

Кобушко І. М.

МОДЕЛЮВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМОГО РІВНЯ ІНОЗЕМНОГО КАПІТАЛУ НА ІНВЕСТИЦІЙНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДИХОТОМІЧНОГО ПІДХОДУ

Виокремлено відносні показники, які максимально повно характеризують тенденції руху іноземних інвестицій, та проведено їх моніторинг. Ідентифіковано граничний рівень іноземного капіталу, дотримання котрого не чинитиме негативного впливу на вітчизняну економіку та забезпечуватиме поступальний розвиток країни загалом.

Ключові слова: оптимальний рівень іноземного капіталу, інвестиційний ринок, дихотомічний підхід, іноземні інвестиції.

Інтенсифікація глобалізаційних процесів зумовила лібералізацію відносин на товарних і фінансових ринках, що активізувало транскордонний рух різних форм капіталу. Стимулом міжнародного переміщення інвестиційних ресурсів між країнами та галузями є пошук раціонального й ефективного їх розміщення для забезпечення максимальної результативності вкладених коштів.

Привабливий інвестиційний клімат сприяє розвитку інституційної інфраструктури держави та синхронізації вітчизняного законодавства відповідно до міжнародних стандартів і вимог, а отже, трансформації умов організації бізнесу на принципах відкритості, етичності та соціальної відповідальності, що підвищує конкурентоспроможність національної економіки.

Утім, залучення іноземних інвестицій може мати небажані наслідки, які обов'язково повинні бути враховані при розробленні державної інвестиційної політики. Передусім варто керуватися стратегічними цілями держави та прагненням до збалансованого розвитку різних галузей і регіонів, тому особливої уваги потребує не лише загальний вхідний інвестиційний потік, а й його диференціація за різними сферами економіки. Адже будь-які диспропорції чи тяжіння власників фінансових ресурсів до вузького переліку інвестиційно привабливих напрямів вкладення капіталу мають деструктивний характер для держави, що проявляється у зростанні ризику монополізації стратегічно важливих і соціально значущих галузей, посиленні неоднорідності розвитку регіонів та поглибленні дестабілізаційних процесів на товарних і фінансових ринках. Окрім того, превалювання іноземних інвестицій у тому чи іншому секторі економіки призводить до збільшення його залежності від змін зовнішньоекономічної кон'юнктури, що може активізувати кризові процеси. Саме тому при створенні сприятливого інвестиційного клімату вповноважені органи державної влади повинні брати до уваги не лише потребу у фінансових ресурсах і необхідність її задоволення, а й імовірність негативного впливу іноземних інвестиційних потоків на вітчизняну

економіку, причому ризики цієї групи мають бути чітко ідентифіковані та максимально точно кваліфіковані.

Отже, є нагальна потреба в дослідженні моделювання гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку. За умов розвинутих ринкових відносин такий рівень є одним із основних показників ефективності діяльності суб'єктів цього ринку, ціноутворення та обсягу попиту й пропозиції.

Вітчизняний науковий доробок у сфері дослідження впливу іноземного капіталу на економіку України (зокрема у контексті прямого іноземного інвестування) сформовано такими вченими, як О. Верченко, В. Видобора, С. Захарін, О. Кугаткіна, О. Сухий¹.

Пропонуємо дослідити якісний склад і динамічні зміни вказаного показника шляхом визначення оптимальної структури та співвідношення обсягів інвестицій, здійснених резидентами й нерезидентами, і врахувати вплив іноземних інвестицій на темп приросту ВВП. Для встановлення рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку скористаємося формулою:

$$RV = \frac{\sum_{i=m+1}^n Inr_i}{\sum_{i=1}^m Ir_i + \sum_{i=m+1}^n Inr_i} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де RV – рівень іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку; $\sum_{i=1}^m Ir_i$ – загальний обсяг інвестицій, здійснених резидентами, за m напрямками розміщення ресурсів; $\sum_{i=m+1}^n Inr_i$ – загальний обсяг інвестицій, проведених нерезидентами, за $(n - m)$ напрямками вкладення ресурсів.

Визначення гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку передбачає не просто з'ясування його теперішнього й прогнозного значень, а знаходження такого його значення, що забезпечуватиме ефективний розвиток економіки.

¹ Верченко О. В. Геоекономічний та регіональний вектори прямого іноземного інвестування в економіку України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.05.01 / О. В. Верченко ; Укр. акад. зовніш. торгівлі. – К., 2002. – 21 с.; Видобора В. В. Іноземні інвестиції як фактор економічного зростання : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.01.01 / В. В. Видобора ; Одес. держ. екон. ун-т. – О., 2004. – 20 с.; Захарін С. В. Державне регулювання іноземного інвестування : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.02.03 / С. В. Захарін ; НАН України, Ін-т економіки та прогнозування. – К., 2002. – 17 с.; Кугаткіна О. Ю. Пряме іноземне інвестування в стратегії економічного зростання України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.02 / О. Ю. Кугаткіна ; ДВНЗ “Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана”. – К., 2008. – 18 с.; Сухий О. О. Іноземне інвестування в умовах ринкової трансформації економіки України : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.01.01 / О. О. Сухий ; Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. – Л., 2004. – 20 с.

Для встановлення оптимального значення вказаного кількісного показника потрібно дослідити множину значень, що їх може набувати рівень іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку. Щоб визначити граничні межі інтервалу оптимальних величин, пропонується застосувати *дихотомічний підхід*², сутність якого (з математичної точки зору) полягає в тому, що діапазон теоретично можливих (визначених на основі статистичних даних) значень рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку поступово звужується, аж доки буде знайдене максимальне (або мінімальне) значення функції $RV(t)$ — кількісного опису динаміки співвідношення обсягів інвестицій, здійснених резидентами й нерезидентами.

Уведемо припущення, котрі дають змогу математично формалізувати моделювання гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку:

- як функцію мети цього дослідження оберемо нелінійну однофакторну залежність темпу приросту ВВП від частки інвестицій, здійснених нерезидентами, у загальному обсязі використання інвестиційних інструментів на інвестиційному ринку;
- як змінну управління оберемо частку інвестицій, проведених нерезидентами;
- як обмеження використаємо нерівність, що описує граничні межі зміни цього рівня.

Враховуючи зазначені припущення, алгоритм застосування дихотомічного пошуку оптимального рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку набуває такого вигляду (табл. 1).

Співвідношення (1) використовується також для визначення числа ітерацій, виконання яких достатньо для досягнення бажаної точності.

Приклад відображення результатів здійснення кроків дихотомічного пошуку мінімально можливого діапазону оптимальних величин рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку наведено в табл. 2.

Визначивши концептуальні аспекти застосування дихотомічного пошуку оптимального рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку, розглянемо практичні аспекти розрахунків на конкретному прикладі. Вхідною інформацією слугуватиме динаміка інвестицій в Україні, здійснених резидентами й нерезидентами, а також відповідна зміна ВВП за період 1996–2010 рр. (табл. 3).

Як бачимо з табл. 3, протягом аналізованого періоду обсяг прямих іноземних інвестицій, здійснених нерезидентами, мав стійку тенденцію до зростання, збільшившись на 39 156,1 млн грн. Разом із тим обсяг інвестицій, проведених вітчизняними суб'єктами господарювання (резидентами), змінювався нерівномірно. Так, після скорочення в 1997 р. він постійно зростав, сягнувши в 2008 р. 233 081 млн грн. Максимальні темпи приросту внутрішніх інвестицій спостерігались у 2004 р. (48,43 %) та в 2007 р. (50,48 %) —

² Ващук Ф. Г. Математичне програмування та елементи варіаційного числення / Ф. Г. Ващук, О. Г. Лавер, Н. Я. Шумило. — К. : Знання, 2008. — С. 74–76.

Таблиця 1

Етапи оптимізації рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку

Етап	Характеристика
Попередній	Обираємо константу $\varepsilon > 0$ і допустиму скінченну довжину інтервалу невизначеності $l > 0$. Початковим інтервалом невизначеності виступає $[a_1, b_1]$, $a_1 = M(\min(x_i))$, $b_1 = M(\max(x_i))$, що характеризує діапазон теоретично можливих (визначених на основі статистичних даних) значень рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку. Приймаємо $k = 1$ та переходимо до основного етапу
Основний	<p>Цей етап містить скінченне число однотипних ітерацій k.</p> <p><i>Крок 1.</i> Якщо $b_k - a_k \leq l$, спостерігається кінець алгоритму, тобто точка мінімуму належить проміжку $[a_k, b_k]$. Коли ця умова не виконується, розраховуються такі додаткові параметри:</p> $\lambda_k = \frac{a_k + b_k}{2} - \varepsilon, \quad \mu_k = \frac{a_k + b_k}{2} + \varepsilon, \quad (2)$ <p>де λ_k – параметр, який характеризує мінімальну величину діапазону невизначеності; a_k – нижня межа діапазону невизначеності; b_k – верхня межа діапазону невизначеності; μ_k – параметр, що характеризує максимальну величину діапазону невизначеності.</p> <p>На основі значень, обчислених за формулою (2), проводяться подальші розрахунки.</p> <p><i>Крок 2.</i> У разі виконання нерівності $f(\lambda_k) < f(\mu_k)$, приймаємо $a_{k+1} = a_k$ і $b_{k+1} = \mu_k$, тобто відбувається звуження діапазону значень рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку шляхом зміни верхньої межі. У протилежному випадку приймаємо $a_{k+1} = \lambda_k$ і $b_{k+1} = b_k$, що відповідає звуженню нижньої межі інтервалу $[a_k, b_k]$. Після проведених розрахунків змінюємо k на $(k + 1)$ та переходимо до кроку 1. На $(k + 1)$-му кроці інтервал невизначеності обчислюється за формулою:</p> $b_{k+1} - a_{k+1} = \frac{1}{2^k} (b_1 - a_1) + 2\varepsilon \left(1 - \frac{1}{2^k} \right) \quad (3)$

Складено автором.

Таблиця 2

Відображення результатів дихотомічного пошуку мінімально можливого значення діапазону оптимальних величин рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку

k	a_k	b_k	λ_k	μ_k	$f(\lambda_k)$	$f(\mu_k)$
1	a_1	b_1	λ_1	μ_1	$f(\lambda_1)$	$f(\mu_1)$
...

Складено автором.

Таблиця 3

Обсяги інвестицій, здійснених резидентами й нерезидентами, та зміна ВВП, млн грн

Рік	Прямі іноземні інвестиції в Україну	Інвестиції, здійснені вітчизняними суб'єктами господарювання	ВВП	Темп приросту ВВП, %
1996	896,9	12 557	81 519	—
1997	1 438,2	12 401	93 365	14,53
1998	2 063,6	13 958	102 593	9,88
1999	2 810,7	17 552	130 442	27,15
2000	3 281,8	23 629	170 070	30,38
2001	3 875,0	32 573	204 190	20,06
2002	4 555,3	37 178	225 810	10,59
2003	5 471,8	51 011	267 344	18,39
2004	6 794,4	75 714	345 113	29,09
2005	9 047,0	93 096	441 452	27,92
2006	16 890,0	125 254	544 153	23,26
2007	21 607,3	188 486	720 731	32,45
2008	29 542,7	233 081	949 864	31,79
2009	35 616,4	151 777	913 345	–3,84
2010	40 053,0	150 667	1 082 569	18,53

Джерело: офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

у найсприятливіші часи розвитку української економіки. У 2009–2010 рр. обсяг інвестицій, здійснених вітчизняними суб'єктами господарювання, знизився майже до рівня 2006 р. та в середньому становив 151 222 млн грн.

Аналіз співвідношення інвестицій, проведених нерезидентами, та темпів приросту ВВП дає підстави для висновку, що темпи зростання інвестицій у економіку України, здійснених резидентами, й тих, що проведені нерезидентами, абсолютно різні. Так, якщо протягом 1996–2008 рр. частка іноземних інвестицій у їх загальному обсязі коливалася від 7 до 14 %, то в 2009–2010 рр. вона становила близько 23–27 %. Це зумовлено тим, що в післякризовий період зарубіжні інвестори змогли швидко відновити власний інвестиційний потенціал. Натомість обсяг інвестицій, здійснених резидентами, значно зменшився.

Водночас діапазон коливання темпів приросту ВВП протягом 1996–2010 рр. був ще більшим, ніж рівня іноземного капіталу. Незважаючи на постійне зростання абсолютного значення ВВП (окрім 2009 р.), темпи його приросту становили від –3,8 % у 2009 р. до 32,5 % у 2008 р. Отже, можна стверджувати, що загальне зростання економіки України відбувається нерівномірно, її розвиток є нестабільним, а базис майбутнього становлення — несформованим.

Загальна економічна ситуація в Україні та збільшення частки іноземних інвестицій у їх загальному обсязі за останніх два роки зумовлює потребу в розробленні науково обґрунтованого підходу до визначення гранично до-

пустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку, оскільки його подальше зростання може призвести до посилення впливу іноземного капіталу на незалежність державних фінансів, фінансів суб'єктів господарювання та населення.

Переходячи безпосередньо до реалізації науково-методичного підходу до визначення гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку на основі застосування дихотомічного підходу, пропонуємо як функцію мети цього дослідження обрати нелінійну однофакторну залежність темпу приросту ВВП від частки інвестицій, здійснених нерезидентами, у загальному обсязі інвестицій. Розглянемо нелінійні залежності (табл. 4), які доцільно застосовувати для кількісної характеристики шуканого взаємозв'язку.

Таблиця 4

Розрахункове значення гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку та проміжні значення кількісної оцінки цього показника

Рік	$f(x)$	$RV(x)$	$RV^2(x)$	$RV^3(x)$	$\ln RV$
1999	14,53	13,80	190,53	2 629,89	2,62
2000	9,88	12,20	148,72	1 813,66	2,50
2001	27,15	10,63	113,03	1 201,69	2,36
2002	30,38	10,92	119,14	1 300,48	2,39
2003	20,06	9,69	93,85	909,16	2,27
2004	10,59	8,23	67,81	558,42	2,11
2005	18,39	8,86	78,45	694,85	2,18
2006	29,09	11,88	141,19	1 677,66	2,48
2007	27,92	10,28	105,77	1 087,84	2,33
2008	23,26	11,25	126,54	1 423,47	2,42
2009	32,45	19,01	361,24	6 865,74	2,94
2010	31,79	21,00	441,04	9 262,25	3,04

Складено автором.

З огляду на те, що незалежною змінною є рівень іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку, а залежною — темп приросту ВВП, обрана факторна ознака визначає результативну з найбільшим ступенем достовірності лише з лагом у два роки, що доводять дані кореляційного аналізу: парний коефіцієнт кореляції між вказаними змінними становить 0,5 і свідчить про наявність зв'язку середнього рівня. Тобто знайдене граничне значення рівня іноземного капіталу у вітчизняній економіці буде досягнуте за відповідного темпу приросту ВВП тільки через два роки. Отже, подальші розрахунки параметрів шуканого нелінійного рівняння регресії проведемо з огляду на часовий лаг у два роки.

Оброблення даних табл. 4 дає змогу отримати результати в розрізі проведення статистичного аналізу залежності темпу приросту ВВП від частки інвестицій, здійснених нерезидентами, у загальному обсязі інвестицій (табл. 5).

Таблиця 5

Результати статистичного аналізу залежності темпу приросту ВВП від частки інвестицій, здійснених нерезидентами, у загальному обсязі інвестицій в Україні

Показник	Коефіцієнт	Стандартна похибка	t-статистика	Нижні 95 %	Верхні 95 %
Y-перетин	-3 252,01	1 163,56	-2,79	-6 003,39	-500,63
$RV(x)$	-932,06	360,68	-2,58	-1 784,93	-79,20
$RV^2(x)$	32,63	13,22	2,47	1,35	63,90
$RV^3(x)$	-0,49	0,21	-2,34	-0,98	0,01
$\ln RV$	4 266,89	1 586,80	2,69	514,70	8 019,07

Складено автором.

На підставі табл. 5 отримаємо математичне співвідношення у вигляді нелінійної однофакторної залежності темпу приросту ВВП від частки інвестицій, здійснених нерезидентами, у загальному обсязі інвестицій:

$$\Delta GDP_t = -3252,01 - 932,06 \cdot RV_{t-2} + 32,63 \cdot RV_{t-2}^2 - 0,49 \cdot RV_{t-2}^3 + 4266,89 \cdot \ln(RV_{t-2}), \quad (4)$$

де ΔGDP_t – темп приросту ВВП у t-й період часу; RV – рівень іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку.

Проведені розрахунки дають змогу безпосередньо розглянути практичну реалізацію алгоритму застосування дихотомічного підходу для моделювання гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку. Для математичної формалізації моделювання цього показника введемо основні припущення: як функцію мети дослідження оберемо нелінійну однофакторну залежність (3); як змінну управління оберемо частку інвестицій, здійснених нерезидентами (1); як обмеження визначимо граничні межі зміни рівня іноземного капіталу на інвестиційному ринку в діапазоні від 0 до 50 %.

Отже, алгоритм застосування дихотомічного пошуку оптимального рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку набуває такого вигляду (табл. 6).

На основі даних табл. 7 (31 ітерація) можна зробити висновки щодо отриманого оптимального значення рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку:

- спостерігаються не точкова оцінка оптимального рівня результативного показника, а інтервальні межі, що дає змогу забезпечити гнучкість коригувальних дій;
- мінімально можливий оптимальний рівень іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку відповідає величині 11,78 %, або 14,7 % темпу приросту ВВП;
- максимально можливий оптимальний рівень іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку – 14,65 %, або 21,52 % темпу приросту ВВП.

Таблиця 6

**Практична реалізація алгоритму оптимізації рівня іноземного капіталу
на вітчизняному інвестиційному ринку**

Етап	Характеристика
Попередній	Обираємо константу $\varepsilon = \frac{\max RV - \min RV}{10} = 1,43 > 0$ та допустиму скінченну довжину інтервалу невизначеності $l = 10 > 0$. Початковим інтервалом невизначеності є $[0, 50]$, що характеризує діапазон теоретично можливих (обчислених на основі статистичних даних) значень рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку. Приймаємо $k = 1$ і переходимо до основного етапу
Основний	<p>Перша ітерація.</p> <p><i>Крок 1.</i> Оскільки умова $50 - 0 \leq l$ (яка свідчить про кінець алгоритму та належність точки мінімуму проміжку $[0, 50]$) не виконується, проведемо розрахунки додаткових параметрів:</p> $\lambda_1 = \frac{a_1 + b_1}{2} - \varepsilon = \frac{0 + 50}{2} - 1,43 = 23,57; \quad \mu_1 = \frac{a_1 + b_1}{2} + \varepsilon = \frac{0 + 50}{2} + 1,43 = 26,43.$ <p>На основі отриманих значень здійснюються подальші розрахунки, наведені в табл. 4.</p> <p><i>Крок 2.</i> Відбувається звуження діапазону значень рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку шляхом зміни верхньої або нижньої межі. Оскільки для першої ітерації $f(\lambda_1) > f(\mu_1)$, приймаємо $a_2 = a_1 = 0$ та $b_2 = \mu_1 = 26,43$, тобто діапазон значень рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку звужується шляхом зміни верхньої межі на наступній ітерації. Зміна тенденції відбувається на третій ітерації, де $f(\lambda_2) < f(\mu_2)$, отже, приймаємо $a_3 = \lambda_2 = 11,78$ і $b_3 = b_2 = 26,43$. Аналогічно проводяться розрахунки на 31 ітерації, результати яких подані в табл. 4</p>

Складено автором.

Результати пошуку оптимального діапазону значень гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку показано на рисунку. Графічне подання цих результатів дає підстави для висновку про відсутність конкретного значення, яке характеризує гранично допустимий обсяг інвестицій, здійснених нерезидентами в Україні. Починаючи з 12-ї ітерації, вітчизняному інвестиційному ринку властива наявність чіткого інтервалу оптимальних значень. Так, частка інвестицій, проведених нерезидентами, що дорівнює від 11,78 до 14,65 % загального обсягу інвестицій, забезпечить максимально ефективний розвиток вітчизняної економіки, дотримання національних інтересів та незалежність від іноземних фінансових ресурсів.

Окрім того, розгляд алгоритму визначення допустимого рівня іноземних інвестицій на вітчизняному інвестиційному ринку з урахуванням часового фактора надає можливість, знаючи реальні темпи зростання ВВП у поточному році, застосовувати певні інструменти для інтенсифікації або мінімізації рівня інвестицій, здійснених нерезидентами, оскільки цільові показники для цього параметра будуть знайдені вже з прогнозованим проміжком часу у два роки.

Таблиця 7

Результати практичного впровадження дихотомічного пошуку мінімально можливого значення діапазону оптимальних величин рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку

k	a_k	b_k	λ_k	μ_k	$f(\lambda_k)$	$f(\mu_k)$
1	0	50,00	23,57	26,43	-4,80	-137,47
2	0	26,43	11,78	14,65	21,52	14,70
3	0	14,65	5,89	8,76	-143,27	18,53
4	5,89	14,65	8,84	11,70	19,61	21,86
5	8,84	14,65	10,31	13,18	26,53	16,20
6	10,31	14,65	11,05	13,91	24,61	14,79
7	11,05	14,65	11,42	14,28	23,13	14,58
8	11,42	14,65	11,60	14,47	22,33	14,60
9	11,60	14,65	11,69	14,56	21,92	14,64
10	11,69	14,65	11,74	14,60	21,72	14,67
11	11,74	14,65	11,76	14,63	21,62	14,69
12	11,76	14,65	11,77	14,64	21,57	14,70
13	11,77	14,65	11,78	14,64	21,54	14,70
14	11,78	14,65	11,78	14,65	21,53	14,70
15...31	11,78	14,65	11,78	14,65	21,52	14,70

Складено автором.

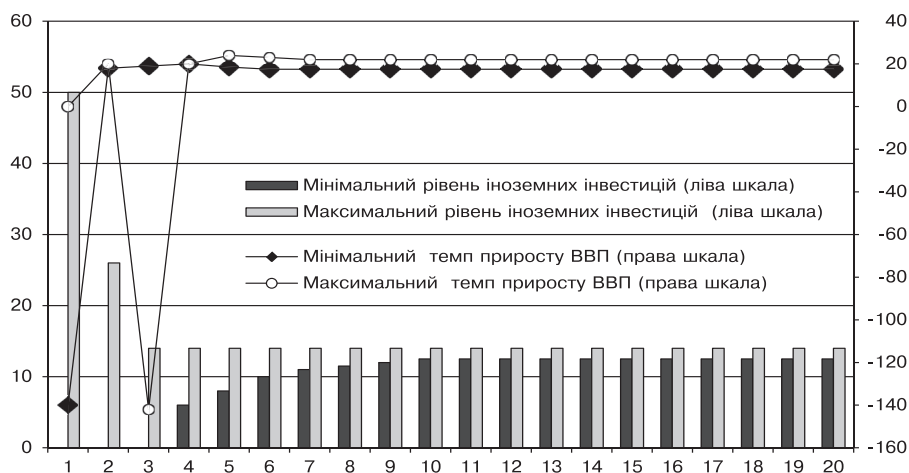


Рисунок. Дихотомічний пошук проміжку оптимальних значень гранично допустимого рівня іноземного капіталу на інвестиційному ринку, %

Складено автором.

Таким чином, розроблений науково-методичний підхід до визначення гранично допустимого рівня іноземного капіталу на вітчизняному інвестиційному ринку допомагає створити інформаційну базу для прийняття ефективних управлінських рішень щодо оперативного коригування загальнодержавної інвестиційної політики та визначити комплекс найдієвіших інвестиційних інструментів, спрямованих на реалізацію довгострокової стратегії розвитку вітчизняної економіки.