

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ ЗВЕДЕНОГО БЮДЖЕТУ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ

FORECASTING OF TAX REVENUES OF THE CONSOLIDATED BUDGET OF UKRAINE BASED ON TIME SERIES ANALYSIS

У статті досліджено питання прогнозування податкових надходжень зведеного бюджету України на основі аналізу часових рядів. Методологічною основою дослідження стали загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема методи теоретичного узагальнення, аналізу, синтезу, а також методи економіко-математичного моделювання з використанням програмного середовища R Studio. Використовуючи підхід Бокса-Дженкінса для розроблення авторегресійної інтегрованої моделі ковзної середньої було обґрунтовано, що зміна темпу приросту податкових надходжень описується моделлю ковзної середньої із сезонною компонентою – ARIMA (0,0,1)(0,1,0)₁₂. Для перевірки моделі було розраховано прогнозні значення приросту податкових надходжень у січні – травні 2020 року та зіставлено їх із фактичними значеннями у цьому періоді. На основі цієї моделі було розраховано прогнозні значення приросту податкових надходжень у червні – грудні 2020 р.

Ключові слова: зведений бюджет, моделювання, податкові надходження, прогнозування, часові ряди.

В статті досліджені питання прогнозування податкових надходжень зведеного бюджету України на основі аналізу часових рядів. Методологічною основою дослідження стали загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема методи теоретичного узагальнення, аналізу, синтезу, а також методи економіко-математичного моделювання з використанням програмного середовища R Studio. Використовуючи підхід Бокса-Дженкінса для розроблення авторегресійної інтегрованої моделі ковзної середньої було обґрунтовано, що зміна темпу приросту податкових надходжень описується моделлю ковзної середньої із сезонною компонентою – ARIMA (0,0,1)(0,1,0)₁₂. Для перевірки моделі було розраховано прогнозні значення приросту податкових надходжень у січні – травні 2020 року та зіставлено їх із фактичними значеннями у цьому періоді. На основі цієї моделі було розраховано прогнозні значення приросту податкових надходжень у червні – грудні 2020 р.

Ключевые слова: сводный бюджет, моделирование, налоговые поступления, прогнозирование, временные ряды.

УДК 336.22

<https://doi.org/10.32843/bses.55-30>

Полчанов А.Ю.

д.е.н., доцент,
доцент кафедри
фінансів і кредиту
Державний університет
«Житомирська політехніка»

Polchanov Andrii

Zhytomyr Polytechnic State University

The article examines the issues of forecasting tax revenues of the consolidated budget of Ukraine based on the time series analysis. The purpose of the article is to identify patterns of changes in tax revenues of the consolidated budget of Ukraine and the formation of the corresponding forecast. The methodological basis of the study was general and special research methods, in particular methods of theoretical generalization, analysis, synthesis, as well as methods of economic and mathematical modeling using the software environment R Studio. The information base of the study was the monthly data on the implementation of state and local budgets in terms of tax revenues during January 2011 – June 2020 from State Treasury Service of Ukraine database. It is determined that during 2011–2019 total revenues of the consolidated budget of Ukraine have increased from UAH 398.6 billion to UAH 41289.8 billion, or nearly 3 times, and tax revenues accounted for more than 80% of the consolidated budget revenues of Ukraine, in particular through the payment of personal income tax, corporate profit tax, value added tax and excise tax. Using the Box-Jenkins approach to develop an autoregressive integrated moving average model, it was substantiated that the change in the growth rate of tax revenues is described by the moving average model with a seasonal component – ARIMA (0,0,1)(0,1,0)₁₂. The existence of seasonality in the change of tax revenues was found, in particular, a decrease in the growth rate of tax revenues during December-January and their growth in August. To test the model, the forecast values of the growth of tax revenues in January-May 2020 were calculated and compared with their actual values in this period. Based on this model, the forecast values of the growth of tax revenues in June-December 2020 were calculated and it was established that by the end of 2020 the volume of tax revenues in the consolidated budget of Ukraine will amount to about UAH 1,000.539 billion. The practical value of this study is to be able to predict the changes in tax revenues of the consolidated budget of Ukraine in the short run for improving the financial policy of the government and local authorities.

Key words: consolidated budget, modeling, tax revenues, forecasts, time series.

Постановка проблеми. Сучасний стан розвитку сфери публічних фінансів свідчить про вагомий роль податків у забезпеченні виконання державної своєї функції. Саме податкові надходження як основна складова доходів державного та місцевих бюджетів формують основу фінансового потенціалу держави. Особливо гострою проблема ефективного управління публічними фінансами є в умовах боротьби з поширенням коронавірусу COVID-19 та триваючого воєнного конфлікту. З огляду на це питання прогнозування зміни обсягу податкових надходжень в Україні є надзвичайно актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У закордонних публікаціях питання прогнозування податкових надходжень було розглянуто у дослідженнях таких вчених як Е. Сабай та М. Кахвеці [4], М. Кітхуре, А. Шаїті та А. Шанїоя [1], Ш. Ліу та Х. Шанг [3], Д. Стреймікієне, Р. Рахеем Ахмед, Й. Вейнхардт, С. Гхаурі та С. Захід [5], Т.-Х. Лее та С. Кшак [2], Й. Уррутіа, Ф. Мінго, Ц. Балмацеда [6] на прикладі таких країн як Албанія, Кенія, Китай, Пакситан, Південна Корея, Філіппіни відповідно.

Щодо прогнозування податкових надходжень в Україні, то слід відмітити здобутки О.В. Зварича [7], І.Г. Лукяненко та О. Ветренко [8] щодо розвитку методології прогнозування, розроблені групою дослідників з Науково-дослідного інституту фінансового права прогнози бюджетних показників [10], а також дослідження Офісу з фінансового та економічного аналізу у Верховній Раді України щодо прогнозування окремих податків [9]. В той же час при

побудові прогнозів використовувались, як правило, річні або кварталні дані, про те в умовах складної епідеміологічної та військово-політичної ситуації для оперативного реагування на виклики національної безпеки необхідним є використання місячних даних.

Постановка завдання. Метою статті є виявлення закономірностей зміни податкових надходжень до зведеного бюджету України та формування відповідного прогнозу до кінця 2020 року.

Методологічною основою дослідження стали загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема методи теоретичного узагальнення, аналізу, синтезу, а також методи економіко-математичного моделювання. Основною при розробці авторегресійної інтегрованої моделі ковзної середньої (ARIMA) з урахуванням сезонної компоненти для прогнозування податкових надходжень було використано підхід Бокса-Дженкінса для ідентифікації, оцінки та перевірки моделі. Для проведення розрахунків було використано програмне середовище R Studio.

Інформаційною базою дослідження стали щомісячні дані про виконання державного та місцевих бюджетів в частині податкових надходжень протягом січня 2011 р. – червня 2020 р. Наявні дані було поділено на навчальну та тестову вибірку, що включають дані за січень 2011 р. – грудень 2019 р. та за січень – травень місяці 2020 р. відповідно.

Виклад основного матеріалу дослідження. За результатами аналізу динаміки доходів зведеного бюджету України протягом 2011–2019 рр.

(табл. 1) можна стверджувати, загальні доходи зросли на 891,3 млрд. грн. – з 398,6 млрд. грн. у 2011 р. до 1289,8 млрд. грн. у 2019 р., тобто на 224%. Серед складників доходів бюджету найбільш помітною була динаміка зміни обсягу податкових надходжень, що зросли на 735,0 млрд. грн, тобто в 3,2 раза (з 334,7 млрд. грн. до 1070,3 млрд. грн.), та неподаткових надходжень, що зросли на 152,9 млрд. грн., тобто в 3,5 раза (з 60,0 млрд. грн. до 212,9 млрд. грн.).

При цьому слід зазначити, що серед податкових надходжень найбільш помітним було зростання надходжень від податків та зборів на доходи фізичних осіб (на 215,2 млрд. грн., тобто в 4,5 раза) та акцизного податку (на 96,8 млрд. грн., тобто в 2,9 раза). Виходячи зі структури доходів зведеного бюджету (табл. 2), можна зробити висновок про незначне скорочення частки податкових надходжень на 1 в.п. із 84,0% у 2011 р. до 83,0% у 2019 р., у тому числі за рахунок скорочення податку на прибуток підприємств (на 4,7 в.п. з 13,8% до 9,1%) та податку на додану вартість (на 3,3 в.п. з 32,6% до 29,4%).

При цьому протягом 10 років дві третини усіх доходів зведеного бюджету забезпечували лише 4 податки – податок із доходів із фізичних осіб та податок на прибуток підприємств, податок на додану вартість та акцизний податок. Частка неподаткових надходжень зросла на 1,4 в.п. з 15,1% у 2011 р. до 16,5% у 2019 р. Частка інших складників доходів бюджету залишалася незначною і суттєвих змін не зазнала.

Таблиця 1

Динаміка доходів зведеного бюджету України у 2011–2019 рр., млрд. грн.

№ з/п	Складник доходів	Роки									приріст 2019 р. до 2011 р.	
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	абс.	відн.
1	Податкові надходження, в т. ч.:	334,7	360,6	354,0	367,5	507,6	650,8	828,2	986,3	1070,3	735,6	220%
1.1	податок та збір на доходи фізичних осіб	60,2	68,1	72,2	75,2	100,0	138,8	185,7	229,9	275,5	215,2	357%
1.2	податок на прибуток підприємств	55,1	55,8	55,0	40,2	39,1	60,2	73,4	106,2	117,3	62,2	113%
1.3	податок на додану вартість (з урахуванням відшкодування)	130,1	138,8	128,3	139,0	178,5	235,5	314,0	374,5	378,7	248,6	191%
1.4	акцизний податок	33,9	38,4	36,7	45,1	63,1	90,1	115,4	126,8	130,8	96,8	285%
2	Неподаткові надходження	60,0	80,9	85,0	80,6	140,2	125,5	154,6	192,7	212,9	152,9	255%
3	Доходи від операцій з капіталом	2,3	3,0	1,6	2,0	1,8	1,6	2,2	2,8	3,1	0,8	33%
4	Цільові фонди	1,0	0,8	0,7	0,5	0,6	0,8	30,5	0,9	2,4	1,3	131%
5	Разом доходів	398,6	445,5	442,8	456,1	652,0	782,9	1017,0	1184,3	1289,8	891,3	224%

Примітка: доходи без урахування міжбюджетних трансфертів

Джерело: дані Державної казначейської служби України

Таблиця 2

Структура доходів зведеного бюджету України у 2011–2019 рр., млрд. грн.

№ з/п	Складова доходів	Роки									Зміна 2019 р. до 2011 р., п.с.
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
1	Податкові надходження, в т. ч.:	84,0	80,9	79,9	80,6	77,9	83,1	81,4	83,3	83,0	-1,0
1.1	податок та збір на доходи фізичних осіб	15,1	15,3	16,3	16,5	15,3	17,7	18,3	19,4	21,4	+6,2
1.2	податок на прибуток підприємств	13,8	12,5	12,4	8,8	6,0	7,7	7,2	9,0	9,1	-4,7
1.3	податок на додану вартість (з урахуванням відшкодування)	32,6	31,2	29,0	30,5	27,4	30,1	30,9	31,6	29,4	-3,3
1.4	акцизний податок	8,5	8,6	8,3	9,9	9,7	11,5	11,4	10,7	10,1	+1,6
2	Неподаткові надходження	15,1	18,2	19,2	17,7	21,5	16,0	15,2	16,3	16,5	+1,4
3	Доходи від операцій з капіталом	0,6	0,7	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	-0,3
4	Цільові фонди	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	3,0	0,1	0,2	-0,1
5	Разом доходів	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	-

Примітка: доходи без урахування міжбюджетних трансфертів

Джерело: дані Державної казначейської служби України

Візуальний аналіз місячних даних про податкові надходження до зведеного бюджету України протягом січня 2011 р. – грудня 2020 р. (навчальна вибірка) дає підстави стверджувати, що представлений часовий ряд не є стаціонарним (рис. 1). Крім того, було додатково проведено розширений тест Дікі-Фуллера, результати якого свідчать про неможливість відхилення гіпотези про нестационарність часового ряду ($ADF = -1,579$, p -значення = $0,7513$).

З огляду на це, ми використали дані про ланцюгові темпи приросту податкових надходжень у відповідному періоді. Результати тесту Дікі-Фуллера, результати якого свідчать про можливість відхилення гіпотези про нестационарність часового

ряду ($ADF = -7,2535$, p -значення = $0,01$). Графіки цього часового ряду та його автокореляційних функцій наведені на рис. 2 та 3.

Візуалізація декомпозиції часового ряду на тренд, сезонний складник та шум наведено на рис. 4. Зокрема, виявлено, що найбільш вагомим є скорочення податкових надходжень у січні (в середньому на 25,5% порівняно з попереднім місяцем), а найбільш вагомим є зростання у серпні (в середньому на 24,5% порівняно з попереднім місяцем), що виходить із циклічності ділової активності в економіці України.

Результати підбору параметрів моделі дали підстави стверджувати, що часовий ряд опису-

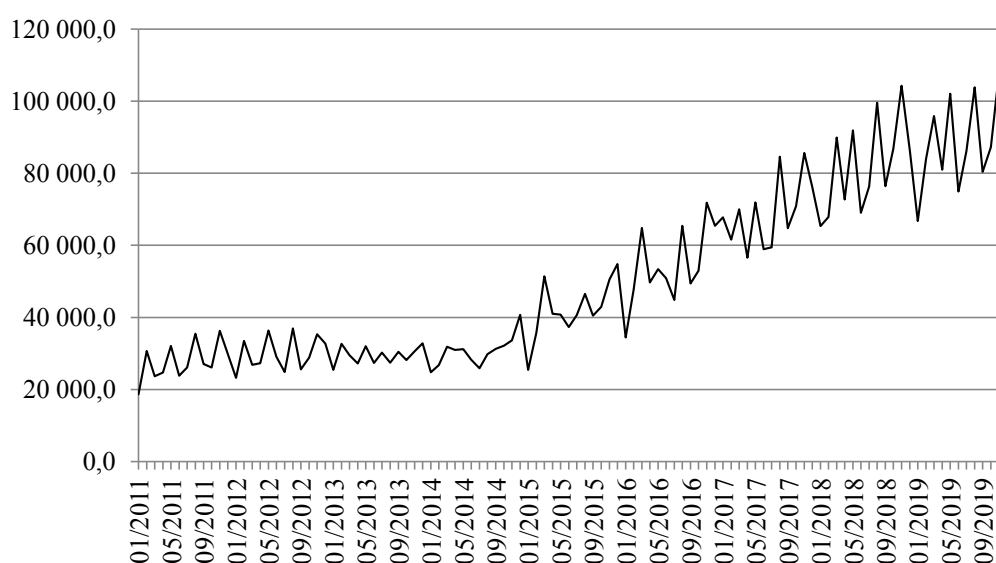


Рис. 1. Місячні податкові надходження до зведеного бюджету України протягом січня 2011 р. – грудня 2019 р., млн. грн.

Джерело: дані Державної казначейської служби України

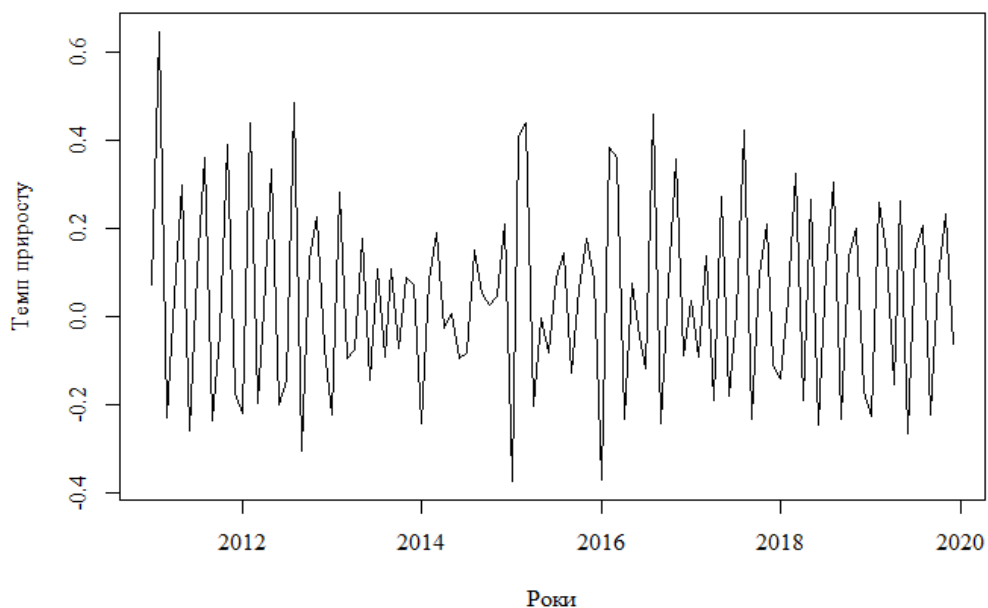


Рис. 2. Темп приросту податкових надходжень до зведеного бюджету України у 2011–2019 рр., місяць до місяця

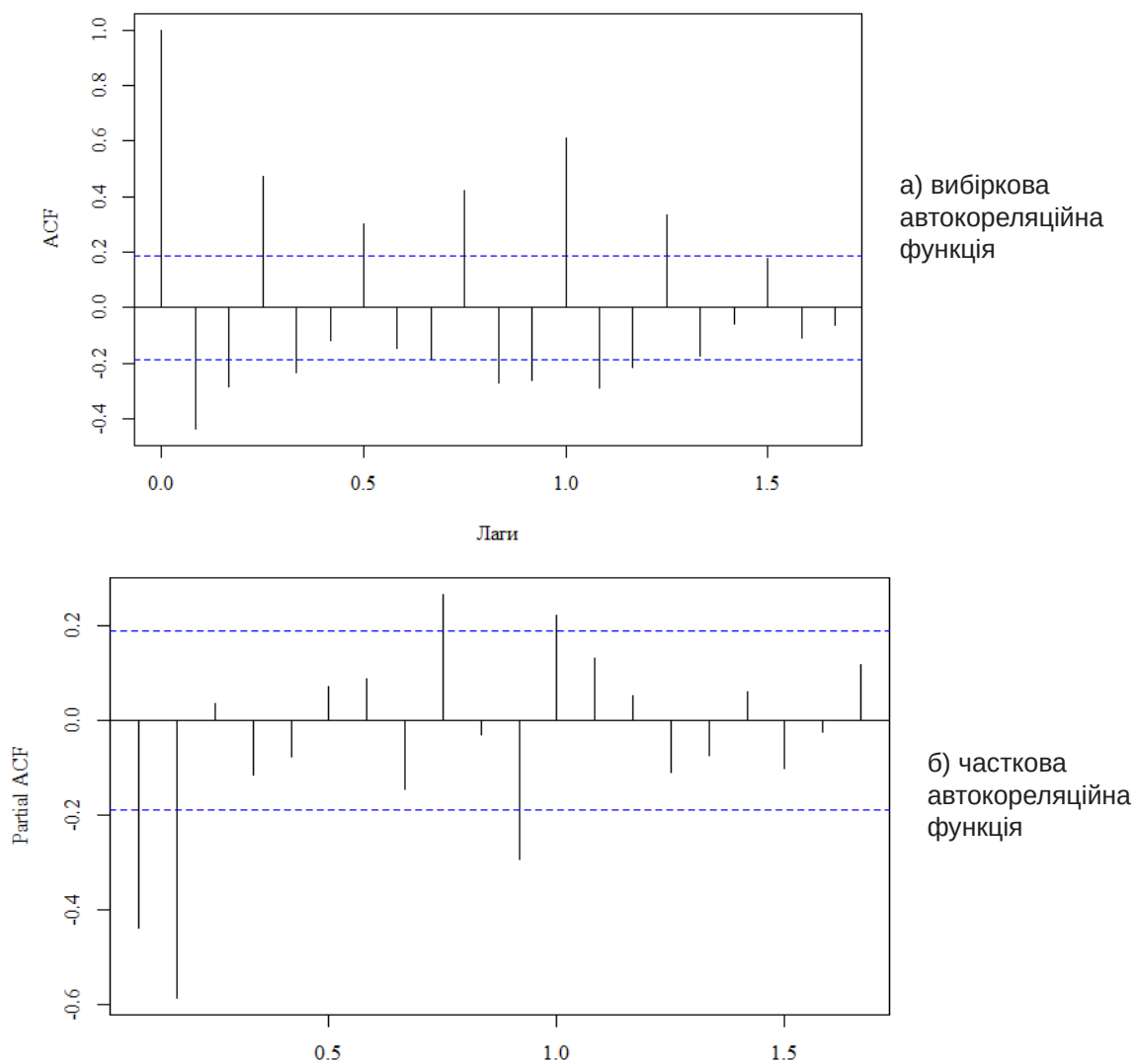


Рис. 3. Авторегресійні функції часового ряду

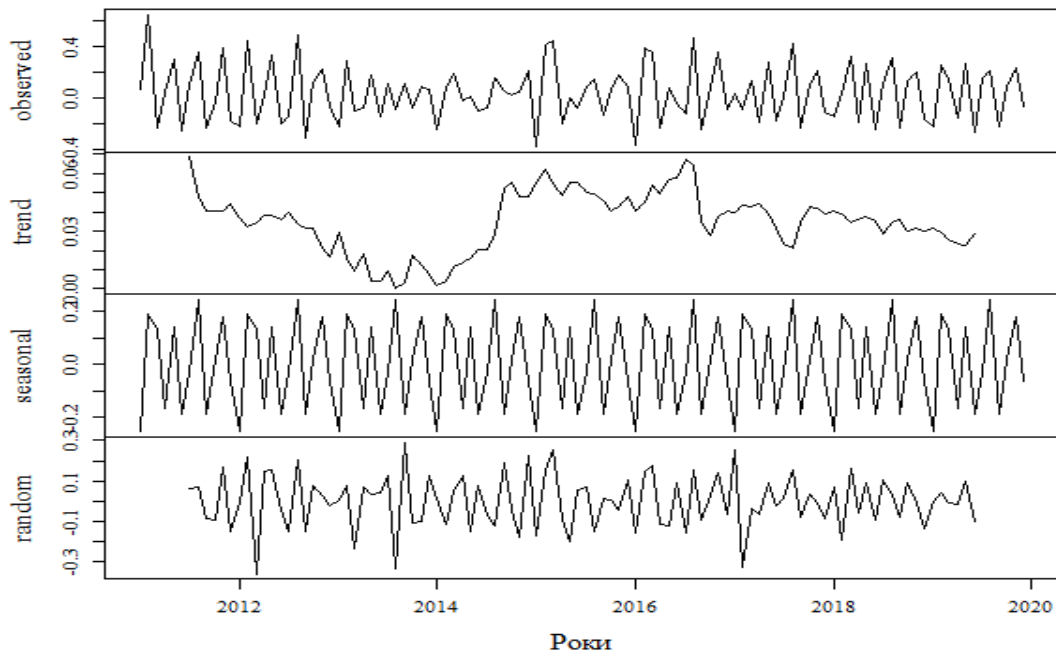


Рис. 4. Декомпозиція часового ряду

ється моделлю ковзної середньої із сезонною компонентою – ARIMA(0,0,1)(0,1,0)₁₂. Результати тесту Льюнга-Бокса свідчать про те, що залишки моделі є статистично незалежними ($\chi^2 = 0,019255$, р-значення = 0,8896).

За результатами зіставлення прогнозних даних із фактичними (табл. 3) можна стверджувати, що, незважаючи на вплив заходів із запобігання поширенню на території України COVID-19 у березні – травні 2020 р. динаміка зміни податкових надходжень залишилася незмінною.

Наступним кроком нашого дослідження було уточнення параметрів моделі з урахуванням даних за січень – травень 2020 р. Прогнозні значення місячних темпів приросту податкових надходжень на червень – грудень 2020 р. наведені в таблиці 4. Графічна візуалізація прогнозу наведена на рис. 5.

Таким чином, можна очікувати, що найбільшими податкові надходження будуть у листопаді місяці (на рівні 98,373 млрд грн), а найменшими – в червні (на рівні 68,549 млрд грн). Загалом за підсумками 2020 року загальна сума доходів зведеного

Таблиця 3

Прогнозні та фактичні значення приросту податкових надходжень у січні – травні 2020 р.

Період	Прогнозні значення	Довірчий 95% інтервал		Фактичні значення
		нижня межа	верхня межа	
Січень 2020	-28,41%	-56,76%	-0,07%	-35,63%
Лютий 2020	25,78%	-6,44%	58,00%	37,05%
Березень 2020	14,29%	-17,93%	46,51%	14,16%
Квітень 2020	-15,58%	-47,80%	16,64%	-31,13%
Травень 2020	26,08%	-6,14%	58,29%	27,67%

Таблиця 4

Прогнозні значення приросту податкових надходжень у червні – грудні 2020 р.

Період	Прогнозні значення	Довірчий 95% інтервал		Прогноз податкових надходжень, млн грн
		нижня межа	верхня межа	
Червень 2020	-23,18%	-50,02%	3,67%	68 549,44
Липень 2020	14,95%	-15,94%	45,85%	78 799,48
Серпень 2020	20,50%	-10,40%	51,39%	94 952,62
Вересень 2020	-22,54%	-53,43%	8,35%	73 549,87
Жовтень 2020	8,48%	-22,42%	39,37%	79 784,29
Листопад 2020	23,30%	-7,60%	54,19%	98 373,39
Грудень 2020	-6,31%	-37,20%	24,59%	92 168,24

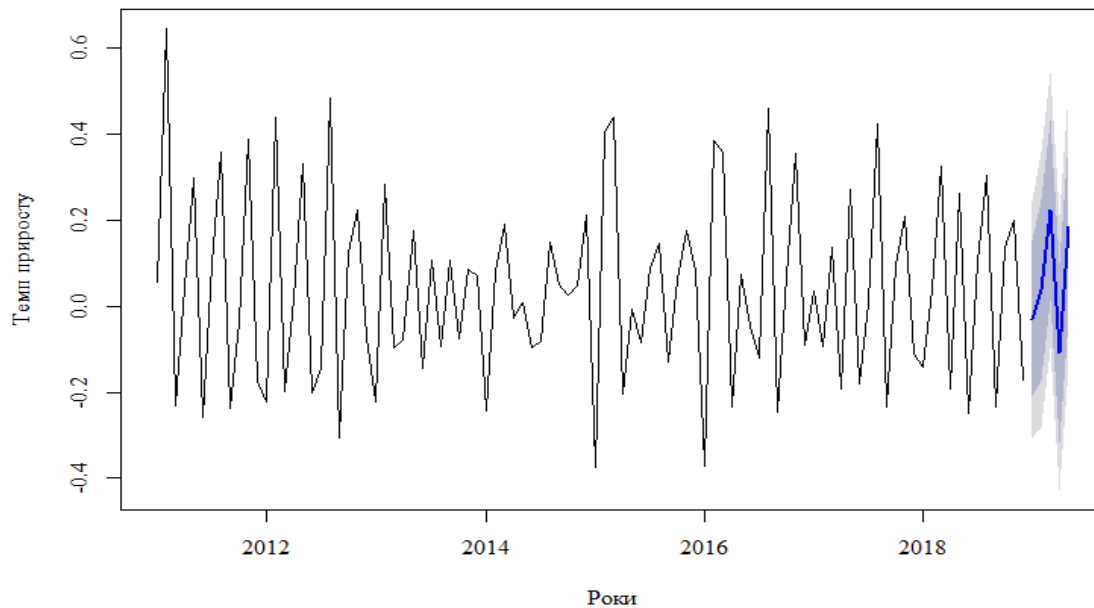


Рис. 5. Прогноз зміни темпу приросту податкових надходжень до зведеного бюджету України у червні – грудні 2020 р.

бюджету становитиме близько 1000,539 млрд грн, що менше за відповідні значення цього показника за підсумками 2017–2019 рр.

Одержані результати можуть бути використані для оперативного прийняття рішень щодо збалансування державного та місцевого бюджетів. У таких умовах особливої актуальності набуває питання боротьби з ухиленням від сплати податків та неефективним використання коштів платників податків.

Висновки. За результатами аналізу офіційних даних про виконання державного та місцевого бюджетів у 2011–2019 рр. встановлено, що податкові надходження забезпечують формування більше 80% доходів зведеного бюджету. При цьому основну частину податкових надходжень забезпечують податок на доходи фізичних осіб, податок на прибуток підприємств, податок на додану вартість та акцизний податок. Використовуючи інструментарій економіко-математичного моделювання було побудовано модель ковзної середньої із сезонною компонентою – ARIMA(0,0,1)(0,1,0)₁₂. На основі цього було розраховано прогнозні значення місячної зміни обсягів податкових надходжень до зведеного бюджету у червні – грудні 2020 р.

Перспективним напрямом подальших досліджень є виявлення закономірностей зміни податкових надходжень на рівні окремих територіально-адміністративних одиниць.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Kithure M.E., Waititu A., Wanjoya A. Modelling and Forecasting Volatility of Value Added Tax Revenue in Kenya. *Science Journal of Applied Mathematics and Statistics*. 2019. Т. 7. №. 1. С. 1–7. doi: 10.11648/j.sjams.20190701.11

2. Lee T.H., Kwak S. Revenue volatility and forecast errors: evidence from Korean local governments. *Local Government Studies*. 2019. С. 1–16. doi:10.1080/03003930.2019.1708726

3. Liu Q. et al. Research on the forecast and development of China's public fiscal revenue based on ARIMA model. *Theoretical Economics Letters*. 2015. Т. 5. №. 04. С. 482–493. doi:10.4236/TEL.2015.54057

4. Sabaj E., Kahveci M. Forecasting tax revenues in an emerging economy: The case of Albania. 2018. URL: https://mpr.ub.uni-muenchen.de/84404/1/MPRA_paper_84404.pdf

5. Streimikiene D., Raheem Ahmed R., Vveinhardt J., Ghauri S.P., Zahid S. Forecasting tax revenues using time series techniques—a case of Pakistan. *Economic research-Ekonomska istraživanja*. 2018. № 31 (1). №. С. 722–754. doi:10.1080/1331677x.2018.1442236

6. Urrutia J.D., Mingo F.L.T., Balmaceda C.N.M. Forecasting Income Tax Revenue of the Philippines Using Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Modeling: a Time Series Analysis. *Am. Res. Thoughts*. 2015. Т. 1. № 9. С. 1938–1992.

7. Зварич О.В. Податкові надходження: методологія прогнозування : монографія. К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2013. 444 с.

8. Лук'яненко І.Г., Ветренко О. Культура народів Причорномор'я. 2005. № 73. С. 103–108.

9. Податки і збори: сучасні тенденції та перспективи / Вдовиченко А.М., Козоріз Л.О., Паскалова А.Г., Пірникоза П.В., Серебрянський Д.М., Сибірянська Ю.В., Стадник М.В.; [за заг. ред. В.М. Мазярчука]. Київ: «ФОП Лопатіна О.О.», 2019. 392 с.

10. Практичне застосування методів прогнозування доходів бюджету на прикладі України. Ірпінь : НДІ фінансового права, 2014. 32 с.

REFERENCES:

1. Kithure, M.E., Waititu, A., & Wanjoya, A. (2019) Modelling and Forecasting Volatility of Value Added Tax Revenue in Kenya. *Science Journal of Applied Mathematics and Statistics*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7. doi: 10.11648/j.sjams.20190701.11
2. Lee, T.-H., & Kwak, S. (2019) Revenue volatility and forecast errors: evidence from Korean local governments. *Local Government Studies*, pp. 1–16. doi:10.1080/03003930.2019.1708726
3. Liu, Q., & Wang, H. (2015) Research on the forecast and development of China's public fiscal revenue based on ARIMA model. *Theoretical Economics Letters*, vol. 5, no. 04, pp. 482–493. doi: 10.4236/tel.2015.54057
4. Sabaj, E., & Kahveci, M. (2018) Forecasting tax revenues in an emerging economy: *The case of Albania*. Available at: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/84404/1/MPPRA_paper_84404.pdf
5. Streimikiene, D., Raheem Ahmed, R., Vveinhardt, J., Ghauri, S. P., & Zahid, S. (2018) Forecasting tax revenues using time series techniques – a case of Pakistan. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, vol. 31, no.01, pp.722–754. doi:10.1080/1331677x.2018.1442236
6. Urrutia, J.D., Mingo, F.L.T., & Balmaceda, C.N.M. (2015) Forecasting Income Tax Revenue of the Philippines Using Autoregressive Integrated Moving Average (Arima) Modeling: a Time Series Analysis. *Am. Res. Thoughts*, vol. 1, no. 9, pp. 1938–1992.
7. Zvarych, O.V. (2013) Podatkovi nadhodzhenja: metodologija prognozuvannja : monografija [Tax revenues: forecasting methodology: monograph]. Kyiv National University of Trade and Economics. (in Ukrainian)
8. Luk'janenko I.G., Vetrenko, O. (2005) Osoblyvosti krotkostrokovogo prognozuvannja bjudzhetnyh pokaznykiv na osnovi nekazual'nyh ekonometrychnyh metodiv [Features of short-term forecasting of budget indicators on the basis of non-casual econometric methods]. *Culture of the peoples of the Black Sea region*, no. 73, pp. 103–108. (in Ukrainian)
9. Vdovychenko A.M., Kozoriz L.O., Paskalova AG., Pirnykoza P.V., Serebrjans'kyj D.M., Sybirjans'ka Ju.V., Stadnyk M.V.; [za zag. red. V.M. Mazjarchuka] (2019) Podatky i zbory: suchasni tendencii' ta perspektyvy [Taxes and fees: current trends and prospects]. Kyiv, FOP Lopatina O.O. (in Ukrainian)
10. Research Institute of Financial Law (2014) Praktychne zastosuvannja metodiv prognozuvannja dohodiv bjudzhetu na prykladi Ukra'ny [Practical application of methods of forecasting budget revenues on the example of Ukraine], Irpin', Research Institute of Financial Law (in Ukrainian)