



УДК 339.137:658

SIMULATION OF THE RANGE OF ECONOMIC SECURITY OF CONTRACTING CONSTRUCTION ENTERPRISES МОДЕЛЮВАННЯ ДІАПАЗОНУ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДРЯДНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Goyko A.F. / Гойко А.Ф.

Ph.D. economy Sciences, professor / канд. екон. наук, професор

ORCID: 0000-0002-9591-0829

Sorokina L.V. / Сорокіна Л.В.

Dr. economy Sciences, professor / докт. екон. наук, професор

ORCID: 0000-0002-9981-4615

*Kyiv National University of Construction and Architecture**Київський національний університет будівництва і архітектури*

Анотація. У статті обґрунтовано порогові значення доходів від операційної діяльності будівельних підприємств, які дадуть можливість уникнути збитків навіть за умов різкого погіршення зовнішнього економічного середовища бізнесу. З цією метою рекомендовано застосовувати інтервальні нечіткі числа спосіб обґрунтування їх параметрів у вигляді 8-етапного алгоритму. Доведено доцільність поєднання прийомів коефіцієнтного, статистичного й регресійного аналізу із методами теорії «м'яких обчислень» та нечіткою арифметикою. Виконано аналіз тенденцій економічного розвитку будівельної галузі за 2015—2022 роки, визначено резерви економічного зростання підприємств у середньостроковій перспективі, а також диспропорції в динаміці складових операційних витрат і операційного доходу.

Ключові слова: фінансова безпека, беззбитковий дохід, критичний обсяг реалізації, постійні витрати, маржа покриття, інтервальне нечітке число, функція належності, нечітка арифметика.

Тривалість відбудови національної економіки не останньою чергою визначається рівнем фінансової безпеки підприємств. Прибутковість та ділова активність безпосередніх виконавців інвестиційно-будівельних проєктів звичайно позначається й на якості виконаних робіт, довговічності та міцності конструктивних елементів будівель і споруд, їх експлуатаційній придатності. Проте систематичні виклики військової економіки України значно ускладнюють економічну діяльність усіх, без винятку, господарюючих суб'єктів. Негативного впливу зазнають як обсяги платоспроможного попиту, так і розрахункова дисципліна контрагентів, швидкість економічних транзакцій, забезпеченість усіма ресурсами належної якості, а також собівартість виробництва та інші витрати. Зазначені обставини вимагають удосконалення економічного управління, як під час планування й бюджетування господарських процесів, так і в ході контролю за виконанням схвалених планів, бюджетів, проєктів. Особливої уваги вимагає контроль фінансових результатів, передовсім спроможності забезпечити рівень рентабельності діяльності не нижче певного обґрунтованого порогу. При цьому виконання вказаних функцій фінансового менеджменту додатково ускладнюється низкою внутрішніх чинників. Передовсім варто відзначити різні погляди на гостроту загроз фінансовій безпеці серед різних осіб, відповідальних за фінансові рішення, а також індивідуальні невпевненості



кожного окремого фахівця. На нашу думку, дієвим способом подолання цієї проблеми є інструментарій нечітких множин **інтервального типу** (типу 2 [1])

Основний текст.

Планування та бюджетування господарської діяльності розпочинається із прогнозування доходів бізнес-ліній у коротко- і середньостроковій перспективі. При цьому варто таким чином спланувати обсяги реалізації, щоб забезпечити відшкодування всіх понесених витрат і отримання такого операційного прибутку, який унеможливить передчасний вихід підприємства із ринку. Методологічним проблемам обґрунтування точки беззбитковості і на її основі управління економічно стабільністю бізнесу присвячено низку праць українських науковців, зокрема варті уваги [2,3,4,5,6]

Для більшості підприємств, незалежно від розміру, виду економічної діяльності, розосередженості структурних підрозділів, властива широка номенклатура видів продукції: одночасно можна реалізовувати штучну продукцію та надавати послуги, що не можуть бути виміряні в певних фізичних одиницях виміру. Отже, застосування традиційного CVP аналізу наразі є недоцільним, натомість потрібно визначати критичні обсяги реалізації в грошових вимірниках, використовуючи замість усіченої собівартості продукції частку змінних витрат підприємства в розрахунку на кожен гривню виручки від реалізації. Тоді маржа покриття, що потрібна для обґрунтування беззбиткового доходу, може бути представлена у вигляді різниці між однією гривнею та зазначеною часткою. Обґрунтування останньої може бути виконане різними способами, зокрема за допомогою регресійного моделювання. Для цього необхідні дані щодо підсумку операційних доходів (TR) і витрат (TC) за кількаріччів чи кварталів ретроспективного періоду, обраховані за такою емпіричною функцією річних або кварталних операційних витрат:

$$TC = FC + v_c \cdot TR,$$

де TC – залежна змінна, що є сумою усіх операційних витрат, понесених будівельним підприємством упродовж певного періоду;

TR – незалежна змінна, яка визначається сумою чистої виручки від реалізації та інших операційних доходів;

FC, v_c – константи-параметри моделі, визначені за допомогою регресійного аналізу, зокрема методу найменших квадратів (МНК), при цьому:

FC – вільна константа моделі, яка показує ту суму операційних витрат, що залежить від інших чинників, аніж дохід від операційної діяльності;

v_c – нахил лінії регресії, або питомий приріст операційних витрат у розрахунку на кожен грошову одиницю операційного доходу. Іншими словами, v_c – це питомі змінні витрати, що дають змогу обґрунтувати маржу покриття та критичні точки діяльності підприємства в вартісному виразі.

Якщо для регресійного рівняння були використані дані щодо кварталів ретроспективного періоду, то буде одержано кварталну функцію операційних витрат:

$$TC_{кв} = FC_{кв} + v_c \cdot TR,$$

від якої нескладно перейти до річної функції. Для цього потрібно помножити на 4 тільки вільну константу, тобто суму постійних витрат за квартал ($FC_{кв}$):



$$TC = FC + vc \cdot TR = 4 \cdot FC_{KB} + vc \cdot TR.$$

Альтернативним способом визначення частки питомих витрат у доході є розрахунок співвідношення собівартості реалізованої продукції упродовж кожного періоду до суми чистого, або операційного, доходу, отриманого за цей же період. На нашу думку, за умов численних зовнішніх збурень бізнес-оточення підприємств, які призводять до значних помилок регресійних коефіцієнтів, перевагу варто віддавати останньому співвідношенню, тобто:

$$vc = \frac{\text{Собівартість реалізованої продукції}}{\text{Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції + інші операційні доходи}}$$

Розраховуючи суму питомих змінних витрат за різні роки, можна також встановити точкову та інтервальну оцінку частки усіченої собівартості в кожній гривні доходу підприємства. Оскільки vc є співвідношенням «одночасових» вартісних показників, корегування з огляду на інфляційні зміни цін при цьому не потрібні. Тоді постійними витратами підприємства, FC має бути сума адміністративних витрат, витрат на збут, інших операційних витрат та інших витрат, якщо потрібно обґрунтувати критичний дохід не тільки для операційної, але й для усієї економічної діяльності. На відміну від vc , FC обов'язково має корегуватись з огляду на індекс інфляції, оскільки вартісні показники за різні часові періоди виявляються незіставними. Втім, інколи саме згаданий вище «коефіцієнтний спосіб» є більш уживаним, порівняно із регресійним аналізом. Це насамперед можна пояснити гарантованою невід'ємністю результатів обґрунтування FC та значеннями vc , меншими за 1. Адже у практиці регресійного моделювання за даними фінансової звітності широко розповсюдженими є такі варіанти отримання моделі, за яких $FC < 0$, а $vc > 1$. При цьому цілком можливо обґрунтувати величину критичного операційного доходу, але вельми ускладнене надання економічної інтерпретації отриманих проміжних обчислень, як-от параметрів моделі операційних витрат. Подібна ситуація часто трапляється на підприємствах із високою волатильністю операційного прибутку, коли періоди збиткової роботи хаотично чергуються із періодами високої рентабельності. Втім, для будівництва як галузі національної економіки регресійний аналіз дав прийнятні результати, про що йтиметься далі.

Статистичні методи аналізу дають змогу отримати не тільки точкові, але й інтервальні оцінки параметрів моделі, надзвичайно важливих для управління фінансовою безпекою підприємств. Інтервальні оцінки складових витрат підприємства необхідні для побудови гнучких бюджетів, оскільки використання гнучкого бюджетування виявляється основною рекомендацією експертів із фінансового менеджменту з метою покращання управління та контролінгу економічних процесів підприємства в нестабільному оточенні. Такий підхід вимагає формування кількох варіантів фінансових планів, бюджетів, календарних графіків для різних сценаріїв економічної ситуації. Об'єднання отриманих варіантів управлінської документації передбачає обґрунтування допустимих меж зміни доходів, грошових потоків, витрат й фінансових результатів, а також найважливіших статей активів та капіталу



підприємства. При цьому можливо й доцільно використовувати прийоми статистичного аналізу даних, зокрема обґрунтовувати надійні інтервали оцінок бажаних значень економічних показників. Корисними при цьому будуть і засоби теорії нечітких множин.

Інтервальні нечіткі множини, подібно до «традиційних» нечітких множин, містять сукупність значень із деякої універсальної множини (універсуму, U) у із мірою прийняття. Остання є безрозмірним показником (μ), який набуває значень від 0 до 1. Наприклад, універсальною множиною змінної «обіговість запасів» можуть бути будь-які невід'ємні числа. Уточнюючи характеристику ділової активності до виразу «висока обіговість запасів», увагу буде сфокусовано тільки на певному відрізку невід'ємних чисел. У разі лише одного обігу запасів підприємства за рік вельми дискусійно характеризувати його економічну активність як високу. Це стосується навіть середніх будівельних підприємств, задіяних на спорудженні великих об'єктів із тривалим виробничим циклом і невеликою кількістю високовартісних будівельних контрактів у портфелі замовлень. Ділова активність таких підприємств не може визнаватись високою із повною 100%-ю упевненістю, тільки із деякою мірою можна стверджувати, що оборотність бізнесу висока. Зокрема, справедливим можна визнати висновок, що обіговість запасів у розмірі 1 оборот на рік є високою із мірою прийняття 0,3. У позначеннях, прийнятих у теорії нечітких множин, цей висновок буде представлено такою парою чисел $(0,3/1)$, де $\mu = 0,3$, а $u=1$. Зручно такий результат представити й точкою координатної площини, відкладаючи u по горизонтальній осі, а μ – по вертикалі. У зв'язку із цим широкого розповсюдження набули графіки нечітких чисел, які наочно ілюструють відмінності між різними нечіткими множинами та належність їх до різних типів. Подібний графік подано на рис. 1, а нижче в тексті надамо його економічну інтерпретацію.

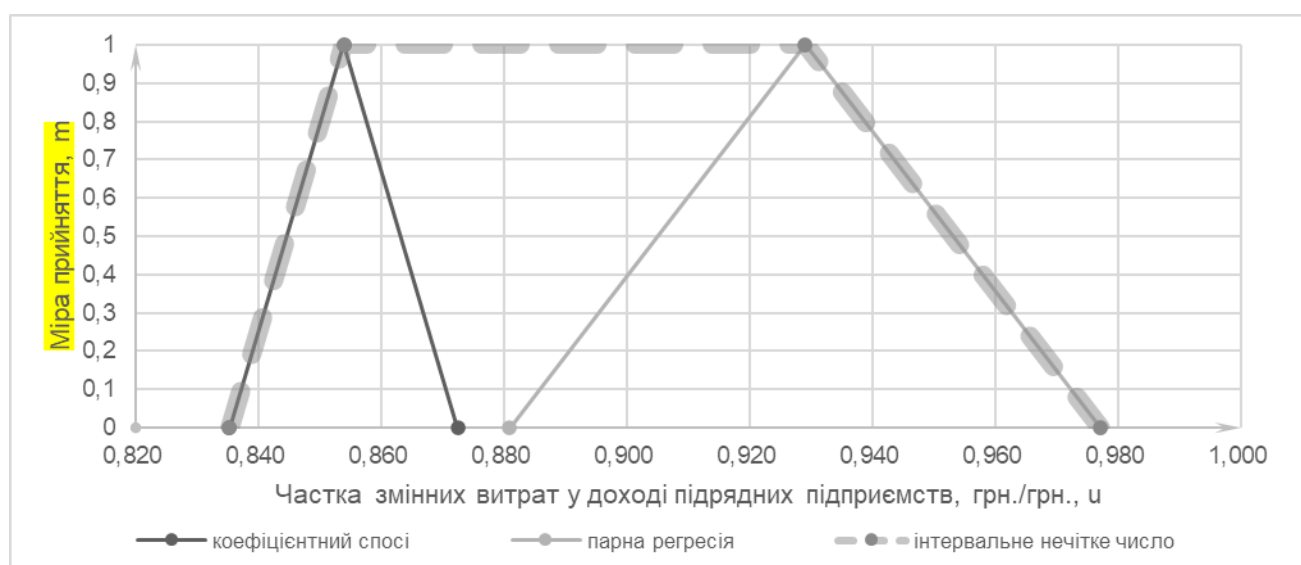


Рис. 1. Інтервальне нечітке число (нечітке число типу 2) на позначення питомої ваги змінних витрат у доходи підприємства
(розраховано авторами)



Для практичних розрахунків, розроблення комп'ютерних застосунків, ут.ч. і систем штучного інтелекту зручно користуватись не лише графічним, але й аналітичним поданням нечіткої множини або числа як часткового випадку останньої. Для цього застосовується функція належності – деяка формула, що встановлює залежність μ від u . Функції належності можуть бути кусково-лінійними (рис.1) та нелінійними, а тому для перших застосовується система формул залежно від діапазону u .

У формулах функцій належності обов'язково наявні параметри, які визначають ядро нечіткої множини – тобто діапазон значень із U , на яких $\mu=1$ ($u_{\text{ядро}_l}, u_{\text{ядро}_r}$), а також характеристики розтягнення. Для кусково-лінійних функцій належності, таких як трикутна чи трапецієвидна, розтягнення визначатиметься показниками носія нечіткої множини, тобто такими значеннями u , для яких $\mu=0$ чи $\mu=0,5$. Для багатьох нелінійних функцій (гаусова, сигмоїдна) розтягнення характеризує точку переходу, тобто значення u , щодо якого $\mu=0,5$. Для зручної у практичних застосунках дзвоноподібної функції розтягнення визначається як взята за модулем різниця між відповідними, лівими чи правими, межами ядра й точками переходу. Нечіткі множини й відповідно числа необов'язково можуть бути симетричними.

Інтервальне нечітке число є розширенням «традиційного», коли розглядаються функції належності з однаковим ядром, але різними точками переходу. Також гнучкість людської свідомості досить вдало передають і такі інтервальні функції належності, де можуть відрізнятись і межі ядра, і конфігурації розтягнень. Зазвичай для цього використовується один тип функціональної залежності, але із різними параметрами (рис.1). Оскільки показник питомої ваги змінних витрат у доході можна отримати різними способами, то використання інтервальних нечітких множин дозволить якнайкраще обґрунтувати діапазон операційних доходів, необхідних для збереження фінансової безпеки підприємства.

Функція належності типу 2, подана на рис. 1, була отримана нами на основі статистичного аналізу фінансових результатів будівельної галузі України в довгостроковому періоді – з 2014 по 2022 роки включно. Джерелом інформації слугували дані [7], які разом із деякими розрахунковими показниками систематизовано в табл.1.

Насамперед варто звернути увагу на систематичну збитковість галузі. Викликає глибоке занепокоєння та обставина, що будівельні підприємства спромоглися заробити чистий прибуток тільки у 2018, 2019 та 2021 рр. (табл. 1). При цьому максимальний фінансовий результат у майже 13,6 млрд грн встановлено у 2019 р, Натомість чистий прибуток 2021-го року виявився меншим за половину вказаного досягнення. Це свідчить про високу вразливість галузі до економічної стабільності макrorівня і незахищеність підприємств від будь-яких загроз їх економічній безпеці. Так, у 2021 році галузь почала відновлюватись після жорстких карантинних обмежень 2020-го року, але жахлива агресія сусідньої країни звела нанівець результати



економічної стабілізації всіх без винятку галузей України. Так, усі показники операційних витрат, які характеризують інтенсивність виробничих процесів, скоротились більш ніж на 40%. Щодо операційних доходів (табл.1) слід відзначити нерівномірність темпів падіння. Найбільший за модулем негативний приріст у 64,6% виявлено для інших доходів, не пов'язаних із операційною діяльністю. Падіння ж інших операційних доходів було вдвічі меншим – лише на 31%, а чиста виручка від основної діяльності у своєму скороченні навіть дещо поступилася собівартості реалізації продукції: відповідно спостерігається негативний приріст у 46,4% проти 47,6%. Вказані розбіжності відсоткових показників втрат через повномасштабне вторгнення в Україну північного агресора свідчить про збереження ролі інших операційних доходів захисної функції для фінансової безпеки, а отже, і про доцільність урахування цього джерела операційних доходів під час обґрунтування порогу економічної безпеки будівництва.

Як підтверджують розрахунки, щороку не всі показники фінансових результатів демонстрували позитивну динаміку. Довгострокові середньорічні темпи економічного зростання, визначені за допомогою середньої геометричної (табл.1.), виявили наступне упорядкування швидкості зміни складових фінансового результату галузі, що відображається в номері рангової позиції.

1. «Трійку» показників-лідерів сформували валовий прибуток, чиста виручка від реалізації та собівартість реалізованої продукції – як складові основної економічної діяльності підрядників. Втім, їх середньорічний темп зростання значно поступається показникові інфляційної динаміки за аналогічний період. Отже, будівельна галузь так і не змогла стати локомотивом ринку, зберігаючи залежність від змін тенденцій споживчого попиту. Значною мірою вказана обставина є об'єктивною, зумовленою економічними характеристиками об'єктів нерухомості як кінцевого продукту – довготривалим терміном виготовлення, упродовж якого просто неможливо миттєво змінити проектно-технологічні рішення у відповідь на швидкоплинні уподобання й побажання майбутніх власників земельних поліпшень.

2. Кінцевий фінансовий результат, тобто чистий прибуток, разом із іншими доходами та витратами характеризуються високими темпами скорочення. І якщо усталене скорочення рентабельності будівництва є вкрай негативним явищем, диверсифікацію діяльності на користь основної беззаперечно слід визнати позитивним фактом. Тобто маса вхідних і вихідних грошових потоків формується переважно внаслідок операційної діяльності, а не інших видів.

Оскільки операційні доходи зростають швидше, аніж операційні витрати, можна зробити висновок про наявність потенціалу економічного розвитку будівельної діяльності, а не про занепад галузі.

Результати трендового аналізу підтверджують попередній висновок про нерівномірність зростання окремих складових фінансових результатів. Однак упорядкування за швидкістю розвитку виявилось дещо іншим, що підтверджено змінами значень рангових позицій показників. Таким чином, за усередненим приростом показника, вираженого у млн грн на рік, трійку лідерів займають показники операційних доходів і витрат.


Табл. 1. Динаміка галузевих показників фінансових результатів та прибутковості. Складено авторами за даними[7]

Період	Показники доходів і витрат будівництва, млн грн											Питомі складові операційного доходу, грн/грн		
	Чистий дохід від реалізації продукції та чисті зароблені страхові премії	Інші операційні доходи	Інші доходи	Разом чисті доходи	Операційні витрати, ТС	Інші витрати	Витрати усього	собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг), ВС	Чистий прибуток (збиток)	Разом операційні доходи, TR	Умовно-постійні витрати, FC	Частка змінних витрат, v_c	Частка маржі покриття, w_m	
2015	141716.8	15021.3	20458.7	177197.2	169240.2	33030.8	203059.1	126832.3	-25861.9	156738.1	76226.8	0.809	0.191	
2016	169104.4	13863.0	16291.0	199258.7	183301.8	25299.6	209811.7	148819.6	-10553.0	182967.4	60992.1	0.813	0.187	
2017	222483.3	12453.7	16419.7	251356.8	230712.1	24180.4	256371.1	197652.3	-5014.3	234937.0	58718.8	0.841	0.159	
2018	301905.0	14672.4	21124.4	337704.5	306166.4	25101.5	333290.4	268841.8	4414.1	316577.4	64448.6	0.849	0.151	
2019	371769.3	23726.7	19591.8	415091.3	375936.7	23176.2	401500.7	331512.2	13590.6	395496.0	69988.5	0.838	0.162	
2020	414758.2	18162.6	13190.7	446111.7	424281.3	23878.0	450560.6	374813.7	-4448.9	432920.8	75746.9	0.866	0.134	
2021	473554.4	21707.8	16420.1	511682.7	480136.3	23175.3	505614.4	432207.9	6068.3	495262.2	73406.5	0.873	0.127	
2022	253885.9	14824.5	5813.8	274524.9	272259.5	19849.3	293741.2	226535.6	-19216.3	268710.4	67205.6	0.843	0.157	
Приріст показників у 2022 проти 2021	-46.39%	-31.71%	-64.59%	-46.35%	-43.30%	-	14.35%	-41.90%	-47.59%	-416.67%	-45.74%	-8.45%	-3,4%	23,3%
Середньорічний темп зростання	108.69%	99.81%	83.55%	106.45%	107.03%	92.98%	105.42%	108.64%	95.85%	108.01%	98.22%	101%	97%	
Ранг	2	8	12	6	5	11	7	3	10	4	9	—	—	
Нахил лінійного тренду	35168.1	762.2	-1346.3	34584.1	33997.4	-1258.6	32911.5	32250.2	1672.6	35930.4	661.3	0,007	—0,007	
Ранг	2	9	12	3	4	11	5	6	8	7	1	—	—	



При цьому найвищий нахил трендової лінії виявив показник чистої виручки від реалізації – 35168,1 млн грн/рік, чим і зумовлено високий показник нахилу тренду для загальної суми операційних доходів – 34584,1 млн грн/рік. Звичайно, вищий заробіток бізнесу спричиняє невідмінне зростання витрат, при цьому щороку операційні витрати по всій галузі ростуть швидше за повний обсяг операційних доходів – на 35930,4 млн.грн., що негативно позначається на фінансовому результаті. Втім, чистий прибуток відповідно до рівняння трендової лінії також характеризується щорічним зростанням – 1672,6 млн грн, що варто визнати як позитивну тенденцію. Тільки 2 показники – інші доходи та інші витрати, мають від’ємні значення нахилу лінії тренду, відображаючи пріоритети підрядних підприємств у виборі бізнес-ліній своєї економічної діяльності. В упорядкуванні показників фінансових результатів за значенням нахилу лінії тренду до трійки аутсайдерів потрапив показник розрахункових постійних витрат, що був визначений як різниця між загальною сумою операційних витрат і собівартістю реалізованої продукції. Втім, постійні витрати характеризуються додатнім нахилом тренду, щороку зростаючи на 661,3 млн грн по всій сукупності підприємств будівництва. Одночасне зростання і доходу, і змінних, і постійних витрат доводить доцільність застосування прийомів CVP аналізу для управління фінансовим результатом та економічною безпекою будівельних підприємств.

Ми вважаємо, що обґрунтування показника питомих змінних витрат у кожній гривні доходу будівельних підприємств варто визначити як певний **галузевий індикатор**, тобто нижня припустима межа для кожного конкретного господарюючого суб’єкту чи проєкту. За «коефіцієнтним способом» розрахунок цього індикатора та характеристики його динаміки подано в останніх двох стовпцях табл. 1. Упродовж усього досліджуваного періоду частка змінних витрат в операційних доходах підрядників була вищою за 80 коп./грн, відповідно маржа покриття не перевищувала 20 коп. Причому найкращим за цим напрямом аналізу варто визнати 2015 рік із маржею покриття у 19 коп./грн. Тобто п’ятиразове ($=1\text{грн}/0,20\text{грн}$) перевищення операційним доходом частини витрат, визнаних як умовно-постійні, виявляється недостатнім для підтримки фінансової безпеки бізнесу. Відносно успішний за чистим фінансовим результатом 2021 рік виявився найменш сприятливим у забезпеченні фінансової безпеки будівництва, оскільки кожна гривня доходів на 87,3 коп. мала відшкодувати змінні витрати, а вихід на беззбиткову роботу та подальше формування запасу фінансової стійкості було можливим тільки за рахунок 12,7 коп. Довгострокова позитивна динаміка питомих змінних витрат – це приблизно 1% щорічний приріст, або ж кожного наступного року додаткові 0,7 коп. приросту змінних витрат послаблюють можливість фінансової життєздатності підрядників. Адже при цьому наявні негативні темпи приросту маржі покриття: або 3% щорічне скорочення згідно з усередненням ланцюгових темпів зростання, або 0,7 коп. щорічного зниження. Указана обставина становить вагому загрозу фінансовій стабільності галузі й вимагає поліпшення фінансового управління не лише на рівні окремих підприємств, але й застосування стимулюючих заходів для будівельного



бізнесу із боку державного управління.

За даними ретроспективного аналізу розмір маржі покриття підприємств будівельної галузі можна визначити наступною інтервальною оцінкою із 95% надійним інтервалом: $14,6 \pm 1,9$ коп./грн. Звичайно, малоімовірно, що маржа покриття буде більшою за 16,5, або меншою за 12,8 коп./грн., що дає підстави визначити межі надійного інтервалу як точки переходу, подавши отриманий результат у вигляді трикутного нечіткого числа, подібного до частки змінних витрат на рис.1. Мода цього числа – точкова оцінка середнього значення, їй відповідає міра прийняття $\mu=1$. Як зазначалось раніше, точки переходу мають ординату $\mu=0,5$. Отримане нечітке число є симетричним, але із позицій розумної обережності до уваги слід взяти тільки ліву межу, яка відповідає меншим за середній рівень значенням показника маржинального доходу. Такий підхід більшою мірою відповідає несприятливим реаліям сьогодення.

Для обґрунтування маржинального доходу засобами регресійного аналізу нами було отримано таке рівняння:

$$TC=16869,2+0,929 \cdot TR,$$

з якого встановлено, що річні умовно-постійні витрати всіх підприємств будівельної галузі за період з 2015 по 2022 рр. становлять майже 17 млрд грн. При цьому на кожну гривню операційного доходу припадає майже 93 коп. собівартості реалізованої продукції, робіт, послуг. Тобто частка змінних витрати будівельників – біля 93% доходу, отриманого із усіх напрямів операційної діяльності, необов'язково основної зі спорудження конструктивних елементів будівель. Лише 7 коп. виручки формуватиме рентабельність, операційний прибуток й запас фінансової стійкості після покриття всіх умовно-постійних витрат. Отриманий результат є незадовільним, оскільки за досліджуваний період щорічний темп інфляції, а отже, і прирости всіх витрат були вищими. Навіть усереднений темп приросту операційних витрат, поданий у табл. 1, відстає несуттєво: $1,0703-1 > 0,071$. Таким чином, по всій будівельній галузі можна стверджувати, що вона здатна забезпечити тільки беззбиткову роботу. Це доводить, що мінімально припустима маржа покриття підрядних підприємств близька до 7,1 коп./грн. Моделі витрат галузі властиві висока значимість та достовірність, оскільки $R^2=0,997$, $F=2228,34 > F^*(0,05;8-1-1) = 5,987$. Значущими виявились і параметри залежності сукупних операційних витрат: коефіцієнта нахилу ($t_{vc}=47.205 > t^*(0,05;8-1-1)=2,449$) та вільної константи на позначення суми умовно-постійних витрат ($t_{FC}=2.592 < 2.449$).

Втім, отримана точкова оцінка поступається своєю інформаційною цінністю за інтервальну, незважаючи на високу якість економетричної залежності. Для побудови інтервальної оцінки, на основі якої було утворено нечітке число на позначення маржі покриття, нами обчислено півширину надійного інтервалу в розмірі 0.049 грн/грн ($\Delta \approx 2,449 \cdot 0.0196$), яка становить розширення симетричного трикутного нечіткого числа (рис.1).

Оскільки результати обґрунтування частки змінних витрат у доході, отримані різними методами, не збіглись, для урахування усіх можливих



сумнівів та невизначеностей, переваг більш оптимістичного сценарію чи дотримання позиції крайнього песимізму вважаємо за доцільне відобразити питому усічену собівартість у вигляді інтервального нечіткого числа (рис.1). Конфігурація графіку подібна до трапеції із подвійними бічними сторонами. Унаслідок об'єднання двох нечітких множин 1-го типу із різними модами і розтягненнями інтервальна нечітка множина у кінцевому підсумку виявилась несиметричною. Верхня основа трапеції (рис.1) характеризує діапазон невизначеності щодо частки змінних витрат у доході, яка за галузевими даними перебуває в інтервалі, близькому до проміжку від 0.854 до 0.928 грн/грн, оскільки усім числам із цього проміжку відповідає однакова одинична міра прийняття. Згідно з інтервальним нечітким числом (рис. 1) виявляються малоймовірними як скорочення питомих змінних витрат нижче 0.835 грн/грн, так і їх зростання понад 0.977 грн/грн, оскільки цим значенням універсуму відповідає міра упевненості $\mu=0$. Така інформація про загальногалузеві дані становить чималий інтерес і для сторонніх інвесторів, і для деяких стейкхолдерів, які не мають доступу до даних операційного обліку підрядних підприємств. Середньогалузеві показники дохідності, витратомісткості, прибутковості зазвичай використовують і незалежні експерти для виконання аудиту, оцінки майна, економічної експертизи інвестиційних проєктів, визначення розміру втрат та інших професійних фінансових послуг. Зазначене доводить інформаційну цінність отриманих результатів дослідження.

Для обґрунтування критичного обсягу доходу потрібно знайти частку в ньому маржі покриття, шляхом віднімання від одиниці частки змінних витрат

$$w_m = 1 - v_c$$

1, якою позначено 1 грошову одиницю доходу, – це звичайне чітке число, яке може бути представлено точкою на графіку із ординатою рівною одиничній мірі прийняття. Відсутність будь-яких сумнівів щодо варіації чіткого числа відображають за допомогою рівних нулевих розтягнень. Тому теорія «гнучких» обчислень дає змогу виконувати арифметичні дії як із чіткими, так і з нечіткими числами. При цьому використовують таку форму запису:

$$\tilde{X} = (m, \sigma_l, \sigma_r)$$

де m – мода нечіткого числа,

σ_l, σ_r – відповідно ліве і праве розтягнення.

Таким чином, чітке число на позначення 1 грн доходу набуде вигляду (1,0,0).

Для обчислення різниці двох нечітких чисел у нечіткій арифметиці використовують таку формулу:

$$\tilde{X}_3 = \tilde{X}_1 - \tilde{X}_2 = (m_1, \sigma_{l1}, \sigma_{r1}) - (m_2, \sigma_{l2}, \sigma_{r2}) = (m_1 - m_2, \sigma_{l1} + \sigma_{r2}, \sigma_{r1} + \sigma_{l2})$$

Тобто для модальних значень визначають різницю, а для розтягнень – суму, причому від'ємник «віддзеркалюється» по горизонталі, оскільки і числові, і буквенні індекси розтягнень різні. Оскільки розрахунки виконуються



для інтервального нечіткого числа, потрібно шукати різницю для витратомісткості по обох крайніх точках інтервалу:

$$\widetilde{w_{m_max}} = 1 - \widetilde{vc_{min}} = (1; 0; 0) - (0,854; 0,019; 0,019) = (0,146; 0,019; 0,019)$$

$$\widetilde{w_{m_min}} = 1 - \widetilde{vc_{max}} = (1; 0; 0) - (0,929; 0,048; 0,048) = (0,071; 0,048; 0,048)$$

Отже, діапазон зміни частки маржі покриття в доході будівельних підприємств знаходиться в відрізку від 7,1 до 14,6 коп./грн.

Якщо уважно розглянути формулу беззбитковості в вартісному вигляді, можна виділити 2 чинники формування критичного для економічної безпеки доходу, який тільки відшкодовує усі витрати, проте не приносить прибутку, тобто $TR=TC$, $EP=TR-TC=0$:

$$TC=TR=FC+vc \cdot TR \Rightarrow TR^* = \frac{FC}{1-vc} \Rightarrow TR^* = FC \cdot \frac{1}{w_m}$$

Перший співмножник – сума умовно-постійних витрат, а другий, у вигляді дробу, – величина, обернена частці маржі покриття в виручці. Його ще можна охарактеризувати як **мультиплікатор критичного доходу** та обґрунтувати його порогові значення за галузевими даними довгострокового періоду. Для цього потрібно обчислити величини, обернені до відповідних нечітких чисел. Результатом знову буде діапазон значень, у вигляді інтервального нечіткого числа, оскільки

$$\widetilde{X^{-1}} = \left(\frac{1}{m}, \frac{\sigma_r}{m \cdot (m + \sigma_r)}, \frac{\sigma_l}{m \cdot (m + \sigma_l)} \right), \text{ і відповідно:}$$

$$\widetilde{w_{m_max}^{-1}} = \left(\frac{1}{0,146}, \frac{0,019}{0,146 \cdot (0,146 + 0,019)}, \frac{0,019}{0,146 \cdot (0,146 + 0,019)} \right) = (6,8; 0,8; 0,8) \quad i$$

$$\begin{aligned} \widetilde{w_{m_min}^{-1}} &= \left(\frac{1}{0,071}, \frac{0,048}{0,071 \cdot (0,071 + 0,048)}, \frac{0,048}{0,071 \cdot (0,071 + 0,048)} \right) \\ &= (14,1; 5,7; 5,7) \end{aligned}$$

Тобто для песимістичного сценарію реалізації будівельного бізнес-проєкту підрядне підприємство має забезпечити понад 14-разове перевищення операційним доходом понесених умовно-постійних витрат. Розтягнення правої частини інтервального нечіткого числа досить високе, перевищує третю частину значення моди, тому для обґрунтування управлінських рішень слід використовувати певну фіксовану міру прийняття. У багатьох дослідженнях такий рівень невпевненості рекомендовано прийняти як $\mu = 0,85$. За допомогою лінійної інтерполяції критичний мультиплікатор фінансової безпеки підрядного підприємства слід визначити в розмірі **15 разів**:

$$14,1 + \frac{5,7}{1 - 0,85} \cdot (1 - 0,85) = 14,1 + 1,71 = 14,81 \approx 15 \text{ разів}$$



Коли планується деяка мінімально припустима рентабельність, а також передбачається можливе зростання постійних витрат понад суму, передбачену фінансовими планами, вважаємо за доцільне обґрунтувати певний корегувальний індекс постійних витрат також у вигляді нечіткого числа. Воно може бути як інтервальним, так і звичайним. Зокрема, варто забезпечити такий рівень доходу, щоб утворити певний запас міцності, не менший за 25% запланованих постійних витрат. Це дозволить упродовж 4-х років відновити результати непередбачених збитків і відповідає сучасному терміну служби більшості необоротних активів. При цьому розтягнення такого показника витрат має бути не меншим, аніж максимальне розтягнення для питомих показників змінних витрат. У цьому дослідженні півширина надійного інтервалу виявилась більшою для коефіцієнта нахилу частки змінних витрат у регресії та склала 0,048 коп/грн, припускаємо, що й постійні витрати варіюватимуть із такою динамікою. Тому індекс зміни фінансової міцності (I_{fs}) будівельного підприємства можна представити наступним симетричним нечітким числом:

$$\tilde{I}_{fs} = (1,25, 0,048, 0,048)$$

Тоді формула критичного доходу набуде наступного вигляду:

$$TR^{**} = FC \cdot I_{fs} \cdot \frac{1}{w_m}, \text{ або}$$

$$TR^{**} = FC \cdot \frac{I_{fs}}{w_m} = FC \cdot m_{fc}$$

За правилами ділення нечітких чисел мультиплікатор постійних витрат будівельної галузі (\tilde{m}_{fc}) визначимо інтервальним нечітким числом у такий спосіб:

$$\tilde{m}_{fc} = \frac{\tilde{I}_{fs}}{\tilde{w}_m} = \left(\frac{m_{I_{fs}}}{m_{w_m}}, \frac{m_{I_{fs}} \cdot \sigma_{r_{w_m}} + m_{w_m} \cdot \sigma_{l_{I_{fs}}}}{m_{w_m} \cdot (m_{w_m} + \sigma_{r_{w_m}})}, \frac{m_{I_{fs}} \cdot \sigma_{l_{w_m}} + m_{w_m} \cdot \sigma_{r_{I_{fs}}}}{m_{w_m} \cdot (m_{w_m} + \sigma_{l_{w_m}})} \right)$$

Зокрема, для лівого краю інтервалу:

$$\tilde{m}_{fc_{min}} = \frac{\tilde{I}_{fs}}{\tilde{w}_{m_{max}}} = \left(\frac{1,25}{0,146}, \frac{1,25 \cdot 0,019 + 0,146 \cdot 0,048}{0,146 \cdot (0,146 + 0,019)}, \frac{1,25 \cdot 0,019 + 0,146 \cdot 0,048}{0,146 \cdot (0,146 + 0,019)} \right) =$$

$$(8,6; 1,3; 1,3)$$

у той час, як для правого краю:

$$\tilde{m}_{fc_{max}} = \frac{\tilde{I}_{fs}}{\tilde{w}_{m_{min}}} =$$

$$= \left(\frac{1,25}{0,071}, \frac{1,25 \cdot 0,048 + 0,071 \cdot 0,048}{0,071 \cdot (0,071 + 0,048)}, \frac{1,25 \cdot 0,048 + 0,071 \cdot 0,048}{0,071 \cdot (0,071 + 0,048)} \right)$$

$$= (17,6; 7,5; 7,5)$$

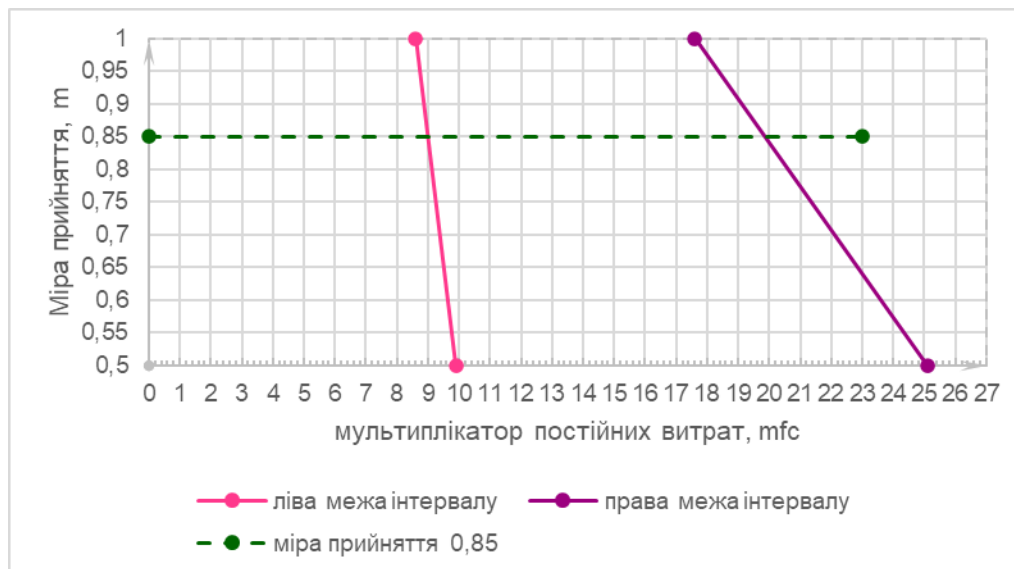
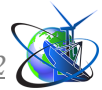


Рис. 2. Обґрунтування мультиплікатора постійних витрат підрядних підприємств за допомогою інтервального нечіткого числа
(розраховано авторами)

Для практичного застосування на засадах принципу розумної обережності останні результати варто розглядати не в повному обсязі, а лише зосередивши увагу на правому розтягненні. Крім того, доцільно остаточно приймати рішення чи робити висновки про якість виконання фінансових планів, програм бюджетів з огляду на субнормальне нечітке число із рівнем прийнятності $\mu=0,85$. Це забезпечить деякий додатковий «страховий» запас фінансової стабільності бізнесу. Отже, на рис. 2 подано праві розтягнення нечіткого інтервального числа на позначення мультиплікатора постійних витрат. Перетин похилих ліній із ординатою $\mu=0,85$ дає змогу визначити межі інтервалу значень коефіцієнта-мультиплікатора щодо перевищення доходом постійних витрат. Остаточне чітке значення цього показника зазвичай рекомендують визначати як середнє арифметичне абсцис кінця діапазону зміни виходу розрахунків. Для досліджуваних даних інтервал на рівні істинності $\mu=0,85$ охоплює кратність перевищення операційних доходів над постійними витратами від 9 ($\approx 8,6 + 1,3 \cdot \frac{1-0,85}{1-0,5}$) до 20 ($\approx 17,6 + 7,5 \cdot \frac{1-0,85}{1-0,5}$) разів

За результатами проведених досліджень надаємо таку рекомендацію всім без винятку менеджерам фінансово-інвестиційних проектів у будівництві:

Доходи підприємства від операційної діяльності повинні бути у 20 разів більшими від суми умовно-постійних витрат, що не залежать від обсягів продажів.

При цьому ця рекомендація не залежить від тривалості планового горизонту — місяць, квартал, рік чи більш тривалий період.

З метою уточнення кількісних значень показників структури операційного доходу чи вразі прийняття інших, аніж викладені, показників бажаної рентабельності будівельного бізнесу пропонуємо такий алгоритм.



1. Систематизувати відомості про операційні доходи й витрати підрядного підприємства за 5 і більше періодів. Тривалість періоду необов'язково може дорівнювати року, але має бути однаковою у всіх спостережень. Цілком можливо розглянути дані кількох підприємств, кращих на локальному чи інших ринках. Крім підсумку операційних витрат, необхідна інформація про собівартість реалізованої продукції.

2. Розрахувати для кожного спостереження співвідношення собівартість реалізації/операційний дохід, знайти його середнє значення та півширину надійного інтервалу на рівні значимості 0,05.

3. Визначити нахил лінії тренду, побудованого для залежності операційних витрат від доходів. З використанням статистичних методів (чи функцій EXCEL) надійний інтервал для цієї змінної.

4. Визначити діапазон зміни частки маржі покриття в доході. Для цього слід відняти від 1 точкові оцінки показників, одержаних на етапах 2 і 3, а показники півширини надійних інтервалів упорядкувати відповідно до отриманих різниць.

5. Обґрунтувати бажаний обсяг запасу фінансової міцності. Записати результат у вигляді нечіткого числа із розтягненнями, що відповідають більшому значенню розтягнень із етапу 4.

6. Виконати ділення нечітких чисел, при цьому для однієї з меж розтягнення дільника і діленого мають бути однаковими. Результати ділення відобразити в вигляді графіку. На ньому мають бути відображені дві ламані, подібні до трикутника.

7. На графіку інтервального нечіткого числа провести горизонтальну лінію із ординатою 0,85. Відмітити точки перетину цієї лінії **з правими похилими сторонами обох** трикутників.

8. Знайти абсциси обох точок перетину з етапу 6 і обчислити їх середню арифметичну. Це і буде коефіцієнт перевищення операційним доходом умовно-постійних витрат. Забезпечення такого чи більшого операційного доходу надасть змогу підприємству відшкодувати понесені витрати навіть за умов різкого погіршення економічної ситуації.

Висновки.

Аналіз економічного розвитку будівельної галузі виявив існування потенціалу виживання галузі, втім, стабільна прибутковість будівельних підприємств у довгостроковій перспективі лишається сумнівною. Висока частка змінних витрат у доході катастрофічно зменшує розміри маржі покриття, яка забезпечує можливість відшкодування усіх витрат бізнесу. За різними методами розрахунку маржинального доходу було отримано істотно відмінні результати, тому для усунення невизначеності рекомендовано застосовувати інтервальні нечіткі множини (2 типу). Їх застосування в формулах м'яких обчислень дає змогу отримати певний інтервал вихідних значень керованого показника, чим забезпечується краща обґрунтованість економічних показників. Отримані допустимі діапазони зміни витратомісткості, частки маржі покриття, а також кратності перевищення операційного доходу над умовно-постійними витратами дають змогу поліпшити процедури гнучкого бюджетування підрядних



підприємств. На загальногалузевому рівні обґрунтовано критичний поріг економічної безпеки та поріг, необхідний для створення запасу фінансової стабільності підприємств будівництва. Перспективами подальших досліджень є використання інтервальних нечітких чисел для інших задач фінансового управління бізнес-процесами будівельних підприємств.

Список літературних джерел

1. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Дискретна математика» / Уклад. Н. Р. Кондратенко, О. О. Снігур. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 60 с.

2. Вініченко І. І., Булкін С. С. Формування безбитковості та економічної стійкості підприємства. Економіка та держава. 2019. № 10. С. 31–35. DOI: 10.32702/2306-6806.2019.10.31

3. ЖИХАРЄВА, В. В.; ПОЗНАНСЬКА, І. В.; БАРИШНІКОВА, В. В. Методика аналізу безбитковості освітніх послуг у маркетинговій діяльності університету. 2020. :[електронний ресурс] : режим доступу https://www.researchgate.net/profile/Vlada-Zhykharieva/publication/350038603_Methodology_for_Analyzing_Break-even_Educational_Services_in_the_Marketing_Activities_of_the_University/links/62557ef5ef013420666d2a4f/Methodology-for-Analyzing-Break-even-Educational-Services-in-the-Marketing-Activities-of-the-University.pdf

4. Мірошніченко, Олеся Володимирівна; Агафонова, Єлизавета Олексіївна. Управління рівнем безбитковості на виробничому підприємстві. Рекомендовано вченою радою Сумського державного університету (протокол № 5 від 22 грудня 2023 р.), 2023, 59. : [електронний ресурс] : режим доступу https://fintech.biem.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/zbirnyk_problemy-i-perspektyvy-rozvytku-2023.pdf#page=59

5. Пістунов, І. М. Визначення стаціонарної точки безбитковості для багатопродуктового виробництва. 2019. : [електронний ресурс] : режим доступу https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/161022/Pistunov_3.pdf?sequence=1

6. Шулла, Р. С. Аналіз рентабельності продукції та розрахунок точки безбитковості при багатомонокультурному виробництві на основі методу "директ-кост" / Р. С. Шулла // Науковий вісник Ужгородського університету / редкол.: В.П. Мікловда (гол. ред.), М.І. Пітюлич, М.М. Бойко та ін. – Ужгород : Вид-во "Ліра", 2003. – Вип. 14. – С. 148-153. – Бібліогр.: с. 153 (5 назв). – Рез. укр.

7. Формування чистого прибутку (збитку) підприємств за видами економічної діяльності. Економічна статистика / Економічна діяльність / Діяльність підприємств : [електронний ресурс] : режим доступу <https://www.ukrstat.gov.ua/>

Abstract: The article substantiates the threshold values of income from operating activities of construction enterprises, which will make it possible to avoid losses even in the face of a sharp deterioration in the external economic environment of business. To this end, it is recommended to use interval fuzzy numbers and a method of substantiating their parameters in the form of an 8-



stage algorithm. The expediency of combining the methods of coefficient, statistical and regression analysis with the methods of the theory of "soft computing" and fuzzy arithmetic is proved. An analysis of tendencies in the economic development of the construction industry for 2015–2022 is carried out, reserves for economic growth of contractors in the medium term, as well as the imbalances in the dynamics of components of operating expenses and operating income are determined.

Keywords: financial security, break-even income, critical sales volume, fixed costs, coverage margin, interval fuzzy number, membership function, fuzzy arithmetic.