

Макроекономічні моделі для прогнозування обсягів продажів автомобілів на ринку України

Виконала:
студентка 4-го курсу
групи КА-51
Зубко М.А.

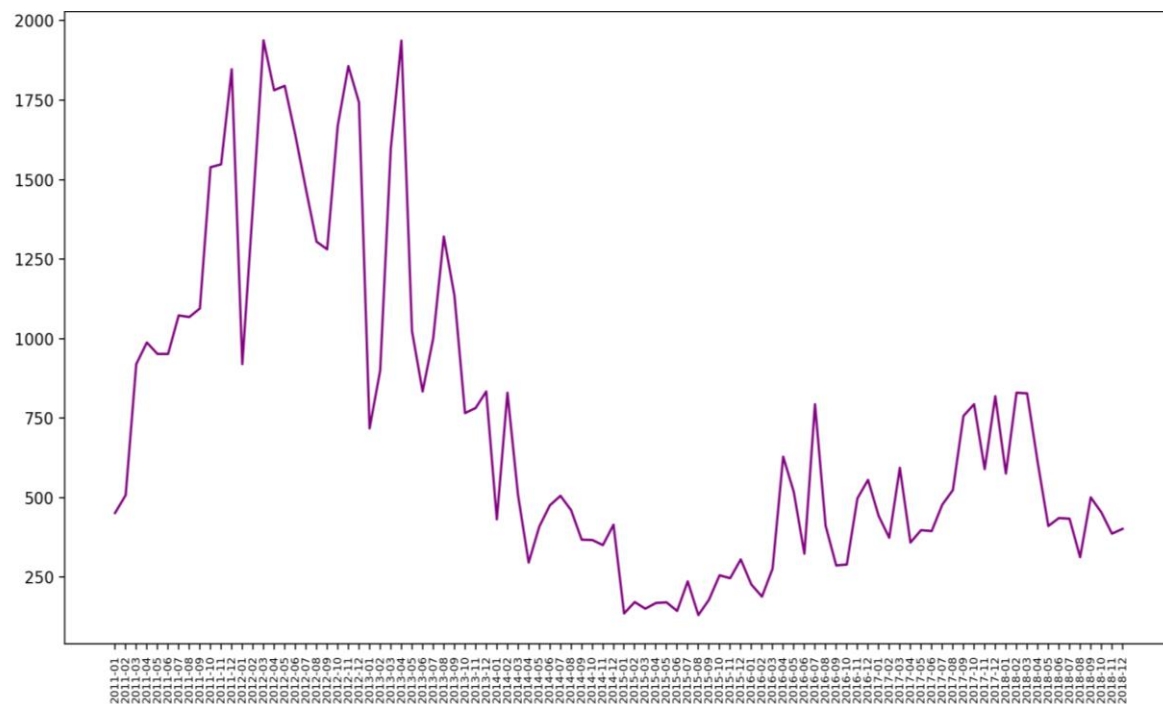
Керівник:
к. ф.-м. н., доцент
Каніовська І.Ю.

- **Об'єкт дослідження** – часові ряди обсягів продажів автомобілів на ринку України та часові ряди деяких макроекономічних показників України
- **Предмет дослідження** – моделі прогнозування з використанням макроекономічних параметрів
- **Мета дослідження** – проаналізувати об'єкт дослідження, побудувати деякі макроекономічні моделі, провести порівняння результатів
- **Актуальність** – планування стратегії дій є обов'язковим для будь-якого бізнесу. З огляду на досить складні економічну та політичну ситуації в Україні, необхідно будувати адекватні моделі прогнозування майбутнього попиту, що врахують їх вплив

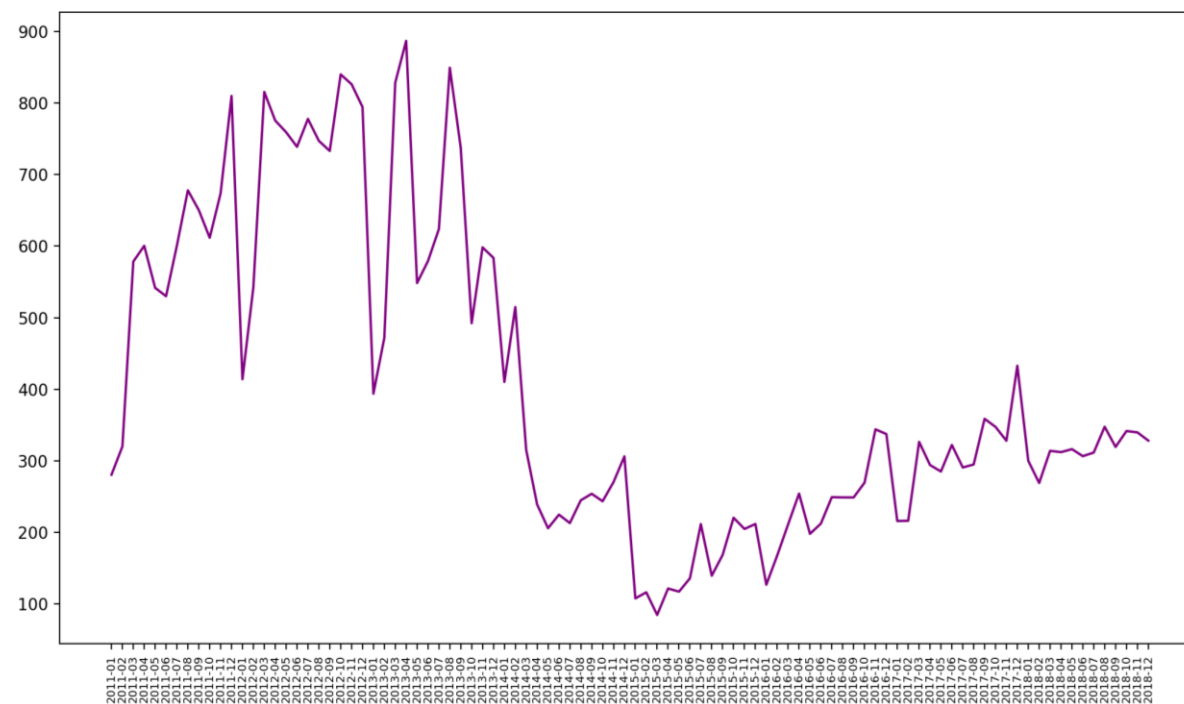
Постановка задачі

- Провести **збір даних** та початковий аналіз вхідних часових рядів обсягів продажів автомобілів на ринку України та рядів макроекономічних параметрів України
- Дослідити кожен часовий ряд на **стаціонарність** та виходячи з цього прийняти рішення щодо вигляду моделей
- Дослідити зв'язок між часовими рядами та перевірити їх на наявність **коінтеграції**
- Побудувати **макроекономічні моделі** прогнозування, порівняти результати та зробити висновки

Вхідні дані

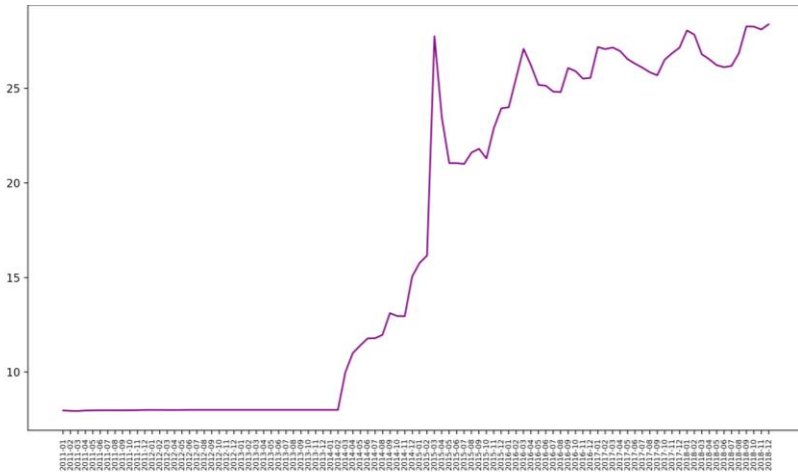


Обсяги продажів автомобілів
Volkswagen на ринку України за
2011-2018 роки

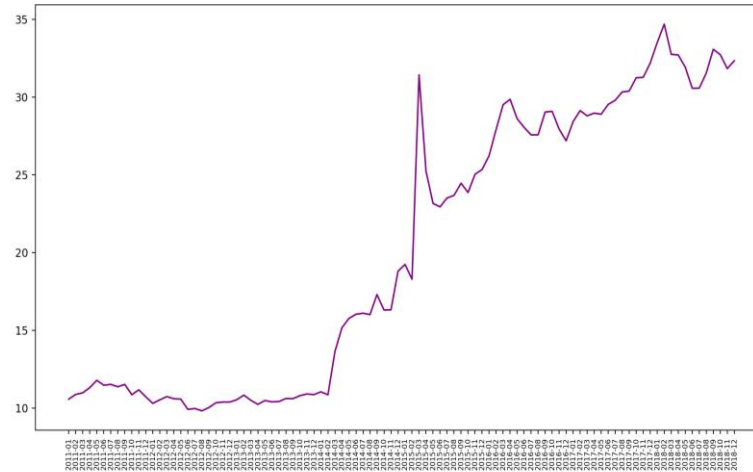


Середні обсяги продажів автомобілів
на ринку України за 2011-2018 роки

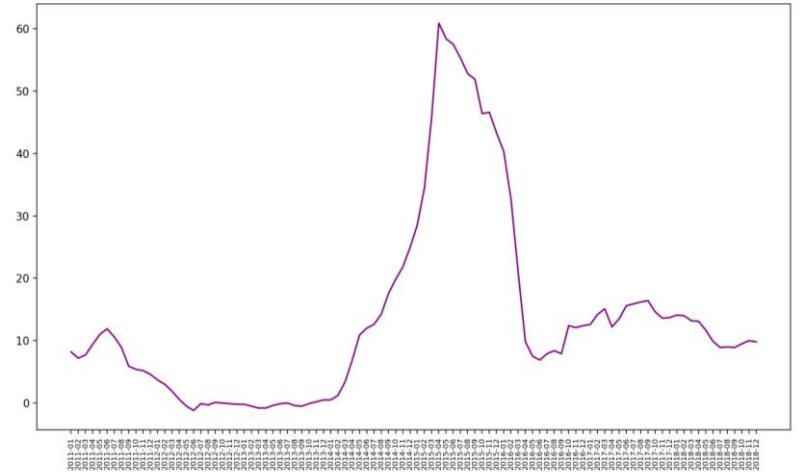
Макроекономічні показники



Курс долара за 2011-2018 роки

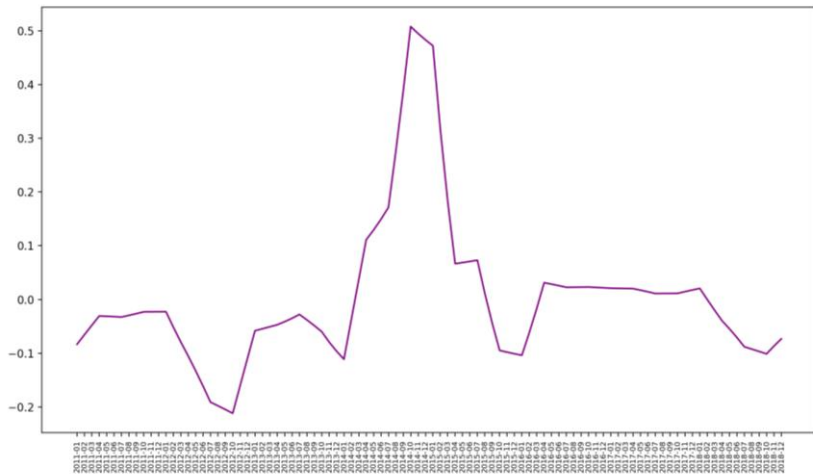


Курс євро за 2011-2018 роки

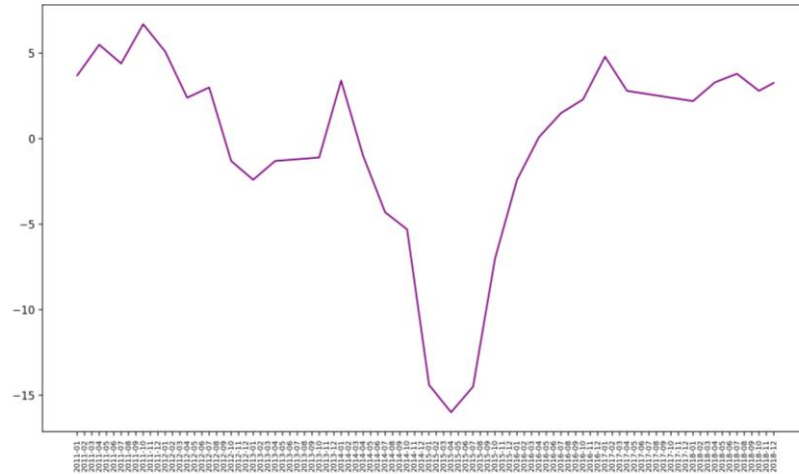


Зміна індексу споживчих цін за 2011-2018 роки

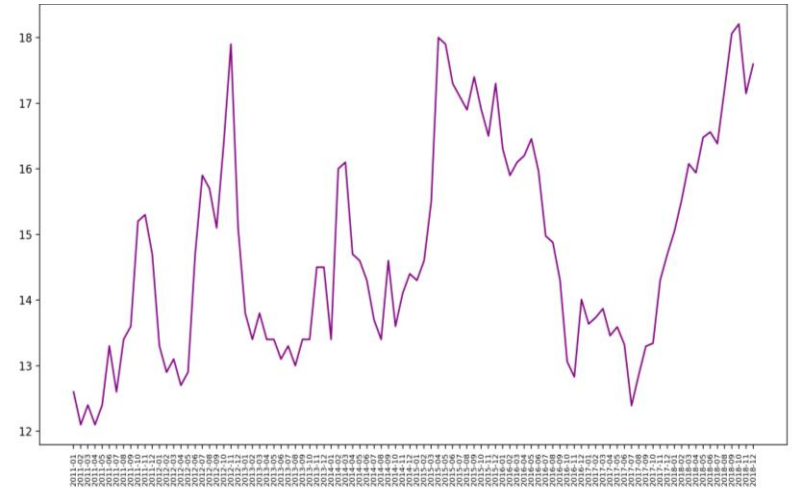
Макроекономічні показники



Приріст рівня безробіття
за 2011-2018 роки



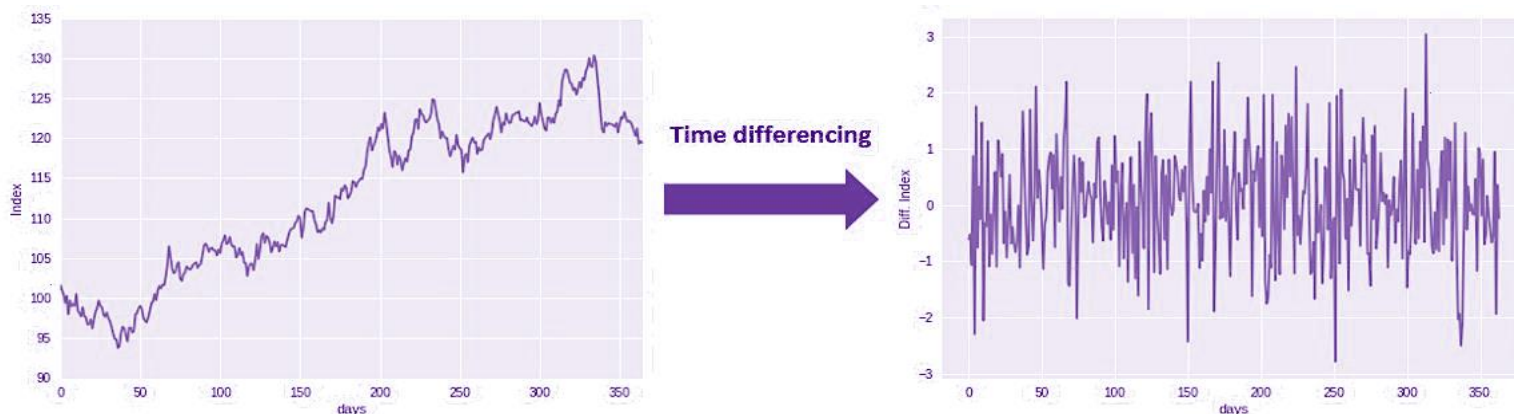
Приріст ВВП за 2011-
2018 роки



Середня по Україні
кредитна відсоткова
ставка за 2011-2018 роки

Стаціонарність часових рядів

- Ряд x_t – строго стаціонарний, якщо $\forall s$ розподіл $\{x_{t-s}, x_{t-s+1}, \dots, x_t, \dots, x_{t+s-1}, x_{t+s}\}$ не залежить від t
- Ряд x_t – слабо стаціонарний, якщо $\forall t E\{x_t\} = const, D\{x_t\} < \infty, Cov(x_t, x_{t+s}) = K(s)$
- Ряд x_t – інтегрований порядку k ($I(k)$), якщо x_t – нестаціонарний, $\Delta^k x_t$ – стаціонарний, $\Delta^{k-1} x_t$ – нестаціонарний



Розширений тест Діккі-Фуллера

- Базується на моделі авторегресійного процесу

$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$, яка може бути розширена константою або лінійним трендом

- Нульова гіпотеза $H_0: \phi_1 = 1$, тобто процес містить одиничний корінь і тому нестационарний, і позначається як $I(1)$

- Альтернативна гіпотеза $H_1: |\phi_1| < 1$, тобто процес не містить одиничного кореня і є стаціонарним, $I(0)$

- Тестова статистика: $t_{DF} = \frac{\widehat{\phi}_1 - 1}{s_{\widehat{\phi}_1}}$, де $\widehat{\phi}_1$ є МНК оцінкою ϕ_1 і $s_{\widehat{\phi}_1}$ — є її

стандартна оцінка помилки

Розширений тест Діккі-Фуллера

Ряд	ADF Test Statistic	P-Value	ADF Test Statistic (після диференціювання)	P-Value (після диференціювання)
Volkswagen	-2.330635	0.417085	-7.730080e+00	1.353791e-12
Average sales	-1.942415	0.632417	-9.324047e+00	3.191591e-16
USD	-2.420640	0.368704	-1.104170e+01	5.889336e-20
EUR	-2.439201	0.358995	-1.247773e+01	9.123230e-23
CPIyoy	-2.135275	0.526296	-4.582416	0.000007
URindex	-2.812363	0.192441	-2.719869	0.006354
GDPyoy	-2.444310	0.356341	-2.778304	0.005329
Lending Rate	-2.800573	0.196734	-5.557875e+00	7.970853e-08

Модель векторної авторегресії

- Модель VAR (p) для d - мірного вектора \vec{Y}_t задається як:

$$\vec{Y}_t = \vec{\alpha} + \vec{\delta}t + \Theta_1 \vec{Y}_{t-1} + \dots + \Theta_p \vec{Y}_{t-p} + \vec{\varepsilon}_t,$$

де Θ_j - матриця $d \times d$, $\vec{\varepsilon}_t$ - d - мірний вектор вигляду білого шуму

- VAR (p) є **стаціонарною**, якщо всі корені рівняння $\det (I_k - \Theta_1 z - \Theta_2 z^2 - \dots - \Theta_p z^p) = 0$ знаходяться поза одиничним комплексним колом
- VAR має **єдиний корінь**, якщо вищевказане рівняння має рівно один корінь $z = 1$, тобто $\det (I_k - \Theta_1 - \Theta_2 - \dots - \Theta_p) = 0$. Це відбудеться, якщо принаймні одна зі змінних у VAR містить одиничний корінь

Причинність по Грейнджеру

- Процес x_t є Грейнджер – причиною для y_t , якщо $E(y_{t+1}|I_t) \neq E(y_{t+1}|I_t^*)$, де I_t – доступна до моменту t інформація (включаючи інформацію про x_t), I_t^* – інформаційна множина без інформації про x_t
- Необмежена модель $ADL(p, q)$:
$$Y_t = \alpha + \delta t + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_q X_{t-q} + \varepsilon_t$$
- Обмежена модель:
$$Y_t = \alpha + \delta t + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p}$$
- Нульова гіпотеза $H_0: \beta_1 = 0, \dots, \beta_q = 0$
- Тестова статистика: $F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR})/q}{RSS_{UR}/(n-k)}$, де n – розмір вибірки, k – кількість параметрів моделі

Причинність по Грейнджеру

Granger causality F-test. H₀: %s do not Granger-cause Volkswagen_D1.

Test statistic	Critical value	p-value	df
0.8310	1.534	0.762	(60, 60)

Результати F-тесту для обсягів продажів автомобілів Volkswagen

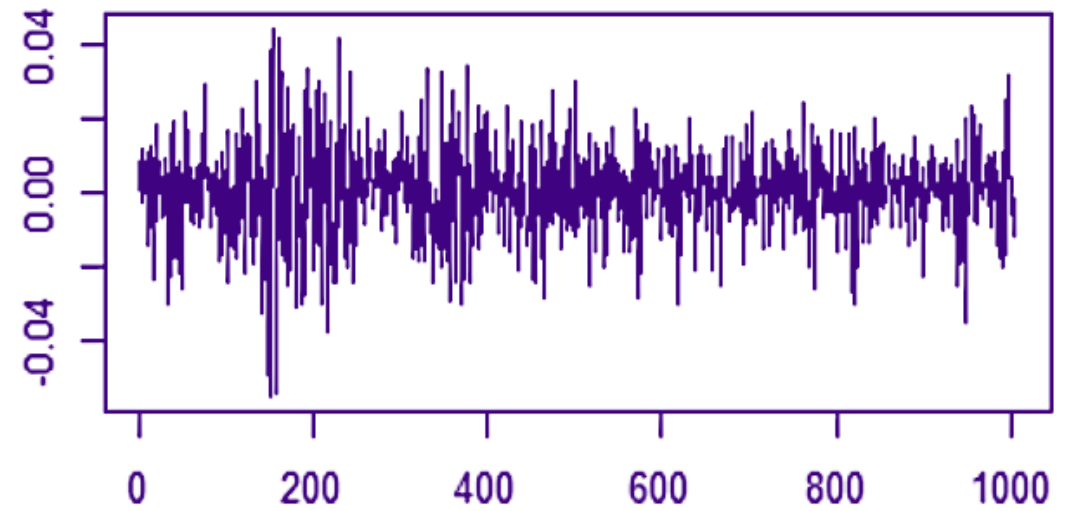
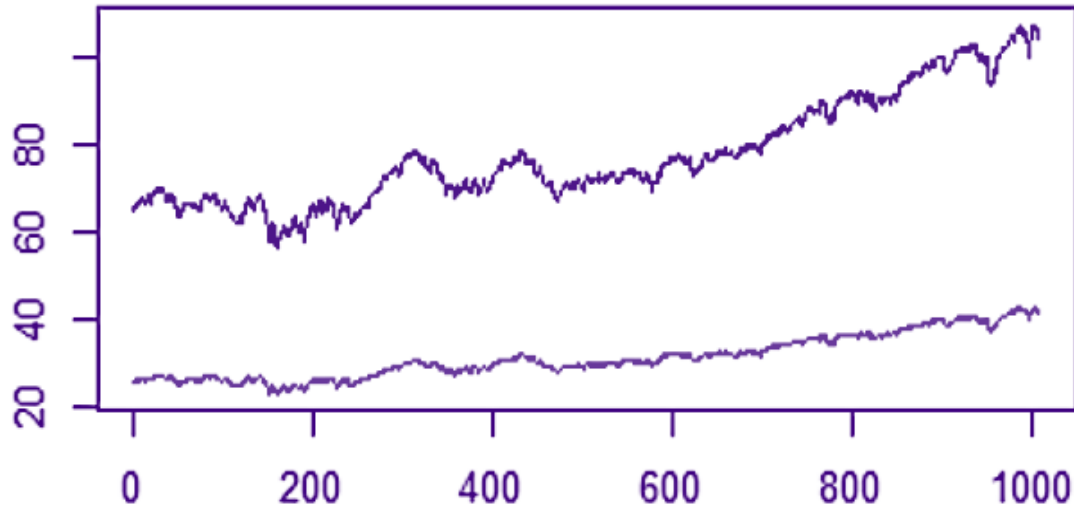
Granger causality F-test. H₀: %s do not Granger-cause average_D1.

Test statistic	Critical value	p-value	df
0.7524	1.534	0.863	(60, 60)

Результати F-тесту для середніх обсягів продажів автомобілів

Коінтеграція часових рядів

- Часові ряди $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})^T$ інтегровані першого порядку $I(1)$ називаються **коінтегрованими**, якщо існує такий вектор $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_K)^T$, що $\varepsilon_t = \alpha^T y_t$ є стаціонарним процесом



Векторна модель корекції помилок

$$\Delta y_t = \mu + \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t,$$

де Γ_i – матриця параметрів лагованих стаціонарних різниць

- Якщо матриця коефіцієнтів Π має ранг $0 < r < n$, тоді існують матриці $n \times r$ α і $r \times n$ β з рангом r такі, що $\Pi = \alpha \beta^T$ і $\beta^T y_t$ є стаціонарним. r - кількість коінтеграційних відносин або ранг коінтеграції, елементи α відомі як параметри корекції, а кожен стовпець β є коінтегрованим вектором
- Якщо ранг (Π) дорівнює n , це означає, що модель VAR стаціонарна
- Якщо ранг (Π) дорівнює нулю, то це означає, що серед рядів немає коінтеграційних відносин

Тест Йохансена

Тест максимального власного числа	Тест сліду
<p>Нульова гіпотеза H_0:</p> <p>ранг $(\Pi) = r_0, r_0 = 0, 1, 2, \dots, n-1$, де n - максимальна кількість можливих коінтегрованих векторів</p>	<p>Нульова гіпотеза H_0:</p> <p>ранг $(\Pi) = r_0, r_0 = 0, 1, 2, \dots, n-1$</p>
<p>Альтернативна гіпотеза H_1:</p> <p>ранг $(\Pi) = r_0 + 1$</p>	<p>Альтернативна гіпотеза H_1:</p> <p>$r_0 < \text{ранг}(\Pi) \leq n$</p>
<p>Тестова статистика:</p> <p>$LR(r_0, r_0 + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{r_0+1})$</p>	<p>Тестова статистика:</p> <p>$LR(r_0, n) = -T \sum_{i=r_0+1}^n \ln(1 - \lambda_i)$</p>

Результати

- $R^2 = 1 - \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}_y^2} = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}$, де SS_{res} – сума квадратів залишків моделі, SS_{tot} – загальна сума квадратів
- $R_{adj}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-k-1}$, де n – розмір вибірки, k – кількість параметрів моделі

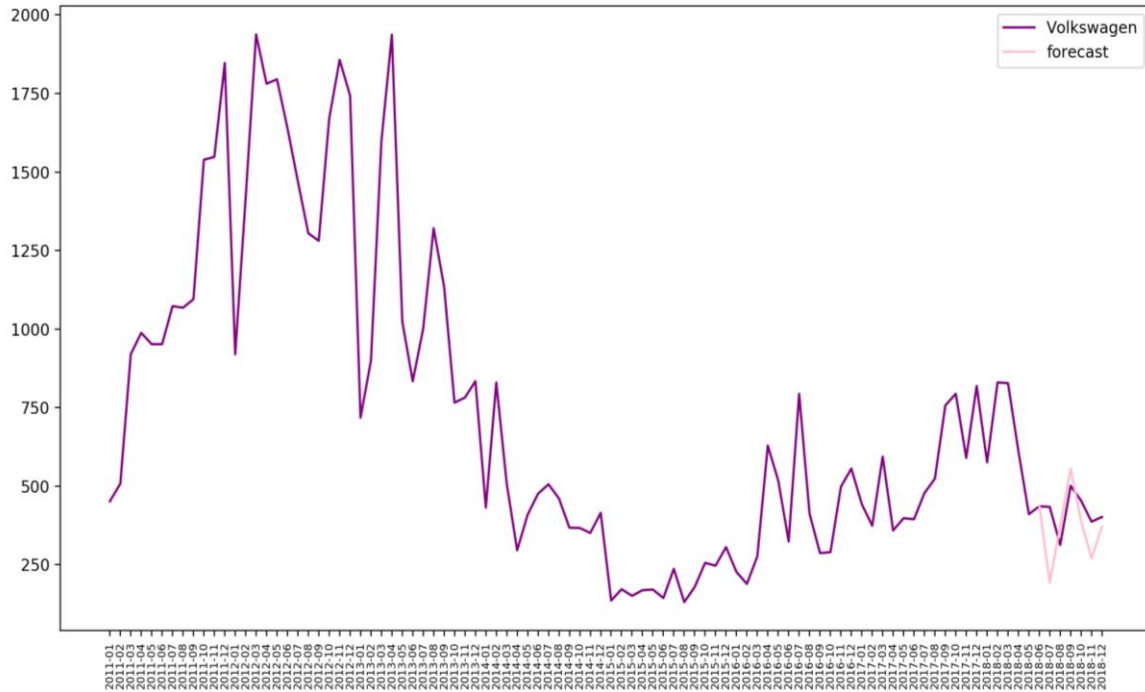
Коефіцієнт	Значення
R^2	0.9608
R_{adj}^2	0.9581

Коефіцієнти детермінації VЕСМ для обсягів продажів автомобілів Volkswagen

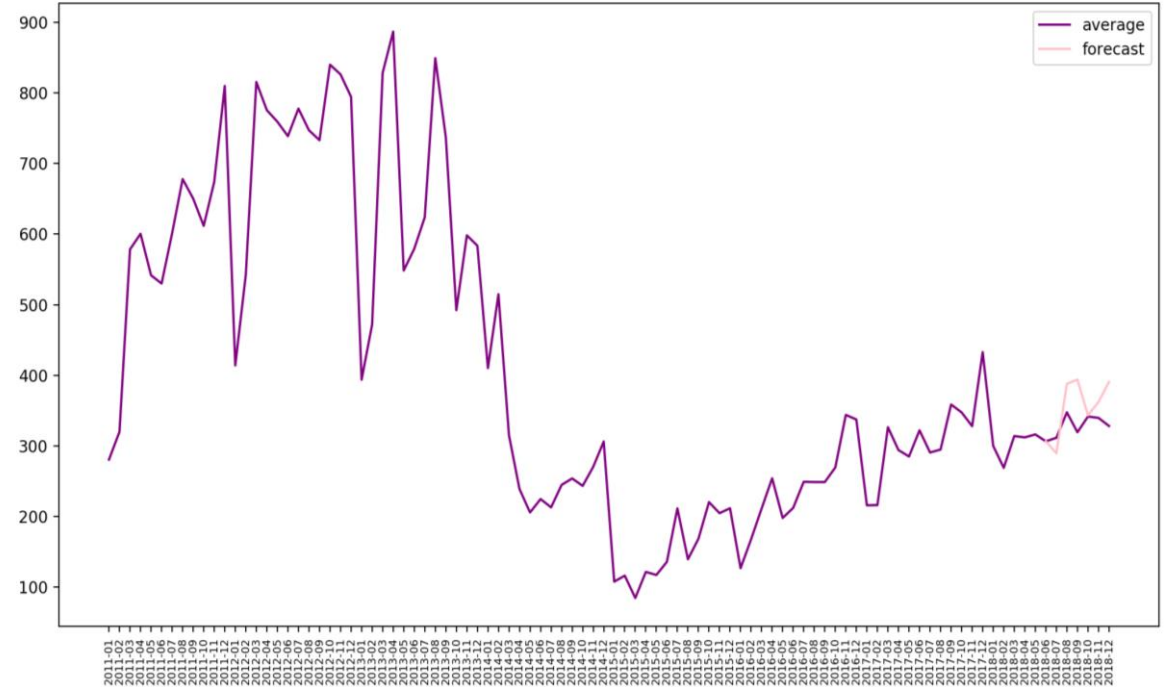
Коефіцієнт	Значення
R^2	0.7619
R_{adj}^2	0.7460

Коефіцієнти детермінації VЕСМ для середніх обсягів продажів автомобілів

Результати бектестингу



Бектестинг VЕСМ для обсягів продажів автомобілів Volkswagen



Бектестинг VЕСМ для середніх обсягів продажів автомобілів

Висновки

- Проведено аналіз довгострокового та короткострокового зв'язку макроекономічних показників з обсягами продажів автомобілів на ринку України за допомогою моделей VAR та VECM
- Прогнозування обсягів продажів автомобілів окремої фірми є точнішим, ніж прогнозування середніх обсягів продажів автомобілів. Це можна пояснити тим, що кожна фірма має досить різну політику, клієнтуру, рівень розвитку та стійкість до зміни макроекономічних факторів і середнє значення обсягів продажів усіх цих фірм не може описуватися однією спільною моделлю
- В подальшому планується дослідити більшу кількість змінних, можливо, беручи в увагу й інші фактори, наприклад, соціально-демографічні, які б враховували зв'язок попиту на певну фірму автомобілів за місцем проживання, середнім віком та доходом основної частки клієнтів, а також вивчити та порівняти результати з іншими методами прогнозування



Дякую за увагу!