

U-MIDAS-МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ВВП УКРАЇНИ НА ДАНИХ ЗМІШАНОЇ ЧАСТОТИ

U-MIDAS MODEL OF UKRAINIAN GDP FORECASTING ON MIXED-FREQUENCY DATA

Зомчак Л.М.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики,
Львівський національний університет імені Івана Франка

Ракова А.С.

магістр,
Львівський національний університет імені Івана Франка

Zomchak Larysa

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor, Economic Cybernetics Department,
Ivan Franko National University of Lviv

Rakova Anastasia

Master,
Ivan Franko National University of Lviv

У дослідженні реалізовано необмежену U-MIDAS-модель квартального прогнозу ВВП України на основі даних змішаної частоти. У моделі використано статистику квартального ВВП України (екзогенна змінна) та дев'ять ендогенних змінних, а саме чотири низькочастотні квартальні змінні (капітальні інвестиції, доходи населення, експорт та імпорт) та п'ять високочастотних місячних змінних (індекс споживчих цін, індекс цін виробника, оборот роздрібної торгівлі, обсяг промислової продукції, обсяг продукції сільського господарства, середня заробітна плата). У результаті отримано прогноз квартального ВВП України у псевдореальному часі на II квартал 2019 року, який відхилився від емпіричних значень на 3%, а також прогнози на II та IV квартали 2019 року. Отримані результати інтерпретовано як такі, які адекватно описують динаміку ВВП України у короткостроковому періоді.

Ключові слова: U-MIDAS-модель, дані змішаної частоти, ВВП, прогноз, показники соціально-економічного розвитку.

В исследовании реализована неограниченная U-MIDAS-модель квартального прогноза ВВП Украины на основании данных смешанной частоты. В модели использована статистика квартального ВВП Украины (экзогенная переменная) и девять эндогенных переменных, а именно четыре низкочастотные квартальные переменные (капитальные инвестиции, доходы населения, экспорт и импорт) и пять высокочастотных месячных переменных (индекс потребительских цен, индекс цен производителя, оборот розничной торговли, объем промышленной продукции, объем продукции сельского хозяйства, средняя заработная плата). В результате получен прогноз квартального ВВП Украины в псевдореальном времени на II квартал 2019 года, который отклонился от эмпирических значений на 3%, а также прогнозы на II и IV кварталы 2019 года. Полученные результаты интерпретированы как такие, которые адекватно описывают динамику ВВП Украины в краткосрочном периоде.

Ключевые слова: U-MIDAS-модель, данные смешанной частоты, ВВП, прогноз, показатели социально-экономического развития.

Macroeconomic indicators are often collected with an annual or quarterly frequency, which makes it difficult to obtain short-term forecasts using classical methods. You can solve this problem by applying forecasting methods that allow you to work with data sets collected with different frequencies at the same time, so called mixed-frequency data methods. One of the most popular methods for mixed-frequency data is MIDAS-model. The MIDAS approach links low-frequency variable observations to high-frequency lag observations using a lag-distributed approach. The correct choice of a functional form, such as an exponentially distributed lag, allows us to consider many lags on

several parameters to obtain the optimal model. Alternatively, this parameterization uses an unlimited variant of MIDAS (U-MIDAS), which is based on a simple linear log polynomial. The investigation implemented an unrestricted MIDAS-model (U-MIDAS) for quarterly GDP forecast of Ukraine based on mixed frequency data. The model uses statistics of Ukraine's quarterly GDP (exogenous variable) and nine endogenous variables, namely four low-frequency quarterly variables: capital investment, household income, exports and imports; and five high-frequency monthly variables: consumer price index, producer price index, retail turnover, industrial output, agricultural output, average wage. Advantage of U-MIDAS using for macroeconomic indicators is that the difference between sampling rates is often small, monthly data are used for predicting quarterly GDP growth. In this case, the number of monthly lags required to evaluate the polynomials is small, which means that the "curse of dimensionality" is out of date. As a result, the forecast of quarterly GDP of Ukraine in pseudo real time for the II quarter of 2019, which deviated from the empirical values by 3%, as well as forecasts for the II and IV quarters of 2019. The results obtained are interpreted as those that adequately describe the dynamics of Ukraine's GDP in the short term. The quality of the forecasts for future periods can be improved by introducing new statistics into the model that are published according to the calendar for the release of statistical information.

Key words: U-MIDAS model, mixed frequency data, GDP, forecast, indicators of socio-economic development.

Постановка проблеми. Прогнози макроекономічних показників потрібні як у довгостроковій перспективі (для розроблення стратегічних рішень), так і в короткостроковій (для розроблення рішень тактичних). Якість короткострокових макроекономічних прогнозів значною мірою визначається показниками, які використовують для прогнозування. Часто макроекономічні показники збирають із річною чи кварталною частотою, що значно ускладнює можливість отримання короткострокових прогнозів за допомогою класичних методів. Цю проблему можна вирішити, застосувавши методи прогнозування, які дають змогу працювати одночасно із наборами даних, зібраними із різною частотою. Наприклад, ВВП України (як і більшості країн світу) оприлюднюють щокварталу, однак набір показників соціально-економічного розвитку України (частина з яких зібрана із місячною частотою, а частина – із кварталною) дає змогу отримати кварталний прогноз ВВП до моменту його офіційного оприлюднення з урахуванням відомої на момент прогнозу статистичної інформації вищої частоти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Великий внесок у розроблення методів на основі даних змішаної частоти зробив Е. Гизелз (зі співавторами): запропонував клас VAR-моделей на даних змішаної частоти, які дають змогу оцінювати вплив даних вищої частоти на дані нижчої частоти і навпаки [1], розробив методи тестування на коінтеграцію для моделей на даних змішаної частоти [2] та на казуальність Гранжера [3], розробив MIDAS-модель (регресійну модель на основі часових рядів, зібраних із різною частотою) та обґрунтував асимптотичні властивості оцінок параметрів порівняно із класичними дистрибутивно-лаговими моделями [4]. Моделі типу MIDAS набули поширення серед практиків-макроекономістів, про що свідчать численні публікації. Наприклад, К. Шумаєстер застосовував MIDAS-модель та її варіації для моделювання спредів корпоративних облігацій та ВВП Єврозони [5]. Дж. Клаудіо зі співавторами оцінювали наукаст ВВП схід-

ної Німеччини [6], тобто застосували MIDAS-модель на регіональному рівні і дійшли висновку, що отримано кращі результати, ніж лише на основі агрегованої національної статистики. ВВП Кореї моделювали Х. Кім та Н. Свенсон, причому застосували моделі на базі MIDAS не лише для короткострокового прогнозування (а саме для наукастингу), а й для оцінювання минулих значень та майбутніх прогнозів [7]. М. Гуней під час наукастингу ВВП Туреччини розглянув шість альтернативних видів функцій для вибору лагу [8], а також дослідив актуальність річних прогнозів [9].

Регресії MIDAS були застосовані у дослідженнях фінансової діяльності, наприклад Є. Гизелз, П. Санта-Клара, Р. Валканов [10] застосовували MIDAS для прогнозу волатильності. У макроекономіці часто використовують для наукастингу та прогнозування макропоказників. Наприклад, М. Клементс та А. Гальвао [11] запропонували використовувати MIDAS для прогнозування кварталного зростання ВВП за допомогою показників щомісячних індикаторів ділового циклу. Е. Андреу, Є. Гизелз, А. Кортеллос [12] запропонували регресії MIDAS для прогнозу кварталного ВВП використовувати щоденні фінансові дані. Е. Кеніг, Д. Долмас і Дж. Пигер [13] запропонували U-MIDAS для оцінювання економіки в режимі реального часу. А. Родрігес та Г. Пуджіоні [14] застосували байєсівську оцінку необмежених рівнянь MIDAS. Є. Гизелз, Р. Валканов [15] реалізували MIDAS з кроковими функціями, як часткові суми високочастотних предикторів.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Одна з умов для застосування класичного регресійного аналізу полягає в однаковій частоті збору статистики за всіма залежними та незалежними змінними. В економіці часто виникає ситуація, коли досліджувані змінні оприлюднюють із різною частотою: річною, кварталною, місячною чи щоденною. Найпростіше проблему різної частоти даних можна вирішити шляхом агрегування даних вищої частоти до нижчої частоти, однак цей спосіб не дає

змоги враховувати особливості високочастотних даних, що може впливати на якість оцінок параметрів моделі.

Постановка завдання. Необхідність отримання короткострокових прогнозів макроекономічних показників (до того, які будуть оприлюднені їхні реальні значення) пов'язана з можливістю швидкого поточного коригування макроекономічного розвитку. Метою дослідження є прогнозування квартального ВВП України на основі показників про її соціально-економічний розвиток, зібраних із квартальною та місячною частотою, за допомогою U-MIDAS-моделі, яка дозволяє включення у модель статистичних даних, зібраних із різною частотою. При цьому варто враховувати, що навіть ті статистичні дані, які зібрані з однаковою частотою, оприлюднюються у різні моменти згідно з календарем оприлюднення статистичної інформації, затвердженим Державною службою статистики України. Це означає, що станом на конкретну дату до закінчення періоду оприлюднення статистичної інформації частина даних уже відома, а частина – ні.

Виклад основного матеріалу. ВВП як комплексна характеристика стану економіки країни, очевидно, залежить від значної кількості показників конкретних секторів та галузей економіки.

Для прогнозування ВВП України використано десять основних макроекономічних показників, що використовує Державна служба статистики України [16] для визначення соціально-економічного розвитку країни, таких як: реальний валовий внутрішній продукт, оборот роздрібною торгівлі, обсяг промислової продукції, середня заробітна плата, обсяг продукції сільського господарства, індекс споживчих цін, індекс цін виробника, капітальні інвестиції, доходи населення, експорт та імпорт.

Статистичні дані зібрано за період із I кварталу 2002 року по II квартал 2019 року як із місячною, так і з квартальною частотою, використовуючи офіційну сторінку Державної служби статистики України [16].

Підхід MIDAS пов'язує спостереження низькочастотної змінної з лаговими спостереженнями високочастотної змінної з використанням дистрибутивно-лагового підходу. Правильний вибір такої функціональної форми, як експоненційно розподілений лаг, дозволяє врахувати безліч лагів за кількома параметрами для отримання оптимальної моделі. Як альтернативу такій параметризації застосовують необмежений варіант MIDAS (U-MIDAS), який базується на простому лінійному поліномі лагу.

Щоб забезпечити динаміку, регресії MIDAS, як правило, базуються на розподілених поліномах лагу, таких як експоненціальний лаг Алмона, для забезпечення економічної специфікації (Е. Гизелс, Р. Валканов [15]). Через нелінійність поліномів лагу MIDAS-регресії, як правило, оцінюють методом нелінійних най-

менших квадратів (NLS). Е. Гизелс та Х. Кіан [17] запропонували застосування методу найменших квадратів для оцінювання нахилу MIDAS-регресії та параметрів перехоплення у поєднанні з поліноміально зваженими параметрами. Автори вважають Бета-поліноми найбільш відповідними за такого підходу. Запропонованій схемі властиві більшість переваг U-MIDAS, водночас вона не обмежена малою кількістю різниць частоти.

Іншим способом дослідити динаміку регресії є варіант MIDAS із необмеженими лінійними поліномами лагу, які можна оцінити методом найменших квадратів (OLS), такий підхід називають «необмежений MIDAS», або U-MIDAS. Однією з переваг використання U-MIDAS для макроекономічних показників є те, що різниця між частотами вибірки часто невелика. Наприклад, у багатьох роботах використовують щомісячні дані для прогнозування квартального зростання ВВП. У цьому разі кількість щомісячних лагів, необхідних для оцінки поліномів, невелика, а це означає, що «прокляття розмірності» втрачає актуальність.

Загалом, U-MIDAS-модель дає не менш якісні результати, ніж звичайна MIDAS, перевагою є простіша реалізація моделі за одночасного застосування квартальних та щомісячних рядів.

Оцінка моделі U-MIDAS для ВВП України проводилася за однієї ендогенної змінної (ВВП) та чотирьох екзогенних (капітальні інвестиції, доходи населення, експорт та імпорт), що мають однакову квартальну частоту.

Кількість високочастотних регресорів дорівнює п'яти, до них входять усі щомісячні показники (ІСЦ, ІЦВ, оборот роздрібною торгівлі, обсяг промислової продукції, обсяг продукції сільського господарства, середня заробітна плата).

Високочастотні показники додані до регресії з індивідуальним коефіцієнтом для кожного ряду. Для квартальної регресії з високочастотними щомісячними показниками є три місяці в кожному кварталі, тому індивідуальний підхід коефіцієнтів додав три регресори до низькочастотної регресії.

Перший регресор містить значення першого місяця у відповідному кварталі (січень, квітень, липень або жовтень), другий регресор має значення для другого місяця у відповідному кварталі (лютий, травень, серпень або листопад), третій регресор містить значення для третього місяця у відповідному кварталі (березень, червень, вересень, грудень).

Оскільки U-MIDAS дає ефективні результати тільки за невеликої кількості лагів, оцінка моделі проводилася з довжиною лагу, що дорівнює одиниці. VAR-модель є стаціонарною, якщо всі корені мають абсолютне значення менше одиниці і лежать всередині одиничного кола. На графіку повинно бути (кількість змінних) \times (кількість лагів) коренів. Як видно з рис. 1, в

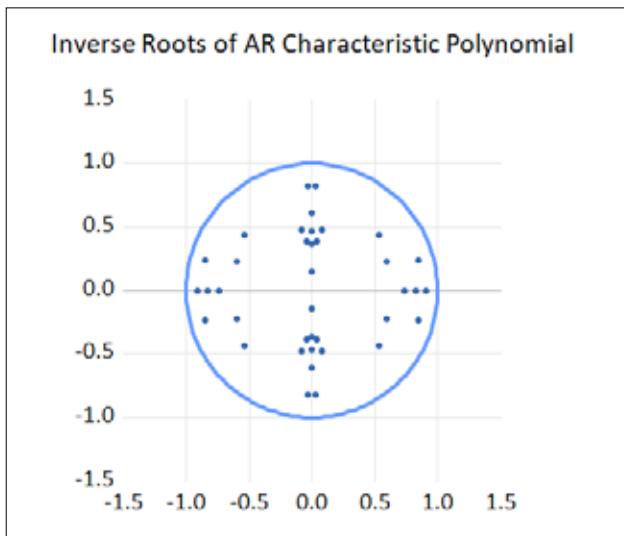


Рис. 1. Одиничне коло зворотних коренів AR

отриманій моделі всі корені знаходяться всередині кола, отже, модель є стаціонарною.

Показником адекватності моделі також є аналіз залишків моделі, вони мають бути некорельованими, графік залишків моделі ВВП України вказує на те, що отриманий результат можна вважати релевантним (рис. 2).

Для перевірки моделі на адекватність також проводиться низка тестів, результати яких виводяться разом з оціненими коефіцієнтами рівнянь. Усі тести показали, що отриману модель можна вважати адекватною.

Результатом моделі є загальне рівняння ВВП та 18 рівнянь, що описують динаміку високочастотних показників, по одному рівнянню на кожен місяць кварталу для кожного показника:

$$\begin{aligned}
 GDP = & C(19,1) * ROZDR_{1(-1)} + C(19,2) * ROZDR_{2(-1)} + \\
 & + C(19,3) * ROZDR_{3(-1)} + C(19,4) * PROM_{1(-1)} + \\
 & + C(19,5) * PROM_{2(-1)} + C(19,6) * PROM_{3(-1)} + \\
 & + C(19,7) * Z_{P(-1)} + C(19,8) * Z(-1) + C(19,9) * Z(-1) + \\
 & + C(19,10) * S(-1) + C(19,11) * S(-1) + C(19,12) * \\
 & * S(-1) + C(19,13) * ISC_1(-1) + C(19,14) * ISC_2(-1) + \\
 & + C(19,15) * ISC_3(-1) + C(19,16) * ICV_1(-1) + C(19,17) * \\
 & * ICV_2(-1) + C(19,18) * ICV_3(-1) + C(19,19) * GDP(-1) + \\
 & + C(19,20) + C(19,21) * KI + C(19,22) * DN + C(19,23) * \\
 & * EXP + C(19,24) * IMPR
 \end{aligned}$$

де GDP – валовий внутрішній продукт; $ROZDR$ – оборот роздрібної торгівлі; $PROM$ – обсяг промислової продукції; Z_P – середня заробітна плата; S_G – обсяг продукції сільського господарства; ISC – індекс споживчих цін; ICV – індекс цін виробника; KI – капітальні інвестиції; DN – доходи населення; EXP – експорт; $IMPR$ – імпорт.

Прогноз ВВП України зроблено для горизонту, що дорівнює трьом, тобто з II кварталу 2019 року по IV квартал 2019 року.

Такий горизонт дає змогу оцінити адекватність моделі поза межами вибірки, оскільки значення реального ВВП за II квартал опубліковано станом на 19.09.2019 Державною службою статистики (табл. 1). Прогноз реального ВВП України (рис. 3) був зроблений на два квартали, тобто на III–IV квартал 2019 року, результати наведені в таблиці 1. Середня процентна похибка прогнозу є невеликою і становить 3,2%. Отже, можна вважати прогноз моделі U-MIDAS достовірним.

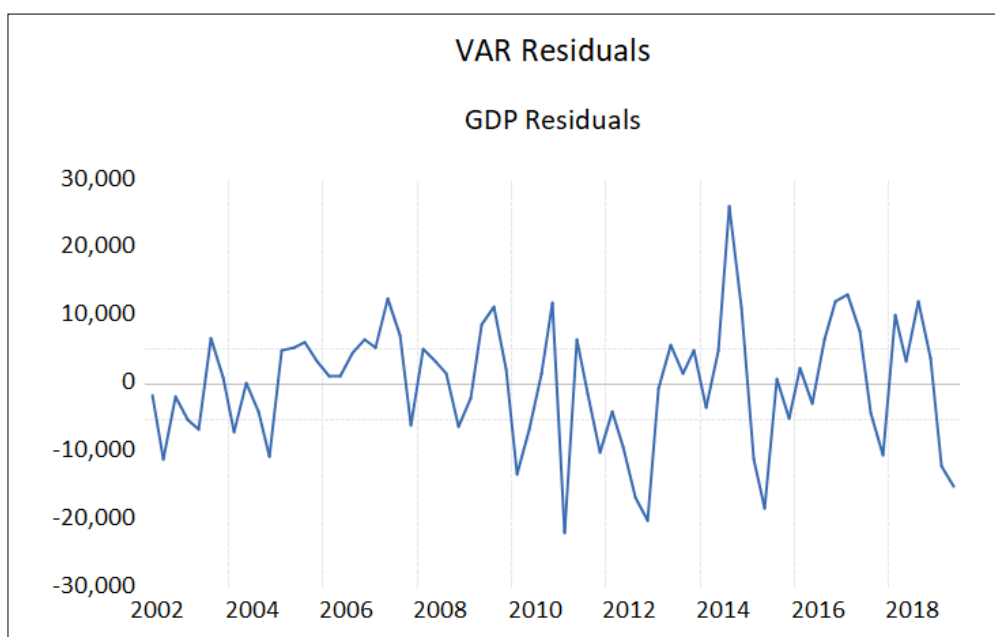


Рис. 2. Залишки моделі ВВП України

Результати прогнозування ВВП України за допомогою U-MIDAS-моделі

Горизонт прогнозу	ВВП України, млн грн	
	Прогноз	Реальне значення
II квартал 2019	844 982	873 803
III квартал 2019	856 470	
IV I квартал 2019	956 946	

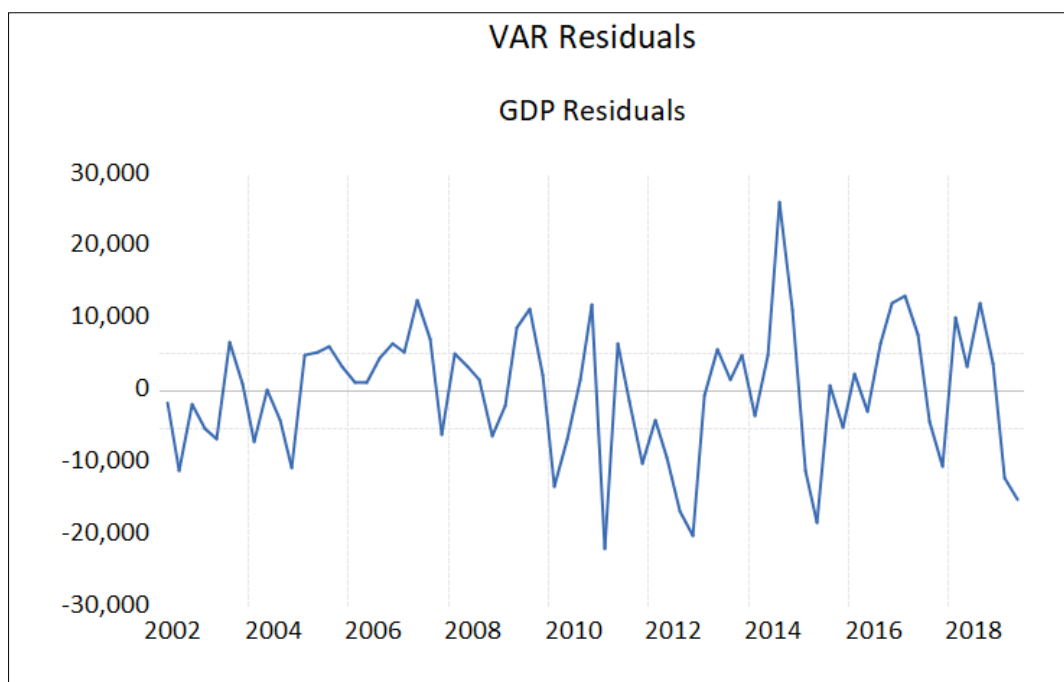


Рис. 3. Прогноз реального ВВП України

Висновки. У дослідженні реалізовано U-MIDAS-модель на основі десяти макропоказників, таких як реальний ВВП, обсяг промислової продукції, капітальні інвестиції, експорт та імпорт товарів та послуг, оборот роздрібної торгівлі, середня заробітна плата, індекс споживчих цін та індекс цін виробників промислової продукції, які використовуються як характеристики соціально-економічного розвитку України (статистична інформація зібрана за період із I кварталу 2002 року по II квартал 2019). За

допомогою U-MIDAS-моделі отримано квартальний прогноз ВВП України у псевдореальному часі (на період, за який уже відоме емпіричне значення, що дає можливість оцінити відхилення прогнозу), відхилення становило 3%, що дає змогу вважати прогноз адекватним. Також отримано прогнози на наступні періоди, якість яких можна покращувати, вводячи в модель нові статистичні дані, які оприлюднюються згідно із календарем оприлюднення статистичної інформації.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ghysels E. Macroeconomics and the reality of mixed frequency data. *Journal of Econometrics*. 2016. № 193(2). P. 294–314.
2. Ghysels E., Miller J.I. Testing for cointegration with temporally aggregated and mixed frequency time series. *Journal of Time Series Analysis*. 2015. № 36(6). P. 797–816.
3. Ghysels E., Hill J. B., Motegi K. Testing for Granger causality with mixed frequency data. *Journal of Econometrics*. 2016. № 192(1). P. 207–230.
4. Ghysels E., Santa-Clara P., Valkanov R. The MIDAS touch: Mixed data sampling regression models. *Scientific Series*. 2004. May. 39 p.
5. Schumacher C. MIDAS regressions with time-varying parameters: An application to corporate bond spreads and GDP in the Euro area. *Beiträge zur Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik 2014: Evidenzbasierte Wirtschaftspolitik – Session: Time Series Analysis C16-V2*. 2014. 24 p.

6. Claudio J.C., Heinisch K., Holtemöller O. Nowcasting East German GDP growth: a MIDAS approach. *Empirical Economics*. 2020. 26 p.
7. Kim H.H., Swanson N. R. Methods for Pastcasting, Nowcasting and Forecasting Using Factor-MIDAS with an Application to Real-Time Korean GDP. *Mimeo*, Rutgers University. 2015. #314. 50 p.
8. Gunay M. Nowcasting Turkish GDP with MIDAS: Role of Functional Form of the Lag Polynomial. 2020. No. 2002.
9. Gunay M. Nowcasting Annual Turkish GDP Growth with MIDAS. *Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey*. 2018. No. 1810
10. Ghysels E., Santa-Clara P., Valkanov R. There is a risk-return trade-off after all. *Journal of Financial Economics*. 2005. № 76(3). P. 509–548.
11. Clements M.P., Galvão A. B. Macroeconomic forecasting with mixed-frequency data: Forecasting output growth in the United States. *Journal of Business & Economic Statistics*. 2008. № 26(4). P. 546–554.
12. Andreou E., Ghysels E., Kourtellis A. Regression models with mixed sampling frequencies. *Journal of Econometrics*. 2010. № 158(2). P.246–261.
13. Koenig E.F., Dolmas S., Piger J. The use and abuse of real-time data in economic forecasting. *Review of Economics and Statistics*. 2003. № 85(3). P. 618–628.
14. Rodriguez A., Puggioni G. Mixed frequency models: Bayesian approaches to estimation and prediction. *International Journal of Forecasting*. 2010. № 26(2). P. 293–311.
15. Ghysels E., Valkanov R. Linear Time Series Processes with Mixed Data Sampling and MIDAS Regression Models. *MIMEO*. 2006. № 3. P.25–56.
16. Офіційна сторінка Державної служби статистики України : веб-сайт. URL <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 10.01.2020)
12. Ghysels E., Qian H. Estimating MIDAS regressions via OLS with polynomial parameter profiling. *Econometrics and statistics*. 2019. № 9. 16 p.

REFERENCES:

1. Ghysels, E. (2016). Macroeconomics and the reality of mixed frequency data. *Journal of Econometrics*, 193(2), 294–314.
2. Ghysels, E., & Miller, J.I. (2015). Testing for cointegration with temporally aggregated and mixed frequency time series. *Journal of Time Series Analysis*, 36(6), 797–816.
3. Ghysels, E., Hill, J.B., & Motegi, K. (2016). Testing for Granger causality with mixed frequency data. *Journal of Econometrics*, 192(1), 207–230.
4. Ghysels, E., Santa-Clara, P., & Valkanov, R. (2004). The MIDAS touch: Mixed data sampling regression models.
5. Schumacher, C. (2014). MIDAS regressions with time-varying parameters: An application to corporate bond spreads and GDP in the Euro area.
6. Claudio, J.C., Heinisch, K., & Holtemöller, O. (2020). Nowcasting East German GDP growth: a MIDAS approach. *Empirical Economics*, 1–26.
7. Kim, H.H., & Swanson, N. R. (2015). *Methods for Pastcasting, Nowcasting and Forecasting Using Factor-MIDAS with an Application to Real-Time Korean GDP*. mimeo, Rutgers University [314].
8. Gunay, M. (2020). *Nowcasting Turkish GDP with MIDAS: Role of Functional Form of the Lag Polynomial* (No. 2002).
9. Gunay, M. (2018). *Nowcasting Annual Turkish GDP Growth with MIDAS* (No. 1810). Research and Monetary Policy Department, Central Bank of the Republic of Turkey.
10. Ghysels, E., Santa-Clara, P., & Valkanov, R. (2005). There is a risk-return trade-off after all. *Journal of Financial Economics*, 76(3), 509–548.
11. Clements, M.P., & Galvão, A. B. (2008). Macroeconomic forecasting with mixed-frequency data: Forecasting output growth in the United States. *Journal of Business & Economic Statistics*, 26(4), 546–554.
12. Andreou, E., Ghysels, E., & Kourtellis, A. (2010). Regression models with mixed sampling frequencies. *Journal of Econometrics*, 158(2), 246–261.
13. Koenig, E.F., Dolmas, S., & Piger, J. (2003). The use and abuse of real-time data in economic forecasting. *Review of Economics and Statistics*, 85(3), 618–628.
14. Rodriguez, A., & Puggioni, G. (2010). Mixed frequency models: Bayesian approaches to estimation and prediction. *International Journal of Forecasting*, 26(2), 293–311.
15. Ghysels, G., & Valkanov, R. (2006). *Linear time series processes with mixed data sampling and MIDAS regression models*. Mimeo, #3,25–56.
16. State Statistics Service of Ukraine. URL <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed 10 January 2020)
17. Ghysels, E., & Qian, H. (2019). Estimating MIDAS regressions via OLS with polynomial parameter profiling. *Econometrics and statistics*, 9, 1–16.