізнесу. Циклічні економічні коливання здійснюють хвилеподібний вплив на економічну стійкість будівельних підприємств із періодом у 6 років. Одночасно дестабілізаційні загрози можуть додатково посилюватись 2-річними приватними господарськими бізнес-циклами. Для регіонів, яким меншою мірою притаманні жорсткий, авторитарний тип управління економічними процесами, тривалість циклів може подовжуватись, але якою мірою дестабілізуючий вплив відкладається у часі залишається предметом подальших досліджень. Застосування нейромережевих технологій дало змогу сформулювати «емпіричне» правило циклічності змін економічної безпеки суб'єктів будівництва: якщо рівень диверсифікації доходів будівельного підприємства можна визначити як середній, то через 6 років варто очікувати 15%-ве зниження частки інших операційних доходів у сумарному за відсутності впливу несприятливих чинників зовнішнього середовища. Втім, верифікація даного висновку в розрізі видів будівництва, розташування і розміру підприємств також визначають перспективи досліджень підтримки економічної безпеки в умовах циклічних коливань макрорівня.

Література

- Гудзь Т. П. Методологія дослідження циклічності розвитку соціально-економічної системи проактивним антикризовим управлінням у безпековому вимірі. *Формування сталих соціально-економічних систем: міжнародні, національні та локальні аспекти розвитку* : колективна монографія / за заг. ред. В. Ю. Медвідь, Д. В. Дячкова, О. А. Галича, О. В. Калініченко, В. С. Лесюка. Полтава : ПП «Астрія», 2026. С. 153–176. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/16343>
- Іванісов О. В., Ачкасова О. В. Закономірності розвитку соціально-економічних систем. *Ефективна економіка*. 2026. № 1. DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2026.1.51>

3. Локтіонова Я. Методи й інструменти антициклічного управління в будівництві – соціальний аспект. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. № 3(55). С. 315–326. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(3\).315-326](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(3).315-326)
4. Любчак В., Кубатко О., Барченко Н., Калініченко Л. & Мартинова Н. (2025). Моделювання бізнес-циклів у сфері відновлювальної енергетики України: підходи фільтрації та прогнозування. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Економічні науки»*. 2025. № 3 (117). С. 47–55. DOI: <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2025-3-6>
5. Михайлов В., Кулинич Р., Неділько В. Соціально-економічні цикли: теоретична візія та статистичні оцінки. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2025. № 340(2). С. 230–240. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-340-37>
6. Мотурнак Є. Економічна безпека через призму нелінійної динаміки: аттрактори, персистентність, ранні сигнали. *Сталий розвиток економіки*. 2025. № 4 (55). С. 572–579. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-77>
7. Титок В., Локтіонова Я. Соціальний захист підприємства: теоретико-методологічні аспекти антициклічного управління та економічної безпеки. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. № 3(56) С. 68–79. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(3\).68-79](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(3).68-79)
8. Федун І.Л. Економічна безпека та стійкість суб'єктів господарювання в умовах циклічності. *Нові технології в будівництві*. 2025. № 46. С. 112–119. DOI: <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2025.46.13>
9. Хоманець В. Глобальна дифузія кризових процесів та синхронізація національних економічних циклів в умовах фінансового глобалізму. *Економіка та суспільство*. 2025. № 79. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-33>
10. Шокотко О. Прогнозування економічного циклу як інструмент розробки антициклічної політики та забезпечення економічної безпеки будівельних підприємств. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2025. № 3(56). С. 122–128. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(3\).122-128](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(3).122-128)
11. П(С)БО 3 Положення (стандарт) бухгалтерського обліку 3 Звіт про фінансові результати – Законодавство України 2019 рік, Пункт 21 із змінами, внесеними згідно з Наказами Мінфіну.
12. Фінансові результати підприємств (річна) | Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/finansovi-rezultaty-pidpriyemstv-richna>

References

1. Hudz T. P. (2026). *Metodolohiia doslidzhennia tsyklichnosti rozvytku sotsialno-ekonomichnoi systemy proaktyvnym antykrizovym upravlinnyam u bezpekovomu vymiri* [Methodology of research on the cyclicity of the socio-economic system development by proactive anti-crisis management in the security dimension]. In V. Yu. Medvid, D. V. Diachkov, O. A. Halych, O. V. Kalinichenko, & V. S. Lesiuk (Eds.), *Formuvannia stalykh sotsialno-ekonomichnykh system: mizhnarodni, natsionalni ta lokalni aspekty rozvytku: kolektyvna monohrafiia* (pp. 153–176). PP "Astraia". <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/16343>
2. Ivanisov O. V. & Achkasova O. V. (2026). *Zakonomirnosti rozvytku sotsialno-ekonomichnykh system* [Regularities of development of socio-economic systems]. *Efektynna Ekonomika*, (1). <https://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/38703>
3. Loktionova Ya. (2025). *Metody i instrumenty antytsyklichnoho upravlinnia v budivnytstvi – sotsialnyi aspekt* [Methods and tools of anti-cyclical management in construction – social aspect]. *Ways to Increase Construction Efficiency*, 3(55), 315–326. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55\(3\).315-326](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.55(3).315-326)
4. Liubchak V., Kubatko O., Barchenko N., Kalinichenko L. & Martynova N. (2025). *Modeliuvannia biznes-tsyklyv u sferi vidnovliualnoi enerhetyky Ukrainy: pidkhody filtratsii ta prohnozuvannia* [Business cycle modeling in the field of renewable energy of Ukraine: Filtering and forecasting approaches]. *Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. Series: Economic Sciences*, 3 (117), 47–55. <https://doi.org/10.37734/2409-6873-2025-3-6>
5. Mykhailov V., Kulynych R. & Nedilko V. (2025). *Sotsialno-ekonomichni tsykly: teoretychna vizia ta statystychni otsinky* [Socio-economic cycles: Theoretical vision and statistical estimates]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 340(2), 230–240. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-340-37>
6. Moturnak Ye. (2025). *Ekonomichna bezpeka cherez pryzmu nelineinoi dynamiky: atraktory, persystentnist, ranni syhnały* [Economic security through the prism of non-linear dynamics: Attractors, persistence, early signals]. *Sustainable Development of Economy*, (4 (55)), 572–579. <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-55-77>
7. Tytok V. & Loktionova Ya. (2025). *Sotsialnyi zakhyst pidpriyemstva: teoretyko-metodolohichni aspekty antytsyklichnoho upravlinnia ta ekonomichnoi bezpeky* [Social protection of the enterprise: Theoretical and methodological aspects of anti-cyclical management and economic security]. *Ways to Increase Construction Efficiency*, 3(56), 68–79. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(3\).68-79](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(3).68-79)
8. Fedun I. L. (2025). *Ekonomichna bezpeka ta stiikist subiektiv hospodariuvannia v umovakh tsyklichnosti* [Economic security and sustainability of economic entities in conditions of cyclicity]. *New Technologies in Construction*, 46, 112–119. <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2025.46.13>
9. Khomanets V. (2025). *Hlobalna dyfuziia kryzovykh protsesiv ta synkhronizatsiia natsionalnykh ekonomichnykh tsyklyv v umovakh finansovoho hlobalizmu* [Global diffusion of crisis processes and synchronization of national economic cycles under financial globalism]. *Economy and Society*, 79. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-33>
10. Shokotko O. (2025). *Prohnozuvannia ekonomichnoho tsyklu yak instrument rozrobky antytsyklichnoi polityky ta zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky budivnykh pidpriyemstv* [Forecasting the economic cycle as a tool for developing anti-cyclical policy and ensuring the economic security of construction enterprises]. *Ways to Increase Construction Efficiency*, 3(56), 122–128. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56\(3\).122-128](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2025.56(3).122-128)
11. Ministry of Finance of Ukraine. (2019). *Polozhennia (standart) bukhgalterskoho obliku 3 "Zvit pro finansovi rezultaty"* [Regulation (Standard) of Accounting 3 "Statement of Financial Performance"]. Legislation of Ukraine, Paragraph 21 (with amendments).
12. State Statistics Service of Ukraine. (2026). *Finansovi rezultaty pidpriyemstv (richna)* [Financial results of enterprises (annual)]. <https://stat.gov.ua/uk/datasets/finansovi-rezultaty-pidpriyemstv-richna>

ECONOMIC SECURITY OF CONSTRUCTION ENTERPRISES AS AN INDICATOR OF THE PHASES OF THE BUSINESS CYCLE

Abstract. *The study focuses on examining the cyclical patterns of destabilizing effects of threats to the economic security of construction companies. It justifies the priority of using relative coefficients of financial results structure to ensure comparability of time series levels of economic security indicators. It provides an economic interpretation of indicators of economic adaptation and economic management in the context of countercyclical monitoring of the economic security of construction companies. The cyclical patterns of economic security indicators in the construction business are identified. The retrospective research period and the spatial location of the time series observation samples of the indicators have been reasonably justified. The recurring intensity of destabilizing factors on economic security and the unsuitability of 'traditional' trend models for predicting cyclical fluctuations in the economic stability of construction participants have been established. A specific example demonstrated the low effectiveness of well-known methods for decomposing the trend and cyclical components of time series levels. The feasibility of using neural network modeling of parameters in autoregressive predictive models to reduce the volatility of construction financial results has been established. A detailed analysis of the autocorrelation patterns in the cyclical dynamics of construction economic security indicators was carried out, which made it possible to identify a 6-year cycle in income structure changes and 2- and 6-year cycles in expenditure structure changes. The set of inputs for the neuro-fuzzy inference algorithms, types, and parameters of membership functions for input and output variables were refined: bell-shaped functions for input terms and two- and three-factor linear autoregressions for outputs. At the same time, the algorithm for the economic management indicator included a larger knowledge base for the fuzzy algorithm due to an additional input indicating short-term 2-year economic cycles. The higher approximation accuracy of hybrid neuro-fuzzy inference algorithms compared to multifactor linear regression models was demonstrated.*

Key words: *economic security, cyclicity of the economy, economic adaptation indicator, economic management indicator, digitalization, competitiveness, sustainable development, anti-cyclical management, anti-crisis management, autocorrelation coefficient, lag, trend equation, fuzzy algorithm, membership function, construction company.*

A. F. Goyko

Candidate of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Construction Economics,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

L. V. Sorokina

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of Construction Economics,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

V. M. Lych

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Department of Construction Economics,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv



Дата першого надходження статті до видання: 22.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.07.2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу (CC BY 4.0)