

РОЗДІЛ 4.

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НА МЕЗО-, МАКРО- ТА МІКРОРІВНЯХ В УКРАЇНІ

4.1. Економіко-математичне моделювання функціонування економічних систем на мезорівні та макрорівні

4.1.1. Економіко-математичне моделювання взаємозалежностей між валовим внутрішнім продуктом України та її зовнішнім боргом

Важливою характеристикою державних фінансів всіх країн є рівень зовнішнього боргу. Наразі поточний стан світової фінансової системи можна охарактеризувати як кризу надмірної заборгованості, що проявляється борговою кризою ЄС. Довгостроковим наслідком державного боргу є створення ним навантаження на Державний бюджет і на економічний розвиток в цілому.

Теоретичні та практичні аспекти проблеми ефективного управління суверенними боргами розглядаються у працях вітчизняних вчених Т. Вахненко, І. Рака, І. Лютого, А. Сігайова, Ю. Суботович, О. Чеберяко, В. Федосова, Б. Луціва та ін. Проте дані роботи носять описовий характер, що не дає можливості зробити прогноз величини валового зовнішнього боргу України.

Тому нами проаналізовано валовий внутрішній продукт та валовий зовнішній борг України та встановлено причинно-наслідкові зв'язки між зовнішньою заборгованістю та валовим внутрішнім продуктом з використанням економетричних моделей.

В управлінні зовнішнім боргом важливе значення має розрахунок коефіцієнтів платоспроможності держави та її ліквідної позиції. У міжнародній практиці для аналізу боргової безпеки держави Світовий банк пропонує використовувати мінімальну стандартну модель і відповідно до неї визначати основні боргові індикатори. Серед інших до них належать: відношення валового зовнішнього боргу до ВВП (EDT/GNP), яке показує загальний рівень боргової складової економіки; відношення загальних платежів на обслуговування боргу до експорту товарів і послуг (TDS/XGS) — коефіцієнт обслуговування боргу, що показує, яка частина валютних надходжень спрямовується на погашення боргу.

Особливою перешкодою для дослідження є те, що поширені на сьогодні результати статистичної оцінки динаміки державного боргу в Україні не мають єдиної статистичної чи аналітичної бази наскрізного дослідження всього періоду від проголошення незалежності України дотепер. Також деякі дані можуть бути недостовірними. До 1999 року борг обчислювався згідно методології МБРР, з 1999 року — згідно методології МВФ.

Моделі сталого розвитку

У таблиці 4.1.1 наведені статистичні дані рівнів валового зовнішнього боргу України, державного та гарантованого державою боргу та валового внутрішнього продукту, вираженого в млрд. дол. США. Починаючи з 1992 року, в Україні спостерігається поступова активізація зовнішніх запозичень із офіційних джерел на міжнародних фінансових ринках. Упродовж 1993–1999 рр. обсяг загального зовнішнього боргу України щорічно збільшувався. Якщо у 1993 році він становив 3,8 млрд. дол. США, то у 1999 році — 13,5 млрд. дол. США, скоротився на 12% у 2000 році і становив 11,9 млрд. дол. США. З 2001 до 2007 рр. спостерігається позитивна динаміка його зростання, знизившись лише на 3% в 2005 році. У 1999 р. борг становив 20,5 млрд. дол. США. Якщо перерахувати валовий зовнішній борг згідно коефіцієнта $k = \text{валовий зовнішній борг} / \text{ВВП} = 0,662$, то він складе 16,55 млрд. дол. США. Протягом всього періоду 1999–2013 рр. спостерігається позитивна динаміка його зростання. Станом на 1 січня 2014 року, тобто за 2013 рік, борг становив 142,079 млрд. дол. США, збільшившись порівняно з початком року на 7,03 млрд. дол. США. Далі зовнішній борг одержав позитивну тенденцію до зменшення включно до 2018 р. — 114,71 млрд. дол. США, а в 2019 р. цей показник збільшився і був рівний 121,739 млрд. дол. США, у 2020 р. — 125,69 млрд. дол. США. Згідно динаміки зовнішнього боргу чітко простежуються чотири часові вітки: I — з 1999 по 2008 рр. і II — з 2009 по 2013 рр., III — з 2014 по 2018 рр. та IV — з 2019 по 2020 рр. На першій вітці з 2000 по 2004 рр. спостерігається плавне зростання боргу з 19,1 по 30,647 млрд. дол. США, проте 2005 рік є переломним, з якого починається стрімке, майже лінійне збільшення боргу у 2,6 рази з 39,619 по 101,659 млрд. дол. США у 2008 році. Поява другої вітки з 2009 року пов'язана з початком світової економічної кризи у 2008 році і зростанням курсу долара США з 5,05 до 7,7 грн за долар США. У 2009 році валовий зовнішній борг становив 103,396 млрд. дол. США, зростаючи щорічно на 10,4 млрд. дол. США до 135,049 млрд. дол. США у 2012 році по майже лінійній залежності. Аналогічна динаміка має місце і для валового внутрішнього продукту. З 1999 по 2004 рр. ВВП зростало циклічно, переломним є 2005 рік, з якого до 2008 року починається стрімке зростання ВВП по практично лінійній залежності на 31,42 млрд. дол. США щорічно. У 2009 році внаслідок кризи спостерігався стрибкоподібний спад виробництва ВВП на 35% в порівнянні з 2008 роком, після чого він почав зростати до 2012 року по практично лінійній залежності на 20,63 млрд. дол. США щорічно. З 2010 р. по 2013 р. спостерігається зростання ВВП України в доларовому еквіваленті, а у 2014 р. — різке зменшенні до 131,805 млрд. дол. США, а в 2015 — зменшення аж до

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

90,615 млрд. дол. США у порівнянні з 182,026 млрд. дол. США у 2013 році. Тільки з 2015 року по теперішній час відбувається зростання ВВП України у доларовому еквіваленті на 15,001 млрд. дол. США в середньому щорічно.

Табл. 4.1.1. Співвідношення обсягів валового зовнішнього боргу, державного та гарантованого державою боргу та валового внутрішнього продукту

№ п/п	Роки	Валовий зовнішній борг, млрд. дол. США	Державний та гарантований державою зовнішній борг, млрд. дол. США	Валовий внутрішній продукт, млрд. дол. США
1	1996	9,2	8,9	43,155
2	1997	10,3	9,7	49,165
3	1998	12,4	11,6	29,937
4	1999	20,500	12,5	25,007
5	2000	19,100	10,4	31,295
6	2001	20,400	10,2	38,537
7	2002	21,645	10,2	42,347
8	2003	23,811	10,7	50,144
9	2004	30,647	12,1	64,928
10	2005	39,619	11,7	86,309
11	2006	54,512	11,2	107,753
12	2007	79,955	15,27	142,719
13	2008	101,659	18,5380	179,382
14	2009	103,396	26,5187	117,152
15	2010	117,346	34,7596	136,419
16	2011	126,236	37,4745	165,239
17	2012	135,049	38,5588	176,308
18	2013	142,079	37,5361	182,026
19	2014	126,308	38,7922	131,805
20	2015	118,729	43,4454	90,615
21	2016	113,518	45,6046	93,270
22	2017	116,578	48,9894	112,154
23	2018	114,710	50,4625	130,832
24	2019	121,739	48,9408	153,781
25	2020	125,690	53,7208	155,582

Моделі сталого розвитку

Згідно моделей трендів, що описують динаміку величин у досліджуваному періоді обчислені прогнозні значення величин боргу і ВВП та межі, в яких вони можуть знаходитись з імовірністю $p = 0,95$. У таблиці 4.1.3 подані незміщені середньоквадратичні відхилення залишків моделей Se .

Враховуючи вище сказане, знайдено лінії трендів для величин валового зовнішнього боргу згідно джерел, валового внутрішнього продукту для кожної часової вітки окремо. Деякі статистично значущі моделі трендів наведені в таблиці 4.1.3, де t — часовий фактор, $t = 1, 2, \dots$ від початку досліджуваного періоду, y_t — величини зовнішнього боргу та ВВП в період t . Як впливає з лінійних моделей темп щорічного зростання валового зовнішнього боргу, що становив 8,4105 млрд. дол. США у період 1999–2008 рр., збільшився на 14% і склав 9,591 млрд. дол. США у період 2009–2013 рр.

Валовий зовнішній борг в період 2009–2013 рр. може бути поданий також практично функціонально залежністю параболи

$$y_t = -0,9339t^2 + 15,195t + 89,595; R^2 = 0,9979.$$

За методикою світового банку (в залежності від дебітора) зовнішній борг держави складається з двох складових: прямого та гарантованого державного боргу (табл. 4.1.1) і приватного негарантованого довгострокового боргу. У період 1999–2008 рр. за нашими розрахунками частка державного та гарантованого державного боргу у валовому зовнішньому боргу спадає з 0,546 до 0,182, коливаючись в межах 0,26–0,3 у період 2009–2013 рр. Згідно лінійних моделей тренду (табл. 4.1.3) державний та гарантований державний борг щорічно зростав на 0,6636 млрд. дол. США в період 1999–2007 рр., на 3,7379 млрд. дол. США в період 2008–2013 рр. та на 2,1655 млрд. дол. США в період 2014–2020 рр.

Величина ВВП згідно лінійних моделей у період 1999–2008 рр. щорічно збільшувалась на 16,134 млрд. дол. США та на практично ту ж величину 16,964 млрд. дол. США у період 2009–2013 рр. Тренд ВВП в період 2009–2013 рр. може також бути поданий параболічною залежністю $y_t = -3,2036t^2 + 36,185t + 82,113$; $R^2 = 0,9854$. Прогнозні значення ВВП згідно моделі такі: в 2014 р. — 183,893; в 2015 р. — 178,432; в 2016 р. — 166,563 млрд. дол. США.

Якщо проаналізувати показник відношення ВЗБ/ВВП у період 1993–1999 рр., то спостерігається стрімке зростання зовнішньої заборгованості України до 81,98 % ВВП. Однак починаючи з 2000 року її рівень відносно ВВП мав незмінну тенденцію до зменшення. 2006 рік

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

був переломним, у якому зовнішня заборгованість була мінімальною і рівною 45,9% ВВП. З 2007 по 2010 рік спостерігалось подальше зростання зовнішнього боргу до 88,2% ВВП (табл. 4.1.2). Динаміку відношення валового зовнішнього боргу до ВВП у період 1999–2008 рр. з високою достовірністю можна описати параболічною залежністю з мінімумом на 5–6 році після максимуму у 1999 році (табл. 4.1.3). У 2009 році спостерігалось стрибкоподібне зростання відношення до 88,3 % у зв'язку з спадом виробництва у 2009 році на 35 % при незначному зростанні валового зовнішнього боргу. У 2010 році цей показник склав 85 %, у 2011 — 76,4 %, у 2012 році — 76,6 %, у 2013 році — 78,3 %. З 2010 по 2013 рік динаміка спаду відношення аналогічна до попереднього періоду і теж описується параболічною залежністю. При допустимій нормі у 60 %, стає очевидно, що валовий зовнішній борг України перевищив цю межу, і якщо не застосувати термінових засобів для його зниження, він буде зростати і створить значні загрози для економічного зростання та підвищить імовірність майбутніх кризових явищ. Для розвинутих країн (Велика сімка) протягом 1999–2007 рр. показник поступово зростав від позначки 60 % до 80–90 %. Проте криза 2008 року призвела до його стрімкого зростання протягом останніх п'яти років з 83,2 до 124,8 % (+7 % ВВП щороку). Такий приріст, окрім збільшення безпосередньо суверенного боргу, підтримується ще й уповільненням економічного зростання в розвинутих країнах. Проблема зовнішнього боргу є характерною для багатьох країн світу. Для багатьох розвинутих країн світу у 2012 році, згідно даних МВФ, цей показник перевищив 100 %: у Японії — 238 %, у Греції — 147 %, в Італії — 127 %, в Португалії — 123 %, в Сінгапурі — 111 %, США — 107 %. Так, у США станом на 31.12.1018 р. процентне співвідношення валового зовнішнього боргу до ВВП було рівне 115 %, у Великій Британії на 31.12.1017 р. — 313 %, у Франції на 31.12.1017 р. — 213 %.

Аналіз відношення зовнішнього державного та гарантованого державою боргу до ВВП (табл. 4.1.2) показує, що його найбільше значення, що рівне 49,99 %, спостерігалось в 1999 р., зменшуючись до 10,36% у 2008 році по практично лінійній залежності (табл. 4.1.3). Згідно цієї моделі у період 1999–2007 рр. величина відношення щорічно зменшувалася на 3,18 %. У 2009 році державний зовнішній борг (у % до ВВП) різко зріс до 22,62 % (унаслідок кризи), збільшуючись до 25,48% у 2010 році, після чого почав спадати по практично лінійній залежності на 2,56 % щорічно, але значно виріс до 29,43 % у 2014 ро-

Моделі сталого розвитку

ці, що було зумовлено нестабільністю економіки України у цей період. Далі цей показник зростав до 2017 р., у 2018–2019 рр. — спадав і знову зріс до 34,53 % у 2020 р.

Табл. 4.1.2. Таблиця відношення величини валового зовнішнього боргу до величини ВВП, у %

Рік	Валовий зовнішній борг / ВВП	Державний та гарантований державою борг / ВВП	Рік	Валовий зовнішній борг / ВВП	Державний та гарантований державою борг / ВВП
1996	21,32	20,62	2009	56,80	22,62
1997	20,95	19,73	2010	88,20	25,48
1998	41,42	38,75	2011	86,02	22,97
1999	81,98	49,99	2012	75,53	21,99
2000	61,03	33,23	2013	76,84	20,48
2001	53,6	26,47	2014	77,51	29,43
2002	52,94	24,09	2015	95,83	47,95
2003	51,11	21,34	2016	131,03	48,9
2004	47,49	18,64	2017	121,71	43,68
2005	47,20	13,56	2018	87,68	38,57
2006	45,90	10,40	2019	79,16	31,83
2007	50,59	10,70	2020	79,5	34,53
2008	56,02	10,36			

Таким чином можна припустити, що відношення валового зовнішнього боргу та державного зовнішнього боргу до ВВП носять циклічний характер. Перевірка достовірності такого аналізу можлива лише при більш довгостроковому періоді.

Зауважимо, що перевищення темпів приросту платежів по державному боргу над темпами збільшення виробництва ВВП означає, що стимулювання сукупного попиту за рахунок позик поки що дає негативний результат. Таким чином, локалізація боргового тягаря в такий спосіб (тобто спроба балансування бюджету на циклічній основі) не проявляється повною мірою.

Як зазначено в роботі Т. Вахненко, зовнішні позики, що мають тривалі строки повернення коштів, стають значним джерелом фінансування інвестиційної діяльності в економіці України. Поряд з цим, не

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

варто переоцінювати роль зовнішніх позик у розв'язанні фундаментальних завдань економічного розвитку. Необхідні внутрішні джерела для інвестицій у національну економіку, а також створити загальні економічні умови для їх ефективного використання. Крім цього, автор також вважає необхідною умовою досягнення помірною дефіциту бюджету (до 2% ВВП) для утримування співвідношення державного боргу і ВВП на стабільному рівні.

Табл. 4.1.3. Трендові моделі обсягів зовнішнього боргу та валового внутрішнього продукту

Роки	Рівняння тренду	R^2	Точкові прогнози	Se	Інтервали прогнозування
I — валовий зовнішній борг					
1999–2008	а) $y_t = 8,4105t - 5,073$; б) $y_t = 1,7217t^2 - 10,528t + 32,804$; в) $y_t = 8,623t - 6,633$	0,7799 0,9891 0,8011			
2009–2013	а) $y_t = 9,591t + 96,132$;	0,9849			
2014–2020	а) $y_t = 1,1785t^2 - 9,4509t + 133,56$	0,8544			
2021			133,3768	1,0007	133,3761–134,3775
II — тренд державного та гарантованого державою зовнішнього боргу					
1999–2007	а) $y_t = 0,0871t^2 - 0,2071t + 10,199$; б) $y_t = 0,6636t + 8,6029$	0,9451 0,8684			
2008–2013	а) $y_t = -1,1008t^2 + 11,443t + 8,3745$; б) $y_t = 3,7379t + 18,648$	0,9715 0,8198			
2014–2020	а) $y_t = 2,1655t + 38,474$	0,8980			
2021			55,7980	4,5779	51,2201–60,3759

Моделі сталого розвитку

Продовження табл. 4.1.3

Роки	Рівняння тренду	R^2	Точкові прогнози	Se	Інтервали прогнозування
III — тренд валового внутрішнього продукту					
1999–2008	а) $y_t = 16,134t - 11,894$; б) $y_t = 2,2038t^2 - 8,1084t + 36,59$;	0,8884 0,9945			
2009–2013	а) $y_t = 16,964t + 104,54$;	0,9385			
2014–2020 2021	а) $y_t = 3,7621t^2 - 1,696t + 135,55$ б) $y_t = -2,1375t^3 + 29,412t^2 - 109,33t + 212,5$	0,7552 0,9906	202,7564	24,495	178,2614– 227,2514
IV — тренд відношення валового зовнішнього боргу до ВВП, у %					
1999–2008	$y_t = 0,7303t^2 - 8,9988t + 74,887$	0,9467			
V — тренд відношення зовнішнього державного боргу до ВВП, у %					
2010–2013	а) $y_t = -2,563t + 28,12$	0,9687			
2014–2020	а) $y_t = 1,0144t^2 - 0,145t + 58,777$ б) $y_t = 0,8762t^3 - 11,911t^2 + 46,122t - 5,1376$	0,9417 0,9654			

*Розраховано авторами

Враховуючи те, що частка ВВП використовується на погашення і обслуговування зовнішнього боргу, а також наявність з високим ступенем достовірності математичних залежностей (підтверженою значеннями коефіцієнтів детермінації і множинної кореляції), що описують динамічні ряди відношення валового зовнішнього боргу та зовнішнього державного боргу та гарантованого державою зовнішнього боргу до ВВП, доцільно було побудувати економіко–математичні мо-

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

делі залежності валового зовнішнього боргу від обсягів виробництва ВВП для трьох часових інтервалів з 1999 по 2008 рр., з 2009 по 2013 рр. та з 2014 по 2020 рр. Деякі статистично значущі економетричні моделі з найбільшим коефіцієнтом детермінації R^2 наведені в таблиці 4.1.4. Тут y — величина валового зовнішнього боргу в млрд. дол. США, x — величина ВВП в млрд. дол. США. Можливість перевірки достовірності такого аналізу та встановлення чіткого кореляційного зв'язку між боргом та ВВП наведена в роботі Кучер Г. та Калитчук В.

Табл. 4.1.4. Статистично значущі економіко–математичні моделі залежності валового зовнішнього боргу від валового внутрішнього продукту

Роки	Вид моделі	Коефіцієнт детермінації R^2
I — економетрична модель без зміщення		
1999–2008	а) $y = 0,5498x - 1,06223$;	0,977
	б) $y = 0,0018x^2 + 0,2053x + 10,843$;	0,994
	в) $y = 13,923e^{0,0117x}$	0,984
2009–2013	а) $y = 0,5414x + 40,764$;	0,962
	б) $y = 0,0017x^2 + 0,0382x + 77,387$	0,964
	в) $y = 62,109e^{0,0045x}$	0,966
2014–2020	$y = -0,0002x^3 + 0,0701x^2 - 8,5032x + 450,57$	0,434
II — модель з зміщеним лагом		
1999–2008	$y_t = -16,80232 + 1,07X_{t-2}$	0,890
III — модель з інструментальними змінними		
1999–2008	$y_t = -8,04342 + 1,24 y_{t-1} + 0,16x_t$	0,970

Починаючи з 2000 року, обсяги виробництва ВВП починають збільшуватись поряд із подальшим нарощуванням заборгованості, що й відображено в моделях. Отже, можна припустити наявність певного часового лагу між зростанням боргу та зростанням ВВП. Для математичного обґрунтування лагу чи лагів ми розрахували взаємну кореляційну функцію $r(\tau)$ для різних значень τ (табл. 4.1.5), яка набуває найбільшого значення при $\tau = 2$.

Динамічна модель розподіленого лага в такому випадку набуде вигляду $y_t = -16,80232 + 1,07x_{t-2}$, $R^2 = 0,890$, де y_t — величина зовнішнього боргу в млрд. дол. США в період t , x_{t-2} — величина ВВП в млрд. дол.

Моделі сталого розвитку

США в період $t - 2$. Розраховане значення коефіцієнта Дарбіна–Уотсона $DW_{\text{експ}} = 0,7$ показало, що автокореляція існує на рівні довіри 95% і нічого не можна сказати про наявність автокореляції на рівні довіри 99%.

Табл.4.1.5. Розрахована величина взаємної кореляційної функції τ для обсягу валового зовнішнього боргу

τ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$r(\tau)$	0,94	0,94	0,95	0,91	0,84	0,84	0,88	0,90	0,95

Оскільки в розглянутій вище економетричній моделі є лагова пояснювальна змінна x_{t-2} , а також відсутнє повне уявлення про об'єкт і його інерційність, то ми застосували метод інструментальних змінних і отримали економетричну модель виду:

$$y_t = -8,04342 + 1,24y_{t-1} + 0,16x_t$$

з дуже високим коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,97$. Розраховане значення коефіцієнта Дарбіна–Уотсона $DW_{\text{експ}} = 1,71$ показало, що автокореляція відсутня, дослідження параметрів моделі з допомогою критерію Стьюдента показало їх достовірність на рівні довіри $p = 0,95$, а тому можна стверджувати, що економетрична модель з інструментальними змінними є адекватною. Згідно моделі збільшення ВВП на 1 млрд. дол. США приводить до збільшення валового зовнішнього боргу на 0,16 млрд. дол. США. Ця оцінка дуже близька до середнього значення витрат на обслуговування зовнішнього боргу до ВВП, що рівне 14,6%. Аналізуючи одержану модель, розраховану відповідно до статистичних даних 1999–2008 рр., можна зробити висновок, що зростання валового зовнішнього боргу на 1 млрд. дол. США у попередньому році зумовлює збільшення валового зовнішнього боргу у поточному році на 1,24 млрд. дол. США. Зауважимо, що наявне лагове зміщення між величинами ВВП та валового зовнішнього боргу України на 2 роки, розраховане у моделі із лаговими змінними.

На основі аналізу динаміки зовнішнього боргу та валового національного продукту України побудовані економіко–математичні моделі залежності валового зовнішнього боргу від валового внутрішнього продукту, в яких в якості фактора–аргументу розглядається валовий внутрішній продукт, а результативний показник — валовий зовнішній борг (державний зовнішній борг). Обґрунтовано і побудовано модель розподіленого лагу з запізненням у два роки та модель із інструментальними змінними. Представлено ряд моделей трендів динаміки величин зовні-

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

шнього боргу та ВВП України. Дані моделі використані для прогнозних розрахунків. Обрунтовано, що зростання та приріст ВВП має причинно-наслідковий зв'язок із зовнішнім державним боргом України. Наведено та побудовано модель розподіленого лагу часу із запізненням у два роки. Згідно економетричної моделі з інструментальними змінними підтверджується зростання валових зовнішніх боргових зобов'язань України, зумовлене новими запозиченнями та витратами на обслуговування поточних боргових зобов'язань. Показано, що валовий зовнішній борг зростає наряду із зростанням ВВП. При зростанні ВВП на 1 млрд. дол. США борг зростає приблизно на 0,54 млрд. дол. США щорічно. Це свідчить, з одного боку, про витрачання певного обсягу ВВП на погашення та обслуговування зовнішнього боргу, а з іншого боку, недостатньо ефективне використання ВВП для розвитку економіки України з метою зменшення її боргових зобов'язань. З метою усунення наявних проблем і негативних аспектів існування державного боргу необхідно здійснювати не тільки зважену боргову політику, а й багатосторонню економічну політику, що має здійснюватись у напрямках зменшення або повного усунення бюджетного дефіциту.

4.1.2. Математичне моделювання впливу валового внутрішнього продукту та зовнішнього боргу України на рівень життя населення

Як зазначено в указі Президента України «Про цілі сталого розвитку України до 2030 року», одними з основних завдань є «подолання бідності», «сприяння благополуччю для всіх». Тому одна з основних функцій держави — забезпечення соціальних гарантій, тобто забезпечення хоча би мінімальних потреб громадян для проживання.

Рівень життя у широкому розумінні визначає та оцінює реальні економічні джерела та соціально-правові гарантії забезпечення життєдіяльності населення. Тому у систему індикаторів для оцінки рівня життя населення включають макроекономічні показники (валовий внутрішній продукт, національний дохід, рівень інфляції) та показники матеріальної забезпеченості населення (мінімальна зарплата, прожитковий мінімум). З метою забезпечення нормального рівня життя держава визначає розмір прожиткового мінімуму. В Україні його визнано базовим державним соціальним стандартом. У зв'язку з існуванням часового лагу перетворення економічного зростання на зростання рівня життя та зменшення бідності, рівного 1–2 роки, такі дослідження стають особливо актуальними .

Моделі сталого розвитку

Рівень мінімальної заробітної плати, що має бути вищим прожиткового мінімуму, значення середньої заробітної плати є одними із основних чинників соціально–економічного рівня життя людини та країни в цілому. Але це неможливо забезпечити без зростання валового внутрішнього продукту (ВВП) і відповідно підвищення національного доходу. Тільки за таких умов можна здійснювати необхідні інвестиції у соціальний, людський та фізичний капітал, реалізовувати відповідні заходи з метою підвищення життєвих стандартів. У зв'язку з цим постає проблема дослідження взаємозв'язків між валовим внутрішнім продуктом, що є макроіндикатором зростання економіки, та показниками якості життя населення.

Дослідження проблем рівня життя населення в Україні набуває дедалі більшого значення з погляду створення ефективно діючої соціальної політики. Оскільки негативні соціальні процеси можуть стати перешкодою економічному зростанню та стабільності в суспільстві, стале економічне зростання є обов'язковою передумовою для підвищення добробуту всіх груп населення. Слід відзначити, що аналізу стану економіки і соціальних стандартів життя (пенсійного забезпечення, прожиткового мінімуму, мінімальної зарплати) присвячено ряд робіт. Теоретичні та практичні аспекти даної проблеми аналізувались у працях А.О.Кравчук, В.В.Лаговського, В.О.Мандибури, В.В.Чабан, Н.П.Борецької, І.М.Бабака, О.Ф.Новікової та ін.

Рівень життя населення визначається реальними доходами, що одержують наймані працівники і підприємці. Тому досліджуються значення показників матеріальної забезпеченості населення, а саме мінімальної заробітної плати, середньої заробітної плати та прожиткового мінімуму, що повинен забезпечити хоча би мінімальні потреби працюючих осіб та їх сімей, тобто соціально–правові гарантії забезпечення життєдіяльності населення. З економічної точки зору показники матеріальної забезпеченості населення визначаються реальними економічними джерелами.

На нашу думку, аналіз економічних показників неможливий без економіко–математичного моделювання. Необхідно ефективно використовувється математичний апарат економетричного моделювання для встановлення кореляційно–регресійних залежностей між досліджуваними показниками та прогнозування їх значень. Необхідне продовження дослідження часових лагів, зокрема лагів перетворення економічного зростання на зростання рівня життя населення та зменшення бідності.

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

Для аналізу були використані статистичні дані таких досліджуваних показників: динаміка середньомісячної заробітної плати, мінімальної заробітної плати та прожиткового мінімуму в Україні за 1996–2020 рр.

Зауважимо, що з 1996 року по 2016 рік значення мінімальної заробітної плати та прожиткового мінімуму мали тенденцію до незначного зростання. Протягом 1996–2016 рр. значення мінімальної зарплати в середньому за рік зростало на 74,97 грн відповідно до наступної лінійної регресійної моделі

$$y = 74,97t - 290,72 \quad (R^2 = 0,9291),$$

де y — мінімальна заробітна плата, t — фактор часу.

Цій моделі відповідають дуже високі значення коефіцієнтів детермінації та множинної кореляції. Значення прожиткового мінімуму в середньому за рік зростало на 69,3 грн відповідно до лінійної моделі

$$y = 69,3t - 149,59 \quad (R^2 = 0,9473),$$

яка також обчислена з високим ступенем достовірності, де y — прожитковий мінімум, t — фактор часу.

Необхідно відмітити, що з 1996 по 2009 роки мінімальна заробітна плата була меншою за прожитковий мінімум. Це є негативним явищем, тому що мінімальна заробітна плата повинна перевищувати прожитковий мінімум для забезпечення нею відтворювальної функції людського ресурсу. У 2010–2011 рр. значення мінімальної зарплати дещо перевищували прожитковий мінімум; і протягом подальших років спостерігались незначні коливання, аж поки у 2017 р. мінімальна зарплата була збільшена практично у два рази до 3200 грн. Ця позитивна тенденція спостерігається також протягом останніх років. Хоча, на нашу думку, значення прожиткового мінімуму та мінімальної заробітної плати не є достатніми для відтворення та розвитку трудових ресурсів, дітей, підлітків та непрацюючого населення. Це зумовлено заниженим рівнем соціальних стандартів, неповним врахуванням потреб у продовольчих та непродовольчих товарах, великих термінах використання непродовольчих товарів, значним зростанням цін на всі товари, а особливо витрат на комунальні платежі, зростанням темпів інфляції та індексу споживчих цін.

Для детального аналізу можна використати також індекс Кейтца, який обчислюється як відношення мінімальної зарплати до середньої зарплати на одного працівника за місяць, відображене у відсотках. Цей показник відображає рівень соціальної нерівності у доходах пра-

Моделі сталого розвитку

цюючого населення та є показником боротьби з бідністю. Чим вищий показник індексу Кейтца, тим кращий добробут населення. Протягом досліджуваного періоду його найменше значення було рівним 10,5% у 1997 р., а найбільше — відповідно 41,57% у 1999 р. та 41,52% у 2020 р. Відповідно до рекомендацій Міжнародної організації праці, індекс Кейтца має бути не меншим 50%, а за критеріями європейського союзу — не меншим 60%. Таким чином, мінімальна заробітна плата не може забезпечити повною мірою хоча би свої основні функції: відтворювальну, регулюючу, соціальну та стимулюючу. Це зумовлює необхідність подальшого її зростання.

Розглянемо динаміку середньої зарплати протягом кожного року. Використовуючи часовий тренд, можна зробити висновок, що протягом 1996–2016 рр. середня зарплата в середньому збільшувалась на 225, 31 грн.

$$y = 7225,31t - 906,62 \quad (R^2 = 0,9092),$$

де y — середня заробітна плата, t — фактор часу.

Таким чином, спостерігається більший темп зростання середньої заробітної плати, ніж мінімальної заробітної плати та прожиткового мінімуму. Зауважимо, що середня заробітна плата не повною мірою відображає добробут населення України, оскільки незначна частка працюючого населення отримує надзвичайно високі зарплати порівняно з більшою частиною громадян України. У 2017 р. при зростанні мінімальної зарплати у 2,22 рази, середня зарплата зросла у 1,87 рази порівняно з попереднім 2016 р. Аналізуючи динаміку середньої зарплати протягом 2017–2020 рр., спостерігаємо її зростання швидшими темпами. Відповідно до наступного часового тренду, середня зарплата збільшувалась в середньому на 843 грн щорічно.

$$y = 843t + 8113 \quad (R^2 = 0,8925),$$

де y — середня заробітна плата, t — фактор часу.

Динаміка мінімальної зарплати в гривнях з 1996 по 2017 рр. має тенденцію до зростання і в загальному описується квадратичною моделлю $y = 7,2718t^2 - 29085t + 30000000$ ($R^2 = 0,856$). Тут можна виділити такі періоди. З 1996 року по 2010 рік мінімальна зарплата щорічно плавно зростала з 15 до 888,25 грн по квадратичній, майже функціональній залежності виду $y = 5t^2 - 19960t + 20000000$ ($R^2 = 0,98$). Із 2010 року (888,25 грн) по 2016 рік (середньозважена мінімальна зарплата становила 1438,5 грн) її темп зростання уповільнюється і може бути описаний лінійною моделлю $y = 85,55t - 171073$ ($R^2 = 0,978$). У даний період згідно моделі мінімальна зарплата щорічно зростала на 85,55 грн і в 2017

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

році повинна була би становити 1488,16 грн, а в 2018 році — 1573,71 грн. Проте у 2017 році мінімальна зарплата зросла у два рази порівняно з кінцем 2016 року і становила 3200 грн. З 1 січня 2018 р. мінімальна зарплата зросла на 523 грн (16%) і склала 3723 грн. Формування рівня мінімальної зарплати повинно базуватись на величині прожиткового мінімуму, але прожитковий мінімум у 1996–1997 роках перевищував мінімальну зарплату в 5–6 разів, поступово ця різниця зменшувалась і в 2010–2011 роках рівень мінімальної зарплати зрівнявся з прожитковим мінімумом і навіть незначно переважив його. Проте у 2012–2013 роках знову спостерігалось незначне відставання мінімальної зарплати від прожиткового мінімуму. У 2017 р. ситуація докорінно змінилась у зв'язку з дворазовим збільшенням мінімальної зарплати до 3200 грн і загального показника прожиткового мінімуму до 1700 грн (з 1 грудня 2017 р.). Ця пропорція збереглась і в 2018 році: мінімальна зарплата — 3723 грн; прожитковий мінімум для непрацездатного населення з 1 липня 2018 року — 1435 грн, з 1 грудня — 1497 грн, а для працездатного — з 1 липня 2018 року — 1841 грн, з 1 грудня — 1921 грн (загальний показник прожиткового мінімуму з 1 липня 2018 року — 1777 грн; а з 1 грудня 2018 року — 1853 грн). Далі мінімальна зарплата у національній валюті почала зростати стрімкішими темпами. З 1 вересня 2020 р. мінімальна зарплата становила 5000 грн, з 1 січня 2021 р. — 6000 грн. Аналогічно відбувається і зростання прожиткового мінімуму: з 1 січня по 30 червня 2021 р. — 2189 грн, а з 1 липня 2021 р. по теперішній час — 2294 грн. На початку 2014 р. середня зарплата становила 3 тис. 148 грн. При курсі 8 гривень за американський долар вона була рівна 394 долари США. За рік середня зарплата збільшилась на 9,8% до 3 тис. 455 грн в національній валюті. За умови зростання курсу долара по відношенню до гривні середня зарплата становила 213,8 доларів США. У січні 2016 р. середня зарплата становила 4 тис. 362 грн або 173,4 доларів США. На початку 2017 р. середня зарплата була трішки більшою 6 тис. грн або 221,5 доларів США. У січні 2018 р. — 7 тис. 711 грн (275 дол. США). На початку 2019 р. — 9 тис. 223 грн (332,3 дол. США). На початку 2020 р. — 10 тис. 727 грн (430, 5 доларів США), а в січні 2021 р. — 12 тис. 337 грн (437,6 дол. США). Середня зарплата в Україні у січні 2021 р. зросла на 15% порівняно з її значенням рік тому. У Рівненській, Тернопільській, Хмельницькій, Херсонській, Миколаївській, Чернівецькій, Черкаській, Житомирській областях вона зросла на 18–21% в той час, як у Київській області — тільки на 11,1%.

Моделі сталого розвитку

Динаміка мінімальної зарплати в доларах США характеризується поступовим зростанням зарплат, досягненням нею максимальної величини у 2013 році і різким спадом. А тому її тренд непогано описується кубічною залежністю $y = -0,0674t^3 + 405,34t^2 - 812696t + 5E + 08$, $R^2 = 0,8238$. Дану динаміку можна розділити на 3 періоди. В першому докризовому періоді, починаючи з 1996 року мінімальна зарплата майже плавно в межах коливань зросла з 7,941 дол. США до її максимального значення 101,097 дол. США в 2008 році. Другий (післякризовий) період починається у 2009 році, коли мінімальна зарплата в доларах США знизилась до 82,551, після чого плавно зростала до величини 144,241 в 2013 році. Це найбільше значення мінімальної зарплати в доларах США з 1996 року дотепер. Третій період характеризується тим, що величина мінімальної зарплати в 2014 році знизилась до рівня 2008 року і становила 102,441 дол. США і далі постійно знижувалась до рівня 2005 року, а саме 56,42 дол. США в 2016 році. Це пов'язано з об'єктивною причиною — агресією Росії на Сході України. В 2017 році спостерігається різке збільшення мінімальної зарплати більш ніж у 2,1 рази до 120,301 дол. США. В січні 2018 року мінімальна зарплата зросла на 7,5 % і становила 129,34 дол. США.

Найголовнішим макроекономічним показником, який впливає на показники матеріальної забезпеченості населення, є валовий внутрішній продукт. Динаміка ВВП в гривнях з 1996 р. по 2020 р. має тенденцію до зростання і з високим ступенем достовірності може бути описана такими моделями:

- лінійною $y = 104,95t - 209744$ ($R^2 = 0,9043$);
- квадратичною $y = 5,8383t^2 - 23318t + 20000000$ ($R^2 = 0,9859$).

Закономірно, що динаміка курсу долара США відносно гривні відобразилась на динаміці ВВП у доларах, яка розбивається на ті ж самі часові інтервали. В інтервалі 1996–1999 рр. ВВП в доларах США спадав з 43,155 млрд. дол. США в 1996 р. до 25,007 млрд. дол. США у 1999 році, після чого ВВП зросло до 179,992 млрд. дол. США у 2008 р. Динаміка ВВП в доларах має ті ж закономірності, що й динаміка прожиткового мінімуму і мінімальної зарплати і розбивається на такі ж самі часові інтервали.

У період 1996–2008 рр. тренд динаміки з високим ступенем достовірності ($R^2 = 0,9881$) описується квадратичною залежністю $y = 2,0136t^2 - 8052,2t + 8000000$. У 2009–2013 рр. ВВП зростав майже

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

по лінійній залежності. У 2009 році відбулось стрімке падіння ВВП у доларах США до 117,228 млрд. дол. США. І лише у 2013р. він незначно (182,026 млрд. дол. США) перевищив рівень 2008 р. Проте у 2014 році знову різко знизився рівень ВВП на 28%, у 2015 р. — на 49,7%, а у 2016 р. ВВП зросло на 4% в порівнянні з попереднім роком.

В цілому ж за весь період 1996–2020 рр. динаміка ВВП в доларах США може бути описана поліноміальною залежністю третього ступеня $y = -0,0313t^3 + 0,892t^2 + 1,0281t + 23,077$ ($R^2 = 0,6938$), яка має точки мінімуму та максимуму досліджуваного показника, що може свідчити про циклічний або хвилеподібний характер динаміки ВВП та про циклічний характер розвитку економіки.

Важливо з'ясувати вплив валового внутрішнього продукту на величину мінімальної зарплати. Це може бути виражене в економетричних моделях залежності мінімальної зарплати від валового внутрішнього продукту в гривневому і доларовому еквівалентах.

Важливою характеристикою заробітної плати є відсоток заробітної плати у структурі валового внутрішнього продукту. Частка мінімальної заробітної плати в структурі ВВП України становить приблизно 16 %, що нижче, ніж в європейських країнах, а в США та Японії вона є більшою 75 %.

Розглянемо та проаналізуємо динаміку значень ВВП та заробітної плати в Україні в сукупності, де y — досліджуваний результативний показник (середня зарплата, мінімальна зарплата, прожитковий мінімум відповідно до моделі), x — значення валового внутрішнього продукту. Значення коефіцієнтів множинної кореляції (табл. 4.1.6), а в даних моделях це фактично коефіцієнти парної кореляції, свідчать про надзвичайно щільний зв'язок між середньою, мінімальною заробітними платами, прожитковим мінімумом та валовим внутрішнім продуктом відповідно. При цьому необхідно відмітити, що оцінки коефіцієнтів економетричних моделей при факторі–аргументі приймають додатні значення. Це закономірно, адже ВВП є джерелом забезпечення соціальних стандартів населення. У залежності середньої заробітної плати від ВВП значення статистики Фішера є наступним $F = 1052,265$; статистики Стьюдента для фактору ВВП $t = 32,439$; p -значення є близьким до нуля, що свідчить про достовірність розрахованої моделі та значущість оцінок коефіцієнтів моделі на високому рівні. В економетричній моделі залежності мінімальної заробітної плати від ВВП аналогічно: $F = 505,438$; статистика Стьюдента для фактору ВВП $t = 22,482$; p -

Моделі сталого розвитку

значення є близьким до нуля, що також свідчить про достовірність розрахованої моделі та значущість оцінок коефіцієнтів моделі на високому рівні. У залежності прожиткового мінімуму від ВВП: $F = 435,122$; статистики Стьюдента для фактору ВВП $t = 20,86$; p -значення є близьким до нуля, що свідчить про достовірність розрахованої моделі та значущість оцінок коефіцієнтів моделі на високому рівні.

Табл. 4.1.6. Економетричні моделі залежності середньої заробітної плати, мінімальної заробітної плати та прожиткового мінімуму від валового внутрішнього продукту України

Економетрична модель	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт множинної кореляції
Залежність середньої заробітної плати від валового внутрішнього продукту		
$y = 2,7559x - 471,98$	$R^2 = 0,9786$	$R = 0,9892$
Залежність мінімальної заробітної плати від валового внутрішнього продукту		
$y = 1,0689x - 244,55$	$R^2 = 0,9565$	$R = 0,978$
Залежність прожиткового мінімуму від валового внутрішнього продукту		
$y = 0,4723x + 220,47$	$R^2 = 0,9565$	$R = 0,9746$

Оскільки досліджується взаємозв'язок між динамічними факторами, доцільно прослідкувати взаємозалежності цих показників у динаміці. А саме дослідити вплив валового внутрішнього продукту на середню, мінімальну заробітні плати та прожитковий мінімум із врахуванням часового лагу впливу, бо закономірно, що ВВП країни використовується не тільки для забезпечення добробуту населення у даний період, а також має бути використаним для розвитку економіки, а саме створення нових підприємств, нових робочих місць, вкладення інвестицій у розвиток нових технологій виробництва, розвиток інфраструктури, що в майбутньому забезпечить в свою чергу збільшення обсягів валового внутрішнього продукту. Для цього були розраховані величини взаємної кореляційної функції (табл. 4.1.7, 4.1.8, 4.1.9).

У таблиці 4.1.7 розраховано значення взаємної кореляційної функції між середньою заробітною платою та ВВП. Аналізуючи таблицю, знайдемо найбільше значення кореляційної функції, рівне 0,9892, яке відповідає лагу часу $\tau = 0$. На нашу думку, в умовах дефіциту бюджету велика частина валового внутрішнього продукту безпосередньо витрачається на сплату заробітних плат у поточному періоді. При цьому

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

має місце і заборгованість по виплаті заробітних плат. Зауважимо, що при $\tau = 1$ значення взаємної кореляційної функції, рівне 0,9845, досить близьке до попереднього. Це свідчить також про пролонгований вплив ВВП на середню заробітну плату з лагом часу рівним 1 рік.

Табл. 4.1.7. Взаємна кореляційна функція τ залежності середньої заробітної плати від валового внутрішнього продукту

τ	0	1	2	3	4	5	6
$R(\tau)$	0,9892	0,9845	0,9748	0,9603	0,9489	0,9486	0,9558

У таблиці 4.1.8 знайдено значення взаємної кореляційної функції між мінімальною заробітною платою та ВВП. Аналізуючи таблицю, знайдемо найбільше значення кореляційної функції, рівне 0,9804, яке відповідає лагу часу $\tau = 1$. Зауважимо також, що її досить близькі значення, рівні 0,978 та 0,974 відповідають лагам часу $\tau = 0$ та $\tau = 2$ відповідно. Це свідчить про пролонгований вплив ВВП на мінімальну заробітну плату з лагом часу, рівним 1–2 роки.

Табл. 4.1.8. Взаємна кореляційна функція τ залежності мінімальної заробітної плати від валового внутрішнього продукту

τ	0	1	2	3	4	5	6
$r(\tau)$	0,9780	0,9804	0,974	0,955	0,9362	0,9279	0,9305

Аналіз табл.4.1.9 відображає значний вплив ВВП на рівень прожиткового мінімуму протягом всіх досліджуваних лагів часу, особливо при $\tau = 6$. На нашу думку, хоча прожитковий мінімум є постійно зростаючим, методика його розрахунку не є досконалою і не враховує нагальних потреб населення України.

Табл 4.1.9. Взаємна кореляційна функція τ залежності прожиткового мінімуму від валового внутрішнього продукту

τ	0	1	2	3	4	5	6
$r(\tau)$	0,9746	0,9706	0,9714	0,9787	0,9893	0,991	0,9836

Таким чином, розраховані та проаналізовані регресійно-кореляційні залежності рівнів середньої заробітної плати, мінімальної заробітної плати і прожиткового мінімуму від валового внутрішнього продукту України, досліджено значення взаємно кореляційних функцій для досліджуваних показників. Оскільки зростання валового внутрішнього продукту є основним джерелом матеріальної забезпеченості

Моделі сталого розвитку

населення, то необхідно працювати над питанням збільшення ВВП та доходів до бюджету України. У першу чергу потрібно зменшувати корупцію та корупційні схеми, намагатися зменшувати державний та гарантований державою борг, збільшувати кількість та якість робочих місць, залучаючи як власні, так і закордонні інвестиції, що мають значний потенціал для впровадження новітніх технологій виробництва.

У Стратегії сталого розвитку України до 2030 року передбачається впровадження європейських стандартів життя, базовими складовими яких є прожитковий мінімум, мінімальна заробітна плата, а в результаті і середня заробітна плата. Ці показники відображають спроможність населення на відтворення та розвиток. Основне джерело забезпечення соціально-економічних стандартів — валовий внутрішній продукт. Саме зростання ВВП України сприяє збільшенню прожиткового мінімуму, мінімальної та середньої заробітних плат через певні лагові інтервали часу. Оскільки ріст соціальних стандартів населення України не забезпечується повністю ростом економіки, особливо в умовах світової пандемії, а й державними запозиченнями, то необхідно здійснювати заходи щодо подальшого реформування економіки та сприяння створення середовища для її розвитку. На нашу думку, найважливішими кроками є:

- припинення військових дій на Сході України;
- подолання корупції на всіх рівнях управління;
- зменшення зовнішнього державного боргу та відповідно витрат на його обслуговування;
- залучати інвестиції, як власні, так і закордонні для реалізації інноваційних проектів;
- переорієнтувати економіку, експортуючи не сировину, а готову продукцію та послуги.

Таким чином, збільшуючи обсяги валового внутрішнього продукту та надходження до бюджету, уряд зможе збільшити та забезпечити соціальні гарантії для населення України.

Питання зовнішньої заборгованості України також є надзвичайно важливими для сучасного етапу стабільного розвитку країни. Неefективне використання зовнішніх запозичених коштів призводить до фактичної втрати державою своєї економічної та політичної безпеки, зокрема до зменшення показників життєвого рівня населення. Тому дуже важливим є аналіз державного та гарантованого державою зовнішнього боргу України, прожиткового мінімуму, мінімальної і сере-

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

дньої зарплат та встановлення причинно–наслідкового зв'язку між зовнішньою заборгованістю, прожитковим мінімумом, мінімальною та середньою зарплатами з використанням економетричних моделей.

Однією з найважливіших характеристик державних фінансів певної країни є рівень зовнішнього боргу. Наразі поточний стан світової фінансової системи можна охарактеризувати як кризу надмірної заборгованості, що проявляється борговою кризою ЄС. Питання зовнішньої заборгованості України є важливими для сучасного етапу економічного і політичного розвитку держави. Досвід різних країн підтверджує, що використання додаткових можливостей розвитку, які можуть надати зовнішні джерела фінансування — політичний чинник поступального руху вперед. Проте неефективне використання зовнішніх боргових зобов'язань призводить до фактичної втрати державою своєї економічної і політичної безпеки. Так, наразі на обслуговування зовнішнього боргу держави витрачається 120 млрд. грн (4,4 млрд. дол. США), що фактично є половиною державного зовнішнього боргу України в 1996 році, який становив 8,9 млрд. дол. США. Саме тому ефективне управління суверенними боргами, що включає вирішення питань стосовно неефективності структури боргу, раціонального використання залучених коштів, швидких темпів зростання обсягів зовнішніх запозичень держави, удосконалення механізму управління державними зобов'язаннями має бути одним із найпріоритетніших напрямів макроекономічної та фінансової політики України на сучасному етапі.

Теоретичні та практичні аспекти проблеми ефективного управління суверенними боргами розглядаються у працях вітчизняних вчених Г.Кучера, В.Калитчука, Т.Вахненка, І.Рака, І.Лютого, А.Сігайова, Ю.Суботович, О.Чеберяко, В.Федосова, Б.Луціва та ін. Для перехідної економіки України, як відмічають Г.Кучер, В.Калитчук та Т.Вахненко, необхідне застосування більш низьких показників боргового навантаження, оскільки трансформація, що має місце, передбачає не тільки докорінне реформування структурних та інституційних підвалин економіки та суспільства, а й вибір нової моделі макроекономічного балансування. Праці згаданих авторів носять описовий характер, що не дає можливості зробити прогноз величин гарантованого державою зовнішнього боргу України і його вплив на макроекономічні показники держави.

Оскільки зовнішній борг, гарантований державою, необхідно повертати, а також на його обслуговування витрачаються державні кошти, то він, безумовно, негативно впливає на рівень соціально–

Моделі сталого розвитку

економічних показників життя населення, таких як прожитковий мінімум, мінімальна та середня зарплати. Тому виявимо та проаналізуємо взаємозв'язки гарантованого зовнішнього державного боргу з цими показниками на основі статистичної інформації за 1996–2020 рр.

Зауважимо, що з 1996 року по 1999 рік обсяг боргу у доларах незначно збільшувався, з 2000 по 2003 роки практично не змінювався, а протягом 2006–2007 років спостерігаються його коливання, як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення у відповідні роки. Починаючи з 2008 року відбувається значне збільшення державного боргу. Тренд боргу в доларах в період 2008–2015 років описується лінійною моделлю

$$y_t = 2,9194t + 21,328 \quad (R^2 = 0,7914),$$

де t — фактор часу. Адекватність моделі перевірили за критерієм Фішера. Обчислене $F_{емп} = 22,57$ для рівня надійності $p = 0,95$ є більшим за $F_{кр} = 5,99$, що вказує на адекватність моделі. В результаті дослідження автокореляції залишків методом Дарбіна–Уотсона розраховано $DW_{емп} = 0,8381$. Для рівня надійності $p = 0,95$ та $n = 8$ ($d_L = 0,76$; $d_U = 1,33$) неможливо зробити певних висновків про наявність автокореляції. Для нижчого рівня надійності автокореляція відсутня. Для перевірки наявності гетероскедастичності використано тест Глейсера, в якому лінійна регресія абсолютних значень залишків має вигляд $|u_i| = -0,3725t + 4,6572$. Для числа ступенів вільності $k = 6$ та рівня надійності $p = 0,95$ розраховано $t_\beta = 1,4058$ ($t_{кр} = 2,447$), що свідчить про незначущість кутового коефіцієнту, а отже про відсутність гетероскедастичності.

Квадратична модель тренду зовнішнього боргу в доларах США

$$y_t = -0,5855t^2 + 8,1886t + 12,546,$$

незважаючи на високий коефіцієнт детермінації ($R_2 = 0,9187$) не може бути використана для прогнозу, оскільки державний борг має тенденцію до постійного зростання, а в квадратичній моделі він досягає максимального значення, а потім спадає. За весь період 1996–2016 років тренд боргу описується такими моделями:

$$y = 0,1246t^2 - 497,89t + 497423 \quad (R^2 = 0,924)$$

та

$$y_t = -0,0094t^3 + 56,777t^2 - 114141t + 8 \cdot 10^7 \quad (R^2 = 0,9393).$$

Динаміка боргу в гривнях за 1996–2016 роки теж описується квадратичною залежністю

$$y_t = 4,5857t^2 - 63,666t + 198,6 \quad (R^2 = 0,8562),$$

що також вказує на його щорічне зростання.

Деяка відмінність трендів боргу в гривнях та доларах вочевидь

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

пов'язана з динамікою курсу долара.

Із 1996 року по 1999 рік курс долара плавно збільшується з 1,889 до 5,2163 грн, з 1999 року по 2008 рік практично залишається на одному рівні, а в 2009 році стрибкоподібно зростає до 7,7912 грн і залишається постійним до 2012 року. З 2012 року по 2016 рік курс долара збільшується по майже лінійній залежності $y_t = 4,0074t + 0,3831$ ($R^2 = 0,9011$). На кінець 2016 року середній курс долара США складає 25,4965 грн.

Зростання курсу долара США і валового зовнішнього гарантованого державою боргу негативно впливає на соціальні показники рівня життя населення України: прожитковий мінімум, мінімальну та середню зарплату.

З 1996 року по 2000 рік прожитковий мінімум незначно вищий за мінімальну зарплату, з 2000 року по 2009 рік різниця між прожитковим мінімумом і мінімальною зарплатою збільшується, а з 2010 року дотепер мінімальна зарплата несуттєво почала переважати прожитковий мінімум.

Прожитковий мінімум з 1996 року по 2016 рік в гривнях описується практично функціональною квадратичною залежністю

$$y_t = 2,6896t^2 + 10,128t + 77,235 \quad (R^2 = 0,9889),$$

а в доларах США

$$y_t = -0,0952t^3 + 2,7233t^2 - 15,256t + 59,824 \quad (R^2 = 0,8502).$$

Зауважимо, що у період 1996–1998 років значення прожиткового мінімуму у доларах зменшувалось, а з 1999 року по 2008 рік спостерігалось його плавне зростання (майже по лінійній залежності). У 2009 році у зв'язку із значним збільшенням курсу долара, пов'язаним із економічною кризою, спостерігається зменшення прожиткового мінімуму в доларовому еквіваленті. Після цього з 2009 до 2013 років простежується друга вітка зростання прожиткового мінімуму. В 2014–2016 роках відмічається зменшення прожиткового мінімуму в доларах США у зв'язку з різким зростанням курсу долара в даний період.

Мінімальна зарплата в 1996–2016 роках в гривнях має таку ж тенденцію, що й прожитковий мінімум і описується практично функціональною квадратичною залежністю

$$y_t = 3,6234t^2 - 0,6682t + 2,012 \quad (R^2 = 0,9882),$$

а в доларах США

$$y_t = -0,1133t^3 + 3,3394t^2 - 18,945t + 36,172 \quad (R^2 = 0,9233).$$

Проаналізуємо динаміку мінімальної зарплати в доларах США в період плавного зростання курсу долара з 2001 року по 2013 рік. В

Моделі сталого розвитку

даний період мінімальна зарплата в доларах США зростала згідно лінійної практично функціональної залежності

$$y_t = 10,97t + 7,9909 \quad (R^2 = 0,9844).$$

Із моделі випливає, що мінімальна зарплата зростала щорічно практично на \$11 і склала в 2013 році \$152,3833, а починаючи з 2014 року почала стрімко спадати і склала в тому ж році \$102,4407 і \$63,04876 у 2015 році та на кінець 2016 року склала \$60,7966. Для дослідження адекватності моделі використано критерій Фішера. Обчислене $F_{емп} = 539$ для рівня надійності $p = 0,95$ є більшим за $F_{кр} = 4,84$, що вказує на адекватність моделі. В результаті дослідження автокореляції залишків методом Дарбіна–Уотсона розраховано $DW_{емп} = 1,7459$. Для рівня надійності $p = 0,95$ та $n = 13$ значення нижньої та верхньої меж відповідно рівні $d_L = 1,01$ та $d_U = 1,34$, що вказує про відсутність автокореляції. Для перевірки наявності гетероскедастичності використано тест Глейсера, в якому лінійна регресія абсолютних значень залишків має вигляд $|u_t| = 0,0123t + 4,1478$. Для числа ступенів вільності $k = 11$ та рівня надійності $p = 0,95$ розраховано $t_\beta = 0,0559$ ($t_{кр} = 2,201$), що свідчить про незначущість кутового коефіцієнту, а отже про відсутність гетероскедастичності.

Середня зарплата в 1996–2020 роках у гривнях аналогічно описується практично функціональною квадратичною залежністю

$$y_t = -12,851t^2 - 56,876t + 159,05 \quad (R^2 = 0,9943),$$

а в доларах США

$$y_t = -0,3616t^3 + 11,176t^2 - 75,078t + 164,64 \quad (R^2 = 0,919).$$

Тенденція зміни значень середньої зарплати у доларах США має ті ж вітки, що й прожитковий мінімум та мінімальна зарплата в доларах США. Таким чином, можна зробити висновок, що курс долара США відносно гривні відіграє суттєву роль у формуванні показників життєвого рівня населення України.

Розглянемо залежність прожиткового мінімуму від боргу в гривнях. Вона описується двома лінійними вітками зростання: в 1996–2013 роках це залежність виду

$$y = 3,0579x + 134,3 \quad (R^2 = 0,8823),$$

а в 2014–2016 роках

$$y = 2,0705x - 1915,8 \quad (R^2 = 0,9216),$$

де y — прожитковий мінімум (грн), x — державний борг (млрд. грн).

Із моделі випливає, що зростання боргу супроводжується зростанням прожиткового мінімуму. В першому періоді зростання боргу на 1

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

млрд. грн приводило до зростання прожиткового мінімуму на 3,0579 грн, а в другому періоді тільки на 2,0705 грн, що пов'язане з соціальними змінами в Україні та агресією Росії на Сході України. Робимо висновок, що крім негативної сторони (обслуговування і повернення боргу) маємо і позитивний результат: забезпечення соціальних гарантій рівня життя. В той же час залежність прожиткового мінімуму в доларах США від боргу в доларах США не має чітко вираженої залежності. Разом з тим державний борг (у доларах США) може впливати на прожитковий мінімум (у доларах США) з деяким лагом часу. Для цього була побудована кореляційна функція залежності прожиткового мінімуму від державного боргу в доларах США (табл. 4.1.10).

З таблиці видно, що найбільше значення взаємна кореляційна функція набуває на четвертому періоді. На даному проміжку часу слід очікувати найбільшого зростання прожиткового мінімуму, зумовленого зростанням державного боргу.

Табл. 4.1.10. Кореляційна залежність прожиткового мінімуму від державного боргу в доларах США

Лаг часу	$\tau = 0$	$\tau = 1$	$\tau = 2$	$\tau = 3$	$\tau = 4$	$\tau = 5$	$\tau = 6$
Коефіцієнт кореляції	0,5381	0,6856	0,869	0,9353	0,9446	0,9287	0,8958

Динамічна модель розподіленого лагу у такому випадку має вигляд (y — прожитковий мінімум; x — державний борг)

$$y_t = 0,3802x_{t-4} - 4,8765 \quad (R^2 = 0,8922), \quad (4.1.1)$$

або

$$y_t = 0,0011x_{t-4}^2 + 0,2x_{t-4} + 0,9312 \quad (R^2 = 0,9005).$$

З моделі (4.1.1) випливає, що збільшення державного боргу на 1 млрд. дол. США в періоді $t - 4$ приводить до зростання прожиткового мінімуму на 0,3802 долара США у даному періоді. Проведений аналіз параметрів вищенаведених моделей згідно t -критерію Стьюдента показав їх значущість на високому рівні довіри.

Важливо також дослідити зворотну залежність — вплив прожиткового мінімуму на зовнішній державний борг. З квадратичної залежності боргу від прожиткового мінімуму в гривнях

$$y = 0,0008x^2 - 0,5349x + 118,56 \quad (R^2 = 0,9114)$$

видно, що зростання прожиткового мінімуму призводить до збільшення державного боргу. Це також впливає з вище викладеного.

Моделі сталого розвитку

Залежність боргу у гривнях від мінімальної зарплати у гривнях описується моделлю:

$$y = 0,0007x^2 - 0,4696x + 95,79 \quad (R^2 = 0,9078).$$

Залежність мінімальної зарплати у гривнях від боргу у гривнях носить такий же характер, що й залежність прожиткового мінімуму від боргу, оскільки мінімальна зарплата несуттєво відрізняється від прожиткового мінімуму.

Мінімальна зарплата у доларах США від боргу в доларах США описується поліноміальною залежністю третього ступеня

$$y = -0,0048x^3 + 0,0948x^2 + 8,035x - 59,476 \quad (R^2 = 0,7986).$$

Ця функція відображає зростання мінімальної зарплати у доларах до максимальної величини, а потім її спад, що й спостерігається.

Проте залежність мінімальної зарплати у доларах США від державного боргу у доларах США може мати певний лаг (зрушення). Побудована кореляційна функція показує, що зрушення відбуваються на четвертому періоді ($\tau = 4$), як і у випадку прожиткового мінімуму (табл. 4.1. 11).

Табл. 4.1.11. Кореляційна залежність мінімальної зарплати від державного боргу в доларах США

Лаг часу	$\tau = 0$	$\tau = 1$	$\tau = 2$	$\tau = 3$	$\tau = 4$	$\tau = 5$	$\tau = 6$
Коефіцієнт кореляції	0,7149	0,8203	0,9334	0,9726	0,9812	0,9705	0,9396

Динамічні моделі розподіленого лагу в такому випадку (y — мінімальна зарплата; x — державний борг) мають вигляд:

$$y_t = 0,2982x_{t-4} + 6,3684 \quad (R^2 = 0,9628),$$

або

$$y_t = -0,00003x_{t-4}^3 + 0,0058x_{t-4}^2 + 0,0167x_{t-4} + 9,0151 \quad (R^2 = 0,9859),$$

де y_t — мінімальна зарплата у період t в доларах США; x_{t-4} — державний борг у доларах США, зсунутий на 4 роки. Параметри моделі згідно t -критерію Стьюдента є значущими на високому рівні довіри.

Залежність середньої зарплати у доларах США від боргу у доларах США носить аналогічний характер до залежності мінімального прожиткового мінімуму та мінімальної зарплати у доларах США від боргу у доларах США. Залежність виглядає наступним чином

$$y = -0,00007x^3 - 0,6892x^2 + 42,129x - 283,91 \quad (R^2 = 0,7618)$$

де y — середня зарплата у доларах США; x — державний борг у доларах США.

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

Цікаво було дослідити вплив боргу в доларах США попереднього періоду на борг поточного періоду. Для цього ми побудували відповідну економетричну модель виду

$$y_t = -0,1235 + 0,9262y_{t-1} \quad (R^2 = 0,9598).$$

З моделі випливає, що збільшення боргу поточного періоду на 1 млрд. дол. США призводить до зростання боргу наступного періоду на 0,9262 млрд. дол. США. Оскільки гарантований державою борг є випадковою величиною, то для побудови економетричних моделей необхідно застосувати метод інструментальних змінних в якому борг y_t (млрд. дол. США) в даному періоді залежить від боргу в попередньому періоді y_{t-1} . Залежність зовнішнього боргу від прожиткового мінімуму x_t в доларах описується моделлю

$$y_t = -0,660961 + 1,182267y_{t-1} - 0,016213x_t \quad (R^2 = 0,9426). \quad (4.1.2)$$

Із моделі (4.1.2) випливає, що збільшення зовнішнього боргу на 1 млрд. дол. США в поточному періоді призводить до збільшення боргу в наступному періоді на 1,182267 млрд. дол. США. Враховуючи, що коефіцієнти при змінній y_{t-1} в даній та попередніх моделях є співвимірними, вважаємо, що рівень прожиткового мінімуму несуттєво впливає на зростання державного боргу. Залежність прожиткового мінімуму від державного боргу описується наступною моделлю з інструментальними змінними

$$y_t = 41,30103 + 0,23203y_{t-1} + 0,936436x_t \quad (R^2 = 0,4626).$$

де y_t — прожитковий мінімум в доларах США, y_{t-1} — прожитковий мінімум в попередньому періоді, x_t — борг в млрд. доларів США.

Макроекономічні диспропорції у фінансовому секторі держави постійно загострюються проблемами, що виникають у сфері управління державним боргом. Їх прояв особливо посилюється у період наростання фінансової кризи та її наслідків у післякризовий період і довіє, що традиційні форми та застосовувані методи управління не мають позитивного впливу на соціальну та економічну сфери, а навпаки, призводять до прискорення деформаційних процесів та гальмування розвитку національної економіки. Саме тому ефективне управління суверенними боргами, що включає вирішення питань стосовно неефективності структури боргу, раціонального використання залучених коштів, швидких темпів зростання обсягів зовнішніх запозичень держави, удосконалення механізму управління державними зобов'язаннями має бути одним із найпріоритетніших напрямів макроекономічної та фінансової політики кожної держави на сучасному етапі.

Моделі сталого розвитку

Необхідно відзначити, що сподівання на вирішення гострих внутрішніх проблем виключно за рахунок іноземного капіталу є ілюзорними. Насамперед необхідно мобілізувати внутрішні джерела для інвестицій у національну економіку, а також створити загальні економічні умови для їх ефективного використання. У цьому контексті першочерговими завданнями економічної політики в Україні виступають раціональне використання доходів від експорту та забезпечення міжгалузевого переливу капіталів у рамках національної економіки.

На основі аналізу тренду динаміки величини зовнішнього гарантованого державою боргу України та економетричного моделювання розраховано його прогностні значення на: 2017 рік — 50,518 млрд. дол. США; 2018 рік — 53,437 млрд. дол. США; 2019 рік — 56,356 млрд. дол. США; 2020 рік — 59,275 млрд. дол. США, що свідчить про можливе збільшення зовнішнього гарантованого державою боргу України на 33,98% у 2020 році в порівнянні з 2016 роком при незмінності виявлених тенденцій його зростання. Таким чином спостерігається негативна тенденція швидких темпів зростання зовнішнього гарантованого державою боргу, що разом із збільшенням витрат на його обслуговування та повернення може призвести до втрати державою своєї економічної та політичної безпеки. Разом із цим спостерігається і деякий позитивний результат від зовнішніх запозичень, оскільки зростання зовнішнього гарантованого державою боргу супроводжується можливістю забезпечення соціальних гарантій рівня життя населення: збільшенням прожиткового мінімуму, мінімальної та середньої заробітних плат. Для стабільного розвитку України та зменшення негативних аспектів існування державного боргу необхідно здійснювати не тільки зважену боргову політику, а й оптимально використовувати запозичені грошові ресурси, зокрема для реалізації ефективних управлінських рішень у сфері економіки, для реалізації яких можливе використання запозичених коштів.

Ріст соціальних стандартів населення України не забезпечується ростом економіки, а лише в основному державними запозиченнями. Для забезпечення росту економіки необхідно реформувати економіку і запровадити фінансово-бюджетні стимули. Тому необхідно провести наступні кроки:

- 1) подолати корупцію в державних органах влади і створити антикорупційний суд;
- 2) здійснювати заходи на зменшення зовнішнього державного

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

боргу, оскільки значна частина бюджету України йде на його обслуговування;

3) переорієнтувати економіку з експорту сировини на експорт товарів і послуг, оскільки основні надходження у бюджет відбуваються за їх рахунок;

4) вкласти значні державні інвестиції у дрібний і середній бізнес;

5) провести судову реформу;

6) залучити іноземні інвестиції до розширення виробництва і створити законодавчу базу для захисту прав іноземних інвесторів та прав власності;

7) приватизувати збиткові державні підприємства на основі державних конкурсів і привести ефективних менеджерів;

8) скасувати усі перешкоди на валютному ринку та запровадити вільний обіг капіталу;

9) впроваджувати інноваційні технології для збільшення продуктивності праці, яка приведе до зростання ВВП.

4.1.3. Моделювання взаємозв'язку державного та гарантованого державою зовнішнього боргу України з дефіцитом бюджету і витратами та заощадженнями населення

Нестабільність і невизначеність економічної ситуації в Україні, дефіцитність бюджетної системи, обмеженість внутрішніх джерел фінансування і їх дорожнеча для забезпечення функціонування економіки України обумовлюють гостру необхідність залучення ресурсів на зарубіжних ринках. Державні запозичення як інструмент економічної політики держави виконують не тільки функцію збалансування державних фінансів, а і здійснюють опосередкований вплив на низку економічних процесів і явищ. Наразі поточний стан світової фінансової системи можна охарактеризувати як кризу надмірної заборгованості, що проявляється борговою кризою ЄС. Зовнішній борг є складовою частиною економічної системи, справляючи як пряму, так і опосередковану дію на державний бюджет, грошово-кредитну і валютні системи, рівень інфляції, внутрішні і зовнішні заощадження, іноземні інвестиції тощо. Таким чином, зовнішній борг впливає на економіку України в цілому, а можливості його ефективного використання в більшості визначаються загальним рівнем розвитку економіки і зачіпають практично всі елементи економічної системи.

Дослідженню впливу державного боргу на розвиток економіки

Моделі сталого розвитку

країни присвячено значну кількість праць зарубіжних економістів. Класики політекономії (А. Сміт; Д. Рікардо; Дж.С. Мілль) розглядали державний борг як однозначно негативне явище, що є значним тягарем для держави та зумовлює проблеми з його обслуговуванням в майбутньому. Проте Дж.М. Кейнс не зводить державний борг в ранг незаперечного негативу, а вважає його одним з наслідків стабілізаційної політики, формуючи модель дефіцитного фінансування, яка значною мірою є домінуючою в економічній практиці розвинутих країн світу.

Теоретичні та практичні аспекти проблеми ефективного управління суверенними боргами розглядаються у працях вітчизняних вчених Г.Кучера, В.Калитчука, Т.Вахненко, І.Рака, І.Лютого, А.Сігайова, Ю.Суботович, О.Чеберяко, В.Федосова та ін. Для перехідної економіки України, як відмічено у роботі Г.Кучера та В.Калитчука, необхідне застосування більш низьких показників боргового навантаження, оскільки трансформація, що має місце, передбачає не тільки докорінне реформування структурних та інституційних підвалин економіки та суспільства, а й вибір нової моделі макроекономічного балансування.

Як зазначено в роботі Т.Вахненко, зовнішні позики, що мають тривалі терміни повернення коштів, стають значним джерелом фінансування інвестиційної діяльності в економіці України. Поряд з цим, не варто переоцінювати роль зовнішніх позик у виконанні фундаментальних завдань економічного розвитку. Необхідно мобілізувати внутрішні джерела для інвестицій у національну економіку, а також створити загальні економічні умови для їх ефективного використання. К.С.Єкімова вважає, що державний борг може бути лише у тих випадках, коли всі витрати, здійснені на отримання, обслуговування та виплату заборгованості сприяють збільшенню доходів держави саме у майбутніх періодах. Бажано, щоб кошти, що залучаються, спрямовувалися на інвестиції. Слід відзначити, що суттєвий внесок у вивченні ролі та значення державного боргу в економіці зробили українські науковці — Т.Богдан, В.Дудченко, О.Корнійчук, В.Козюк, С.Юрій. У працях науковців представлено, насамперед, узагальнення закордонного досвіду, теорії і методології управління державним боргом. За Т.В.Черничко виникнення боргу країни може бути зумовлене як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами. До об'єктивних можна віднести: погіршення світової економічної кон'юнктури, що негативно впливає на вітчизняне виробництво; боргові зобов'язання, що виникли у зв'язку з зміною суспільного ладу та переходом прав правонаступництва і пов'язані з

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

попередніми запозиченнями; утворення нових країн у зв'язку з розпадом світових імперій, які накопичили борги; застосування нових виробничих технологій в передових індустріальних країнах та багато іншого. До суб'єктивних можна віднести наступні причини: невірна курсова політика національного банку України; невірно спроектований та затверджений бюджетний закон України; нецільове використання бюджетних коштів; недостатня підготовка та непрозоре проведення тендерів з державних закупок; неефективна господарська діяльність.

Усі роботи згаданих вище авторів носять описовий характер, і в них не подані прогнози сумарного зовнішнього боргу держави і не виявлено причинно–наслідкового зв'язку боргу з основними макроекономічними показниками. Тому дане дослідження присвячене аналізу державного та гарантованого державою зовнішнього боргу України, дефіциту бюджету, витрат та заощаджень населення, встановленню їх трендів динаміки для прогнозування даних показників та визначенню причинно–наслідкового зв'язку між сумарним зовнішнім боргом України, дефіцитом бюджету та витратами і заощадженнями населення на основі економетричного моделювання.

Формування зовнішнього державного боргу України почалося відносно недавно, після отримання Україною незалежності. На момент розпаду СРСР Україна не мала зовнішніх зобов'язань щодо союзних боргів, оскільки Росія взяла на себе відповідальність за всі борги Радянської держави (66 млрд. доларів на кінець 1991 року). З 1992 року в Україні спостерігається поступова активізація зовнішніх запозичень на міжнародних фінансових ринках.

За методикою Світового банку (залежно від дебітора) зовнішній борг держави складається з двох частин: прямого державного та гарантованого державою боргу і приватного негарантованого довгострокового боргу.

Особливою перешкодою є те, що поширені на сьогодні результати статистичної оцінки динаміки державного боргу України не мають єдиної статистичної чи аналітичної бази наскрізного дослідження всього періоду від проголошення Україною незалежності і дотепер. До 1999 року борг обчислювався згідно з методологією МБРР, а з 1999 року — згідно з методологією МВФ. Аналізуючи статистичні дані (табл. 4.1.12), зазначимо, що за період 1996–2016 років динаміка зростання державного та гарантованого державою зовнішнього боргу є нестабільною, оскільки на неї впливали соціально–економічні процеси в Україні, так що її можна розділити на такі періоди: 1996–2006

Моделі сталого розвитку

рр. — період стабільного розвитку економіки (докризисний); 2007–2011 рр. — період стрімкого зростання боргу (кризовий); 2012–2014 рр. — період уповільнення приросту боргу (посткризовий); з 2015 року і дотепер — період нової економічної кризи.

Табл. 4.1.12. Зовнішній державний борг і витрати та заощадження населення України за 1996–2020 роки

Роки	Дефіцит бюджету, % ВВП	Державний та гарантований державою зовнішній борг		Витрати та заощадження населення	
		млрд. дол. США	млрд. грн	млрд. дол. США	млрд. грн
1996		8,9	16,8121	20,6252	38,961
1997		9,7	18,3233	25,3748	47,933
1998		11,6	39,7532	15,57514	53,376
1999		12,5	65,20375	11,41	59,518
2000		10,4	56,57808	15,39962	83,777
2001		10,2	54,79542	19,14242	102,835
2002		10,2	54,33132	34,74505	185,073
2003		10,7	57,05989	40,4433	215,672
2004		12,1	64,36232	51,55681	274,241
2005		11,7	59,95899	74,42465	381,404
2006		11,2	56,56	94,91267	479,309
2007	1,4	15,27	77,1135	123,4236	623,289
2008	1,32	18,53804	97,64354	160,5485	845,641
2009	3,89	26,51868	206,6124	114,7815	894,286
2010	5,94	34,75961	275,8383	138,7639	1101,175
2011	1,79	37,47452	298,582	158,988	1266,753
2012	3,79	38,6588	308,9263	182,436	1457,864
2013	4,45	37,536	300,0252	193,7612	1548,733
2014	4,98	38,7922	461,2315	127,5688	1516,768
2015	2,28	43,4454	949,547	79,7937	1743,979
2016	2,9	45,6046	1127,968	80,4574	2051,381
2017	1,6	48,9894	1374,9955	99,7023	2652,082
2018	1,66	50,4625	1397,2178	119,4386	3248,73
2019	1,96	48,9408	1159,2216	145,1186	3744,06
2020	5,18	53,7208	1518,9348	147,3453	3072,428

Перший період можна охарактеризувати як відносно стабільний,

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

в якому обсяг сумарного зовнішнього боргу у доларах незначно збільшувався з 8,9 млрд. дол. США і досяг найбільшої величини 12,5 млрд. дол. США у 1999 році. В інших роках даного періоду спостерігається його коливання. Згідно динаміки його тренду, що описується лінійною моделлю, середньорічне зростання боргу у докризовий період становило 0,16 млрд. дол. США. Другий період охоплює настання світової економічної кризи, що почалася в кінці 2007 року. У даний період борг зріс у 2,45 рази з 15,27 до 37,47452 млрд. дол. США; у гривневому еквіваленті відповідно у 3,87 рази з 77,1135 до 298,582 млрд. грн. Слід відмітити, що з 2011 році спостерігається сповільнення динаміки приросту боргу, і в 2013 р. — борг мав від’ємний приріст. Третій період характеризується початком становлення стабільної економічної ситуації в державі. У 2013 році борг зменшився на 2,9% у порівнянні з 2012 роком, а в 2014 році борг збільшився тільки на 0,35% відносно 2012 року. Четвертий період (період нової економічної кризи), що почався у 2015 році, знаменується найгіршими та найгострішими для національної економіки економічними показниками.

З 2015 року рівень сумарного державного боргу різко зростає. У 2015 році борг зріс на 14,98% у порівнянні з 2014 роком, а у 2016 році — збільшився на 3,2% у порівнянні з 2015 роком, у 2017 — на 7,43%, в 2018 — на 3,0% відповідно, у 2019 — зменшився на 3,11%, а в 2020 — знову збільшився аж на — 9,77%. Рівень зовнішнього державного та гарантованого державою боргу у 2015 році склав 43,4454 млрд. дол. США (949,547 млрд. грн), у 2016 р. — 45,6046 млрд. дол. США (1127,968 млрд. грн), у 2017 р. — 48,9894 млрд. дол. США (1374,9955 млрд. грн), у 2018 р. — 50,4625 млрд. дол. США (1397,2178 млрд. грн), у 2019 р. — 48,9408 млрд. дол. США (1159,2216 млрд. грн), у 2020 р. — 53,7208 млрд. дол. США (1518,9348 млрд. грн). У четвертому періоді (нова економічна криза) збільшення боргу обумовлене об’єктивними причинами: після зміни влади внаслідок трагічних подій зими 2014 року відбулися кардинальні зміни в політиці держави, що вплинуло на фінансово-економічну сферу. До того ж в цей період відбулася анексія Криму та окупація Сходу України Росією, що призвело до значних витрат з бюджету України на її оборону. Цей рік та наступні роки знаменуються найгіршими та найгострішими для національної економіки економічними показниками.

Результатом різкого зростання дефіциту бюджету та нарощення боргових зобов’язань влітку 2015 року міг би стати технічний дефолт. У дано-

Моделі сталого розвитку

му випадку фінансовим помічником виступив МВФ з метою підтримання української економіки, адже обвал економіки хоча би однієї країни може стати причиною негативних зрушень у міжнародному масштабі.

Для побудови трендів динаміки використали статистичні дані державного та гарантованого державою зовнішнього боргу за 1996–2020 роки. За цей період тренд боргу в доларовому еквіваленті описується такими моделями:

$$\begin{aligned}y &= 2,1185t - 1,1925 \quad (R^2 = 0,8958); \\y &= 0,0696t^2 + 0,3077t + 6,9561 \quad (R^2 = 0,9359); \\y_t &= -0,0095t^3 + 0,4405t^2 - 3,6254t + 16,302 \quad (R^2 = 0,9555).\end{aligned}$$

Зауважимо, що з 1996 року по 1999 рік обсяг боргу в доларах США незначно збільшувався, з 2000 по 2003 роки практично не змінювався, а протягом 2006–2007 років спостерігаються його коливання, як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення у відповідні роки.

Починаючи з 2007 року, відзначаємо значне збільшення державного боргу. Тренд боргу в доларах в період 2007–2016 років описується лінійною моделлю

$$y_t = 2,6549t + 18,625 \quad (R^2 = 0,9035),$$

де t — фактор часу. Для дослідження адекватності моделі використано критерій Фішера. Обчислене $F_{емт} = 112,398$ для рівня надійності $p = 0,95$ є більшим за $F_{кр} = 4,75$, що вказує на адекватність моделі.

Квадратичну модель

$$y_t = -0,1722t^2 + 5,2374t + 11,738 \quad (R^2 = 0,9522)$$

з високим коефіцієнтом детермінації можна було б також використати для прогнозу при непогіршенні економічної ситуації, оскільки вона відображає тенденцію до можливого спаду рівня сумарного зовнішнього державного боргу.

Динаміка боргу в гривні за 1996–2020 роки теж може бути описана квадратичною залежністю

$$y_t = 4,8724t^2 - 67,689t + 207,07 \quad (R^2 = 0,9292),$$

що також вказує на його щорічне зростання.

Деяка відмінність трендів боргу в гривнях та доларах США вочевидь пов'язана з динамікою курсу долара. Зауважимо, що з 1996 року по 1999 рік курс долара США відносно гривні плавно збільшувався з 1,889 до 5,2163 грн, з 1999 року по 2008 рік практично залишався на одному рівні, а в 2009 році стрибкоподібно зростає до 7,7912 грн і залишався постійним до 2012 року. З 2012 року по 2020 рік курс долара США збільшується по майже лінійній залежності $y_t = 4,0074t + 0,3831$

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

($R^2 = 0,9011$). На кінець 2019 року середній курс долара США по відношенню до гривні становить 25,8 грн. На кінець 2020 року середній курс долара США рівний 26,95 грн.

Оскільки зростання суверенного боргу відбувається на тлі постійного дефіцитного фінансування державного бюджету доцільно дослідити залежність сумарного зовнішнього державного боргу України від дефіциту державного бюджету. Простежуються дві вітки зростання: I — з 2007 по 2010 роки, II — з 2011 по 2014 роки, що характеризують докризовий та посткризовий періоди відповідно. У кризовий період дефіцит бюджету зріс у 4,5 рази з 1,32 % до 5,94 % ВВП. У 2011 році завдяки діям уряду відбувся різкий спад дефіциту бюджету до 1,79 % ВВП, після чого дефіцит бюджету щорічно зростав і досяг 4,98 % у 2014 році. В 2015 році уряд зменшив дефіцит бюджету до 2,28 % ВВП. Шляхом побудови економетричних моделей з високим рівнем достовірності у кризовому періоді виявлена пряма лінійна залежність між величиною сумарного зовнішнього державного боргу в гривнях і дефіцитом бюджету виду $y = 41,856x + 32,979$ ($R^2 = 0,9829$), де y — сумарний зовнішній державний борг, x — дефіцит бюджету (% ВВП). Згідно цієї моделі збільшення дефіциту бюджету на 1 % призводило до збільшення сумарного зовнішнього державного боргу на 41,856 млрд. грн. Збільшення дефіциту бюджету на 1 % призводило до зростання боргу на 3,8762 млрд. дол. США згідно моделі $y = 3,8762x + 11,61$ ($R^2 = 0,9717$). Обернена залежність вказує на те, що збільшення боргу на 1 млрд. дол. США призводило до збільшення дефіциту бюджету на 0,2507 % ВВП згідно моделі $y = 0,2507x - 2,8218$ ($R^2 = 0,9717$), де y — дефіцит бюджету (% ВВП), x — сумарний зовнішній державний борг. Тенденція збільшення дефіциту бюджету від боргу в доларовому еквіваленті зберігається і в посткризовому періоді.

Таким чином, без виваженої економічної політики формуватиметься замкнене коло постійного збільшення дефіциту бюджету та державного боргу, що набиратиме оберти, доки уряд не застосує певний набір методів управління боргами. Таке явище отримало назву «боргової спіралі».

Заборгованість держави відображається на соціально-економічних показниках рівня життя населення України: мінімальній та середній зарплатах, прожитковому мінімумі, мінімальній та середній пенсіях, а, відповідно, і на витратах та заощадженнях населення.

Тренд витрат та заощаджень населення в гривнях за 1996–2020 роки

Моделі сталого розвитку

добре описується квадратичною майже функціональною залежністю

$$y_t = 8,9651t^2 - 83,761t + 252,3 \quad (R^2 = 0,9776).$$

Незважаючи на початок економічної кризи в Україні у 2008 році, тренд витрат та заощаджень населення за 2008–2015 роки

$$y_t = 130,17t + 711,12 \quad (R^2 = 0,9585))$$

показує, що рівень даного показника щорічно зростає в середньому на 130,17 млрд. грн. Адекватність моделі перевіримо за критерієм Фішера. Обчислене $F_{\text{емп}} = 13,86$ для рівня надійності $p = 0,95$ є більшим за $F_{\text{кр}} = 5,99$, що вказує на адекватність моделі. В результаті дослідження автокореляції залишків методом Дарбіна–Уотсона розраховано $DW_{\text{емп}} = 1,7772$. Для рівня надійності $p = 0,95$ та $n = 8$ ($d_L = 0,76$; $d_U = 1,33$) неможливо зробити певних висновків про наявність автокореляції. Для нижчого рівня надійності автокореляція відсутня. Для перевірки наявності гетероскедастичності використано тест Глейсера, в якому лінійна регресія абсолютних значень залишків має вигляд $|u_t| = 4,7648t + 26$. Для числа ступенів вільності $k = 6$ та рівня надійності $p = 0,95$ розраховано $t_\beta = 0,1615$ ($t_{\text{кр}} = 2,447$), що свідчить про незначущість кутового коефіцієнту, а отже про відсутність гетероскедастичності.

Тренд витрат та заощаджень населення в доларах США в загальному дуже добре описується кубічною моделлю, що відображає загальну тенденцію розвитку

$$y_t = -0,0362t^3 + 1,0171t^2 + 1,3096t + 2,3335 \quad (R^2 = 0,7198).$$

Проте, на нашу думку, цей тренд доцільно розділити на три періоди: з 1996 по 2000 роки спостерігалось несуттєве коливання значень даного показника; з 2001 по 2008 роки (стабільний розвиток економіки) відбувалось зростання витрат та заощаджень населення на 19,28 млрд. дол. США в середньому щорічно по майже лінійній залежності; у 2009 році у зв'язку з значним зростанням курсу долара США спостерігалось значне зменшення даного показника у доларах США у порівнянні з 2008 роком. Проте з 2009 року по 2013 рік (економічна криза, що супроводжувалася суттєвим зростанням курсу долара США) значення даного показника продовжувало зростати з 114,782 до 193,761 млрд. дол. США, в середньому за рік на 20,163 млрд. дол. США. З 2014 року до 2015 року спостерігається значний спад витрат та заощаджень населення у доларах США від 127,569 до 79,794 млрд. дол. США у зв'язку з новим стрибкоподібним зростанням курсу долара США. З 2016 року почалось зростання з 80,457 млрд. дол. США до 147,345 млрд. дол. США. Оскільки світові показники стандарту

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

життя населення прийнято вимірювати в доларах США, необхідно відмітити все-таки зубожіння населення України.

Важливо дослідити, як впливає борг у гривнях на витрати та заощадження у гривнях. У період 1996–2013 років спостерігається тенденція до зростання витрат та заощаджень поряд із нарощуванням боргу у гривнях. Побудована економетрична модель

$$y = 2,198x + 256,87 \quad (R^2 = 0,8848),$$

де y — витрати та заощадження (млрд. грн), x — борг (млрд. грн), показує, що зростання боргу на 1 млрд. грн супроводжувалось зростанням витрат та заощаджень населення на 2,198 млрд. грн. Це показує, що частково борг йде на підтримання соціальних стандартів рівня життя населення. Розширення видатків бюджету за рахунок боргового фінансування призводить до зростання номінальних доходів населення безпосередньо (через заробітну плату працівників бюджетної сфери, соціальні трансферти тощо) й опосередковано (через видатки на інші напрями, які впливають на номінальні доходи громадян). Це викликає збільшення попиту поряд із нездатністю економіки збільшувати виробництво суспільного продукту, що є одним із факторів зростання цін. В період 2014–2015 років спостерігається тенденція до уповільнення позитивного впливу зовнішніх запозичень на витрати та заощадження населення, оскільки з об'єктивних причин йде згортання соціальних програм.

Залежність витрат та заощаджень у доларах США від боргу у доларах США може бути описана квадратичною залежністю

$$y = 0,0094x^3 - 1,0658x^2 + 37,171x - 249,38 \quad (R^2 = 0,732).$$

Зауважимо, що з 1996 по 2008 рік йде зростання витрат та заощаджень у доларах США разом із нарощуванням боргу у доларах США. У 2009 році у зв'язку з різким зростанням курсу долара США відбувається спад витрат та заощаджень у доларах США, після чого спостерігається зростання цієї величини, яка досягає максимуму у 2013 році до 193,7672 млрд. дол. США, а з 2014 року відбувається її спад у зв'язку з новим «стрибком» зростання курсу долара США, зменшення витрат та заощаджень спостерігається також у 2015 році. З 2016 року відбувається їх збільшення. При цьому борг у доларах США постійно зростає окрім 2019 року. Це свідчить про значний відтік запозичених коштів на подолання негативних наслідків війни на Сході України, а також неефективне використання запозичених іноземних коштів.

Слід зауважити, що вплив боргу на витрати та заощадження населення може відбуватися з деяким запізненням, або часовим лагом.

Моделі сталого розвитку

Для обґрунтування лагу чи лагів використаємо взаємну кореляційну функцію, розраховані значення якої подані в таблиці 4.1.13, з якої видно, що найбільше значення взаємна кореляційна функція досягає через рік, тобто позитивні результати від зовнішніх запозичень у поточному періоді проявляться наступного року. Відповідно дану залежність можна описати:

- лінійною моделлю — $y_t = 4,2848x_{t-1} + 98,465$ ($R^2 = 0,8702$)
- квадратичною моделлю — $y_t = -0,0086x_{t-1}^2 + 7,8382x_{t-1} - 88,427$ ($R^2 = 0,9119$).

Табл. 4.1.13. Взаємна кореляційна функція залежності витрат та заощаджень населення від державного боргу в гривнях

Лаг часу	$\tau = 0$	$\tau = 1$	$\tau = 2$	$\tau = 3$	$\tau = 4$	$\tau = 5$
Коефіцієнт кореляції	0,8344	0,9328	0,9129	0,8654	0,7977	0,7307

З лінійної моделі випливає, що збільшення сумарного зовнішнього державного та гарантованого державою боргу в гривнях на 1 млрд. супроводжується збільшенням витрат та заощаджень населення через рік на 4,2848 млрд. грн. Проте, враховуючи постійну девальвацію гривні відносно долара США та значні витрати на обслуговування зовнішнього боргу, не можна точно спрогнозувати вплив зовнішнього боргу держави на зростання доходів та витрат населення у гривневому еквіваленті.

Оскільки однією з світових валют є долар США, проведемо аналіз впливу боргу в доларах США на витрати та заощадження населення в доларах США. Аналогічно в таблиці 4.1.14 подані розраховані значення взаємної кореляційної функції залежності цих показників.

Табл. 4.1.14. Взаємна кореляційна функція залежності витрат та заощаджень населення від державного боргу в доларовому еквіваленті

Лаг часу	$\tau = 0$	$\tau = 1$	$\tau = 2$	$\tau = 3$	$\tau = 4$	$\tau = 5$
Коефіцієнт кореляції	0,7594	0,7241	0,6325	0,5064	0,3391	0,1565

З таблиці 4.1.14 видно, що, максимального значення взаємна кореляційна функція досягає в поточному році. Модель залежності витрат та заощаджень населення від державного боргу в доларовому еквіваленті має вигляд

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

$$y_t = 3,6858x_t + 8,5895 \quad (R^2 = 0,5766).$$

Отже, збільшення боргу у даному періоді на 1 млрд. дол. США супроводжується збільшенням витрат та заощаджень населення у цьому ж періоді на 3,6858 млрд. дол. США. Різниця у величинах зрушення у гривневому та доларовому еквівалентах виникла через девальвацію курсу гривні. Адекватність усіх запропонованих вище економетричних моделей підтвердилась в результаті перевірки згідно відомих критеріїв.

Оскільки борг є випадковою величиною, то для детальнішого аналізу побудовано економетричну модель з інструментальними змінними залежності витрат та заощаджень від величини боргу у гривнях, що має вигляд

$$y_t = 45,43005 + 1,067699y_{t-1} + 0,024325x_t \quad (R^2 = 0,9854),$$

де y_t — витрати та заощадження (млрд. грн) у t -му періоді, y_{t-1} — витрати та заощадження в попередньому періоді, x_t — борг (млрд. грн) у t -му періоді. З моделі випливає, що витрати та заощадження мають накопичувальний характер, оскільки зростання рівня витрат та заощаджень в поточному році на 1 млрд. грн приводить до зростання витрат та заощаджень населення на 1,067699 млрд. грн в наступному році. Зростання боргу в поточному році на 1 млрд. грн приводить до зростання витрат та заощаджень у тому ж році на 0,024325 млрд. грн. Для аналізу адекватності побудованої економетричної моделі обчислено стандартні похибки оцінок параметрів моделі, що відповідно дорівнюють $S_{a_0} = 27,2874$; $S_{a_1} = 0,0740$; $S_{a_2} = 0,1858$ та емпіричні значення t -критерію Стьюдента: $t_{a_0} = 1,6649$; $t_{a_1} = 14,4282$; $t_{a_2} = 0,1309$, порівняння яких з критичними значеннями t -критерію Стьюдента вказує на значущість або високу достовірність оцінюваного параметра при заданій величині витрат та заощаджень, зсунутих на одиничний лаг часу. Звідси випливає, що з високою мірою достовірності оцінюваний параметр при заданій величині витрат та заощаджень є значущим.

З моделі випливає, що борг позитивно, але недостатньо суттєво впливає на витрати та заощадження населення. Це зумовлено політичною і економічною кризою, а також збільшенням видатків уряду України на оборону країни у зв'язку з тривалим військовим конфліктом на Сході України та збільшенням витрат уряду з обслуговування власних боргових зобов'язань.

4.1.4. Економіко-математичне моделювання, статистично-економетричний аналіз та оцінка зовнішньоекономічної діяльності України

Зовнішня торгівля значною мірою впливає на зростання валового внутрішнього продукту (ВВП) країни, як основного джерела формування доходів суб'єктів фінансових відносин. Доведено, що позитивний вплив на зростання ВВП країни має експортно-імпортна діяльність держави, особливо в умовах високої як продуктивності, так і конкурентоспроможності вітчизняної продукції. Зокрема, найбільш поширеним є аналіз структури ВВП за кінцевим використанням — за сукупними витратами. Така структура описується формулою:

$$ВВП = СВ + ВІ + ДЗ + ЧЕ,$$

де *ВВП* — валовий внутрішній продукт;

СВ — споживчі витрати;

ВІ — валові інвестиції;

ДЗ — державна закупівля товарів і послуг;

ЧЕ — чистий експорт.

Таким чином, чистий експорт як різниця між експортом та імпортом є однією із основних складових валового внутрішнього продукту. Зокрема для «вимірювання зовнішньої торгівлі» визначальними є обсяги експорту та імпорту, що складають основу для розрахунку інших показників розвитку зовнішньої торгівлі. Для аналізу протікання торгівлі можна провести компаративний аналіз основних показників на основі абсолютних, відносних величин і описових статистик. Також для аналізу експортно-імпортних операцій доцільно використовувати коефіцієнт залежності економіки країни від імпорту. Важливим показником для аналізу є також коефіцієнт покриття експорту імпортом.

Протягом 2006–2020 років імпорт товарів та послуг в Україну перевищує їх експорт, що свідчить про орієнтацію вітчизняного ринку не на розвиток власного виробництва товарів та послуг, необхідних для забезпечення потреб населення, а на імпорт їх необхідного обсягу та експорт здебільшого сировини, включаючи деревину, яка є дуже повільно відновлювальним ресурсом, що також значно погіршує екологічну ситуацію в окремих регіонах. Це сприяє утворенню додаткової вартості виробленої продукції за кордоном, але не у власних підприємств та фірм. Таким чином, на даний час Україна не відноситься до високо розвинутих країн, в яких значення вартості експортованої

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

продукції та послуг є більшим по відношенню до їх імпорту.

Останнім часом Україна має певні проблеми із сальдо зовнішньоторгових операцій (різниця між обсягами експорту та імпорту), значення якого досить часто є від'ємним, що свідчить про більшу вартість товарів та послуг, які наша країна імпортує у порівнянні з їх експортом за виключенням 2005 року (табл. 4.1.15).

Табл. 4.1 15. Зовнішньоторговельний баланс України

Роки	Номінальний ВВП, млрд. грн	Експорт товарів та послуг, млрд. грн	Імпорт товарів та послуг, млрд. грн	Коефіцієнт імпоротної залежності	Коефіцієнт покриття експорту імпортом	Сальдо, млрд. грн
2005	441,452	227,252	223,555	0,51	1,02	3,697
2006	544,153	253,707	269,200	0,49	0,94	-15,493
2007	720,731	323,205	364,373	0,51	0,89	-41,168
2008	948,056	444,859	520,588	0,55	0,85	-75,729
2009	913,345	423,564	438,860	0,48	0,97	-15,296
2010	1082,569	549,365	580,944	0,54	0,95	-31,579
2011	1316,6	707,953	779,028	0,59	0,91	-71,075
2012	1408,889	717,347	835,394	0,59	0,86	-118,047
2013	1454,931	681,899	805,662	0,55	0,85	-123,763
2014	1566,728	770,121	834,133	0,53	0,92	-64,012
2015	1979,458	1044,541	1084,016	0,55	0,96	-39,475
2016	2383,182	1174,625	1323,127	0,56	0,89	-148,502
2017	2982,92	1430,230	1618,749	0,54	0,88	-188,519
2018	3558,706	1608,890	1914,893	0,54	0,84	-306,003
2019	3974,564	1636,416	1947,599	0,49	0,84	-311,183
2020	4194,102	1637,399	1681,526	0,40	0,97	-44,127

Джерело: розроблено авторами

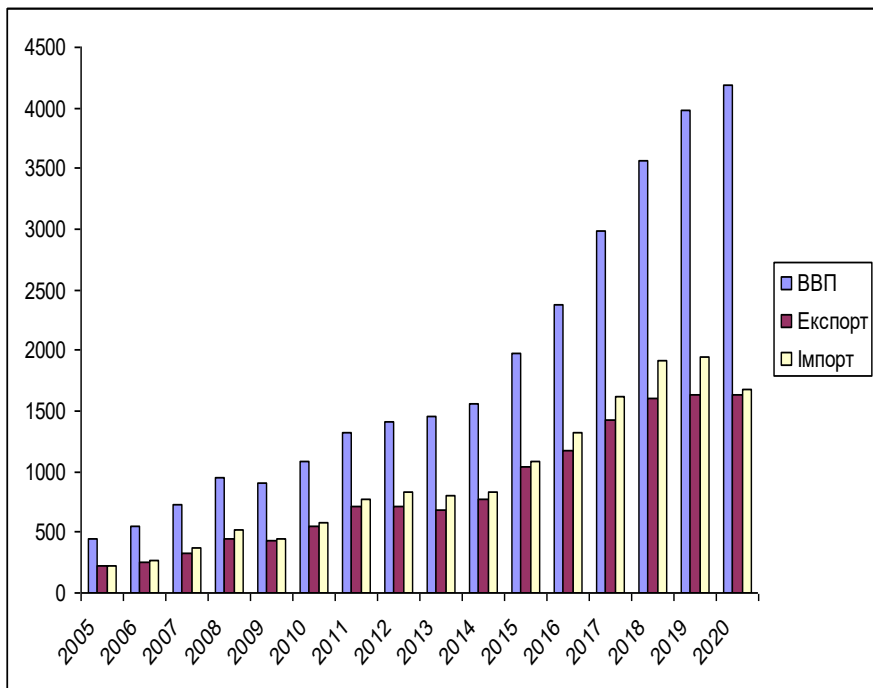


Рис. 4.1.1. Динаміка ВВП, експорту та імпорту України за 2005–2020 роки у гривневому еквіваленті

Обчислимо економетричну модель залежності номінального ВВП від експорту України за статистичними даними 2005–2020 років:

$$y = 2,3899x - 194,219 \quad (R = 0,9859),$$

де фактор–аргумент x — експорт товарів та послуг, y — номінальний ВВП. Значення коефіцієнту множинної кореляції, емпіричні значення критерію Фішера (484,89) і статистики Стьюдента для коефіцієнту фактора–аргументу (22,02) свідчать про адекватність регресійної залежності; відповідне значення p — величини ($2,91E-12$) відображає високий рівень значущості фактору–аргументу x (експорту товарів та послуг) на 1% рівні значущості або 99% достовірності. Якщо експорт товарів та послуг зростає на 1 млрд. грн, то номінальний ВВП зростає в середньому на 2,3899 млрд. грн. Дослідимо також економетричну модель залежності номінального ВВП від імпорту України за статистичними даними 2005–2020 років:

$$y = 2,0583x - 116,243 \quad (R = 0,9766),$$

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

де фактор–аргумент x — імпорт товарів та послуг, y — номінальний ВВП. Значення коефіцієнту множинної кореляції, емпіричні значення критерію Фішера (288,0) і статистики Стьюдента для коефіцієнту фактору–аргументу (16,97) свідчать про адекватність регресійної залежності; відповідне значення p — величини (9,84E–11) відображає високий рівень значущості фактора–аргументу x (імпорту товарів та послуг) на 1% рівні значущості або 99% достовірності. Якщо експорт товарів та послуг зростає на 1 млрд. грн, то номінальний ВВП зростає в середньому на 2,0583 млрд. грн. Необхідно відмітити наявність щільного зв'язку також між експортом та імпортом товарів і послуг (коефіцієнт парної кореляції рівний 0,9938).

Одним із показників збалансованості зовнішньої торгівлі вважається ступінь імпортової залежності економіки країни:

$$K_1 = \frac{I}{ВВП},$$

де I — імпорт, ВВП — валовий внутрішній продукт. Якщо цей показник є меншим 0,15 (або 15% у відсотковому співвідношенні), то такі операції є достатньо безпечними. Також дуже важливим є показник покриття експорту імпортом, що визначається як відношення доходів від експорту до витрат на імпорт (може вимірюватись у відсотках):

$$K_2 = \frac{E}{I},$$

де E — експорт. Тому подальше дослідження включає розрахунок та аналіз цих показників (табл. 4.1.15). Найменші значення коефіцієнту імпортової залежності (менші 0,5) спостерігаються у 2006, 2009, 2019 роках та найменше, рівне 0,4, у 2020 році. Найбільші, рівні 0,59, у 2011 та 2012 роках. Зауважимо, що даний коефіцієнт став меншим у 2019 році у порівнянні з попереднім роком (з 0,54 до 0,49), а у 2020 році ще зменшився до 0,4, що є позитивною тенденцією. Хоча на всьому досліджуваному періоді відображається тенденція до збереження імпортової залежності України. Аналогічно, значення коефіцієнтів покриття експорту імпортом відображають незбалансованість зовнішньоекономічної діяльності, що здійснюється Україною. Вони є меншими від одиниці майже на всьому досліджуваному періоді, за виключенням 2005 року, в якому цей показник дорівнював 1,02. Таким чином, тільки у даному році значення експорту товарів та послуг перевищувало значення їх імпорту. Зауважимо, що найменше значен-

Моделі сталого розвитку

ня коефіцієнту покриття експорту імпортом, рівне 0,84, відмічається в 2018 та 2019 роках, а за останній 2020 рік цей показник дещо покращився і став рівним 0,97. Таким чином, протягом 2006–2020 років спостерігається обернена, не сприятлива для України тенденція меншого значення вартості експорту товарів і послуг у порівнянні з їх імпортом. Відмітимо, що найкращі значення показників не завжди співпадають. Тому для більш детального аналізу потрібно використовувати їх разом, а також й інші коефіцієнти.

Необхідно відмітити, що у 2019 році негативний баланс експортно–імпортних операцій дещо покращився. За 2019 рік експорт товарів і послуг зріс на 11,2% (до 63,68 млрд. американських доларів), тоді як імпорт — тільки на 6% (до 67,31 млрд. американських доларів). Водночас у торгівлі товарами імпорт зростав випереджальними темпами — на 6,3% (до 60,78 млрд. дол. США), тоді як експорт — на 5,8% (до 50,06 млрд. дол. США). Тому дефіцит зовнішньої торгівлі України у 2019 році скоротився на 41,5% — до 3,63 млрд. американських доларів. Негативне сальдо зовнішньоторговельного балансу України зберігалось і в 2020 році, хоча в першому кварталі минулого року дефіцит зовнішньої торгівлі скоротився до 9,4 млн. американських доларів у порівнянні з 437,9 млн. американських доларів за аналогічний квартал 2019 року. В експрес–випуску від 15.12.2020 Державної служби статистики України повідомляється, що у січні–жовтні 2020 року експорт товарів зменшився і становив 39633,5 млн. дол. США, або 95,2% порівняно із січнем–жовтнем 2019 року імпорт також зменшився до 42987,0 млн. дол. США, або 85,7%. Хоча експорт та імпорт товарів дещо зменшився у доларовому вимірі, зовнішньоторговельний баланс покращився: негативне сальдо також зменшилось і було рівним 3353,5 млн. дол. США в останньому періоді (у порівнянні з січнем–жовтнем 2019 року, в якому сальдо також було негативним –8496,3 млн. дол. США). Коефіцієнт покриття експортом імпорту у даному періоді становив 0,92, що є більшим у порівнянні з таким же ж терміном попереднього року, який був рівний 0,83. Зовнішньоторговельний оборот товарів та послуг України у 2020 році становив 118.3 млрд. доларів США та у порівнянні з 2019 роком зменшився на 13.5 млрд. доларів США, тобто на 10.2%. Сальдо торговельного балансу товарів та послуг стало від’ємним та становило 118.3 млрд. доларів США. Але дещо покращилось у порівнянні з 2019 роком на 3.4 млрд. доларів США. Зовнішньоторговельний оборот товарів та послуг України у 2020 році

Розділ 4. Економіко-математичне моделювання

становив 118.3 млрд. доларів США та у порівнянні з 2019 роком зменшився на 13.5 млрд. доларів США, тобто на 10.2%. Сальдо торговельного балансу товарів та послуг стало від'ємним та становило 118.3 млрд. доларів США. Але дещо покращилось у порівнянні з 2019 роком на 3.4 млрд. доларів США. Експорт товарів у 2020 році зменшився у порівнянні з 2019 роком на 1,7% (на 841,7 млн. дол. США) і склав 49,2 млрд. дол. США.

Негативним для покращення зовнішньоторговельного балансу України є вплив COVID-19 та відповідні обмежувальні заходи країн у міжнародній торгівлі. Також в Україні спостерігається високий рівень корупції та неефективне управління, що не є сприятливим для ефективної міжнародної торгівлі.

У зв'язку з вищенаведеними даними Україні потрібно наполегливо працювати у напрямку збільшення експортних операцій, одержання позитивного платіжного балансу, наряду із зменшенням нецільового і неефективного використання грошових ресурсів та ліквідації корупції, використовуючи та впроваджуючи інноваційні методи виробництва та менеджменту, прийняття оптимальних управлінських рішень. Зауважимо, що значення коефіцієнтів імпортої залежності і покриття експортом імпорту значно перевищують допустимий рівень протягом майже всього досліджуваного періоду. Негативне сальдо експортно-імпортних операцій за 2006–2020 роки також свідчить про деякі дисбаланси у зовнішньоторгових відносинах України. У зв'язку з цим необхідно розробляти та впроваджувати економічні і політичні рішення щодо збільшення експорту українських товарів та послуг та зменшення імпортої залежності.

4.2. Економіко-математичне моделювання на мікрорівні

4.2.1. Економіко-математичне моделювання процесів функціонування підприємств в умовах невизначеності та ризику

У сучасних умовах глобальної світової економічної кризи, зумовленої коронавірусною інфекцією, особливу увагу потрібно надавати вдосконаленню процесу управління діяльністю підприємств з використанням економіко-математичного моделювання та математичного апарату прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику.

Розглянемо економіко-математичну модель процесу функціонування підприємства, використання якої забезпечить одержання оптимального управлінського рішення при умові максимізації його загаль-

Моделі сталого розвитку

2. Березька К. М., Неміш В. М. Фінансова математика: Навчальний посібник. Тернопіль: ТНЕУ, 2010. 195 с.
3. Клименко С.М., Дуброва О.С. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків : навч. посібник. Київ : КНЕУ, 2005. 252 с.
4. Ілляшенко С.М. Економічний ризик : навч. посібник. 2-е вид., доп., перероб. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 220 с.
5. Клебанова Т.С., Раевнева Е.В. Теория экономического риска : учебное пособие. Харьков : Изд. ХГЭУ, 2001. 132 с.
6. Долінський Л.Б. Фінансові обчислення та аналіз цінних паперів : навч. посіб. Київ : Майстер-клас, 2005. 192 с.
7. Вітлінський В.В., Верченко П.І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. Київ : КНЕУ, 2000. 292 с.
8. Івченко І.Ю. Економічні ризики: навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 304 с.
9. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик в менеджменті. Київ : ТОВ „Борисфен-М”, 1996. 336 с.
10. Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск. Москва : Знание, 1992. 62 с.
11. Христиановский В.В., Полшков Ю.Н., Щербина В.П. Экономический риск и методы его измерения. Донецк : ДонГУ, 1999. 250 с.

Розділ 4

4.1.1–4.2.3

1. Економіко–математичне моделювання. Навч. пос. / За ред. О.Т.Іващука. Тернопіль: Економічна думка, 2008. 704с.
2. Державна служба статистики, 1995.
3. Державна служба статистики, 1999.
4. Державна служба статистики, 2007.

Список використаних джерел

5. Основні показники економічного та соціального стану України за 1991–2001 роки. Основні показники економічного та соціального стану України за 1991–2001 роки [Текст] / Національний банк України // Бюлетень НБУ. 2009. №4. 68–75 с.
6. Основні показники економічного розвитку [Текст] / Національний банк України // Бюлетень НБУ. 2012. №10. 46–47 с.
7. Державний та гарантований державою борг України на 31.12.2013р. [Ел.ресурс]/ Міністерство фінансів України. Режим доступу:
www.minfin.gov.ua/file/link/383889/file/debt_31.12.2013.pdf.
8. Зовнішній борг України на кінець 2013 року [Ел.ресурс]/ Національний Банк України. Режим доступу:
www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id==71174.
9. Державна служба статистики України, 1996–2020. [Електронний ресурс] / Держстат України – Режим доступу www.ukrstat.gov.ua
10. Указ Президента України «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» від 30 вересня 2019 р. [Електронний ресурс] / Режим доступу
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>
11. Прожитковий мінімум в Україні [Електронний ресурс] / Міністерство фінансів України Режим доступу
[index.minfin.com.ua/ index/wage](http://index.minfin.com.ua/index/wage).
12. Мінімальна зарплата в Україні [Електронний ресурс] / Міністерство фінансів України Режим доступу
index.minfin.com.ua/ index/salary.
13. Середня зарплата в Україні [Електронний ресурс] / Міністерство фінансів України Режим доступу index.minfin.com.ua/ index/average.
14. В. Malyniak, О. Martyniuk, О. Kurylenko (2019) “Corruption and efficiency of public spending in states with various public

- management types”, *Economic Annals*–XXI: Volum 178, Issue 7–8, pp. 17–27.
15. S. Shevelova, S. Plaskon (2018) “Is the Ukrainian economy’s absorptive capacity appropriate to attract foreign direct investment and facilitate economic growth?”, *International Journal of Emerging Markets* 13 (6), pp. 1928–1947.
 16. Селіверстова О. І. Боргова безпека як елемент фінансової безпеки [Ел. ресурс] / І. О. Селіверстова, О. Ю. Лашченко, С. І. Шапошнікова // Проблеми системного підходу в економіці. Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/e.journals/pspe/2010_3/Laschenko_310.htm.
 17. Рожко О. Управління суверенними боргами як інструмент макроекономічної стабілізації [Текст] / Банківська справа– 2013. №1–12. 46–59 ст.
 18. Новак Е. Введение в методы эконометрики: сборник задач [Текст] / Едвард Новак;: пер. с польск.; под ред. И. И. Елисейевой. М.: Финансы и статистика, 2004. 248 с.
 19. Кучер Г., Калитчук В. Вплив державного боргу на економічне становище в Україні//Вісник КНЕУ. 2007. №1. С.45–47.
 20. Вахненко Т. Концептуальні засади управління зовнішнім національним боргом України//Економіка України. 2007. № 1. С.14–24.
 21. Г.Кармелюк, С.Пласконь, Г.Сенів. Оптимізація управління банківськими операціями. / Технологический аудит и резервы производства. №3/3 (17), 2014, с.14–17.
 22. Ganna Karmeliuk, Svitlana Plaskon. Econometric analysis dependence of the external debt of Ukraine from import, export and net export. / *Quantitative Methods in Accounting and Finance*. 2016. p. 66–75.
 23. Ganna Karmeliuk, Svitlana Plaskon. Econometric modeling of the external debt of Ukraine. / *Quantitative Methods in Accounting and Finance*. 2016. №434. p. 63–68.

Список використаних джерел

24. Чабан В.В. Рівень життя населення як показник стану економіки країни // Економічний вісник університету 2016. №31(1) С.183–189.
25. Г.І.Кармелюк, С.А.Пласконь, Г.В.Сенів. Моделювання взаємозв'язку державного та гарантованого державою зовнішнього боргу України з дефіцитом бюджету і витратами та заощадженнями населення/Журнал європейської економіки: Тернопіль 2017. Том 16 №1 (60) С.58–80.
26. Г.І.Кармелюк, С.А.Пласконь, Г.В.Сенів. Математичне моделювання впливу зовнішнього боргу України на рівень життя населення // Вісник ТНЕУ: Тернопіль. 2017. №1. С.21–38.
27. Лаговський В.В. Статистичний аналіз динаміки рівня заробітної плати в Україні / Ефективна економіка. № 6. 2017. [Електронний ресурс]/Доступ: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5643>
28. Кравчук А.О, Купівельна спроможність заробітної плати як основа фінансової стабільності держави / Фінансові дослідження. № 1 (2). 2017. С. 29–37.
29. Алавердян Л. М., Романенко О. В. Сучасні реалії та перспективи розвитку зовнішньої торгівлі України з іншими країнами світу. Ефективна економіка. 2019. № 4 С. 1–10. Режим доступу
30. Дзюбановська Н.В. Проблеми вимірювання зовнішньої торгівлі країни // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2016. Вип. 19. Ч. 1. С. 22–25.
31. Голубова Г.В. Статистичний аналіз зовнішньої торгівлі України // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія Економічна. 2014. № 1096, вип. 86, сер. «Економічна». С. 89–94.
32. Краснодєд Т.Л. Аналіз експортно–імпортних операцій України на сучасному етапі // Ужгородський національний університет. 2018. Вип. 22. Ч. 2. С. 32–35.

Моделі сталого розвитку

33. Бутко М. Методологія оцінки ролі експортного потенціалу в економічному розвитку регіону [Електронний ресурс] / М. Бутко, М. Козік // Економіст. 2015. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/jpdf/econ_2015_10_4.pdf
34. Михайлов В.С. Деякі методологічні питання побудови індексів зовнішньої торгівлі в Україні / В. Михайлов // Статистика України, 2004. № 2. С. 21–23.

4.2.4

1. Лук'яненко І. Прогнозування податкових надходжень за допомогою моделей корегування помилки / І. Лук'яненко, Ю. Городніченко // Фінанси України. 2001. № 7. С. 89–9]
2. Березька К. М. Деякі аспекти прогнозування обсягів портфельних інвестицій в Україну / К. М. Березька, В.В. Маслій // Матеріали VIII-ої міжнародної конференції «Актуальні проблеми економіки 2014», м. Київ, 12 грудня 2014 р. К.: Національна академія управління, 2015. С. 7 – 12.

4.2.5–4.2.7

1. Братусь А. С., Новожилов А.С., Платонов А. П. Динамические системы и модели биологии. Москва : Физматлит, 2010. 400 с.
2. Алілуйко А.М. Дослідження динаміки взаємодії підприємств з використанням конкурентної моделі Лоткі–Вольтерра. Східно–Європейський журнал передових технологій. 2013. №1/3 (61). С. 25–29.
3. Алілуйко А.М. Дослідження конкурентної взаємодії на ринку послуг мобільного зв'язку. Інноваційна економіка. 2013. №2 (40). С. 221–226.
4. Vossara N. Modeling complex systems. New York : Springer–Verlag, 2003. 397 p.
5. Колесников А. А. Синергетические методы управления сложными системами: Теория системного синтеза. Москва : КомКнига, 2006. 240 с.