

МОДЕЛЮВАННЯ ВАЛОВОГО ВНУТРІШНЬОГО ПРОДУКТУ УКРАЇНИ

Студент 4 курсу

КА-21, Лаврій Богдан

Інститут прикладного системного аналізу

Керівник: проф. Бідюк П.І.

ВСТУП

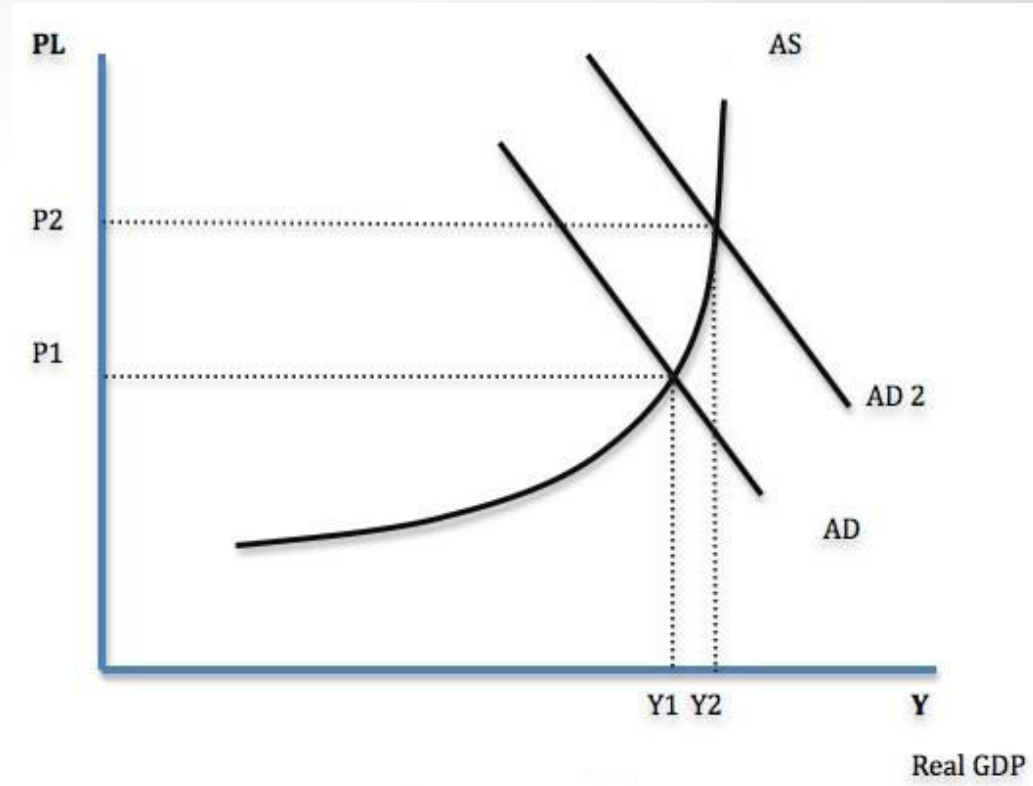
- Мета цієї роботи – дати прогноз ВВП України в близькому майбутньому;
 - Об'єктом дослідження є статистичні дані щодо головних макроекономічних показників України за 1996-2015 роки;
 - Методом дослідження є побудова моделей часових рядів;
 - Актуальність роботи полягає в необхідності оцінювати ситуацію в економіці в близькому майбутньому для прийняття найкращих в даній ситуації рішень.
-

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

- Виконати огляд математичних моделей ВВП;
 - Зібрати статистичні дані, необхідні для побудови математичних моделей;
 - Розробити програму на мові Python для виконання обчислювальних експериментів;
 - Побудувати математичні моделі ВВП на основі статистичних даних, виконати порівняння з EViews;
 - Обчислити оцінки прогнозів, виконати аналіз отриманих результатів.
-

МОДЕЛЬ ADAS

В цій моделі крива сукупного попиту AD взаємодіє з кривою сукупного пропонування AS утворюючи рівень цін та рівень випуску, тобто ВВП.



КРИТЕРІЇ АДЕКВАТНОСТІ МОДЕЛІ

- Сума квадратів похибок:

$$SSE = \sum_{k=1}^N e^2(k) = \sum_{k=1}^N [y(k) - \hat{y}(k)]^2,$$

- Коефіцієнт множинної детермінації R^2 :

$$R^2 = \frac{\text{var}(\hat{y})}{\text{var}(y)}$$

- Інформаційний критерій Акайке:

$$AIC = N * \ln\left(\sum_{k=1}^N e^2(k)\right) + 2n,$$

- Критерій Байєса-Шварца:

$$BSC = N * \ln\left(\sum_{k=1}^N e^2(k)\right) + n * \ln(N),$$

КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ ПРОГНОЗУ

- Середнє абсолютне значення похибки (MAE):

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |y(k) - \hat{y}(k)|,$$

- Середній квадрат похибки (RSME) :

$$RSME = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - \hat{y}(k)]^2,$$

- Середня абсолютна похибка в процентах (MAPE):

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{|y(k) - \hat{y}(k)|}{|y(k)|} * 100\%,$$

- Коефіцієнт нерівності Тейла U:

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - \hat{y}(k)]^2}}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y^2(k) + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \hat{y}^2(k)}},$$

ВЛАСНИЙ ПРОГРАМНИЙ ПРОДУКТ

tk

	LAG	ACF	PACF	
	1	0.789	0.823	
	2	0.529	-0.31	
	3	0.339	0.07	
	4	0.162	-0.23	
	5	0.001	-0.105	
Using annual GDP data	6	-0.154	-0.278	
	7	-0.294	-0.235	
Show ACF & PACF	8	-0.378	-0.151	

	Model	RMSE	MAE	MAPE	Theil
Build Models	AR (1)	53.09	47.81	4.57	0.026
	AR (2)	43.35	43.34	4.11	0.021
Forecast	ARMA (1,1)	61.47	61.38	5.74	0.029
	ARMA (1,2)	62.75	60.15	5.52	0.03
2 Best	ARMA (2,1)	26.53	23.51	2.32	0.013
	ARMA (2,2)	24.38	24.36	2.35	0.012

	Model	RMSE	MAE	MAPE	Theil
Combined Forecast	AR (1)	66.29	57.58	5.43	0.032
	AR (2)	81.32	75.24	6.97	0.039
Quit	ARMA (1,1)	114.35	104.48	9.37	0.054
	ARMA (1,2)	123.71	117.31	10.42	0.058
	ARMA (2,1)	30.1	25.26	2.49	0.015
	ARMA (2,2)	51.59	46.15	4.42	0.025

Models built: 6				
Results for some models:				
Model	R ²	MeanSqEr	AIC	DW
AR (1)	0.762	8109	9.262	0.66
AR (2)	0.877	4111	8.685	2.123
ARMA (1,1)	0.661	11071	287.843	1.787
ARMA (1,2)	0.663	11031	287.997	1.937
ARMA (2,1)	0.625	11467	282.781	1.727
ARMA (2,2)	0.642	10956	282.011	1.933

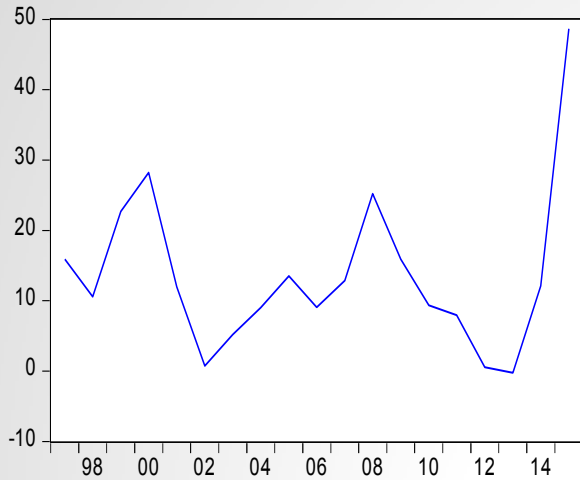
Static for 2 steps				
Model	RMSE	MAE	MAPE	Theil
AR (1)	53.09	47.81	4.57	0.026
AR (2)	43.35	43.34	4.11	0.021
ARMA (1,1)	61.47	61.38	5.74	0.029
ARMA (1,2)	62.75	60.15	5.52	0.03
ARMA (2,1)	26.53	23.51	2.32	0.013
ARMA (2,2)	24.38	24.36	2.35	0.012

Dynamic for 2 steps				
Model	RMSE	MAE	MAPE	Theil
AR (1)	66.29	57.58	5.43	0.032
AR (2)	81.32	75.24	6.97	0.039
ARMA (1,1)	114.35	104.48	9.37	0.054
ARMA (1,2)	123.71	117.31	10.42	0.058
ARMA (2,1)	30.1	25.26	2.49	0.015
ARMA (2,2)	51.59	46.15	4.42	0.025

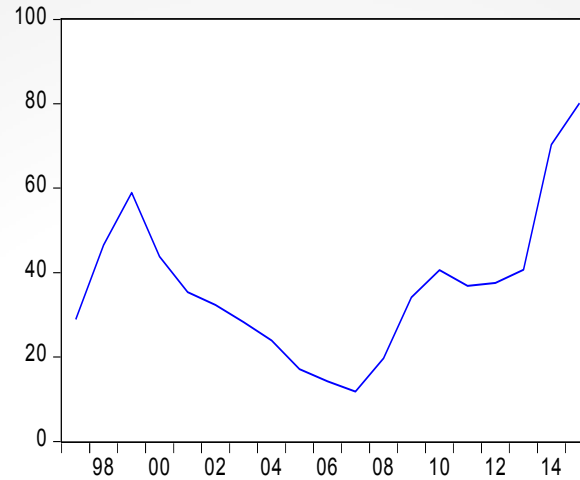
Out-of-sample prediction for 2 periods ahead				
AR (2)				
[897.59116654 871.17197711]				
Standard deviations for 2 periods ahead				
[79.3971866360108, 86.06801320099717]				
ARMA (2,2)				
[890.04646778 835.82117449]				
Standard deviations for 2 periods ahead				
[99.19669948418606, 107.5310499330463]				
Combined for 2 periods ahead				
[893.81881716056068, 853.49657579909797]				

ГРАФІКИ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛИСЯ

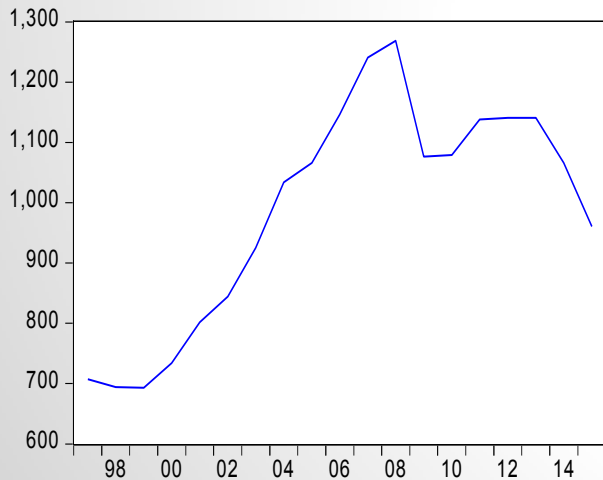
INFL



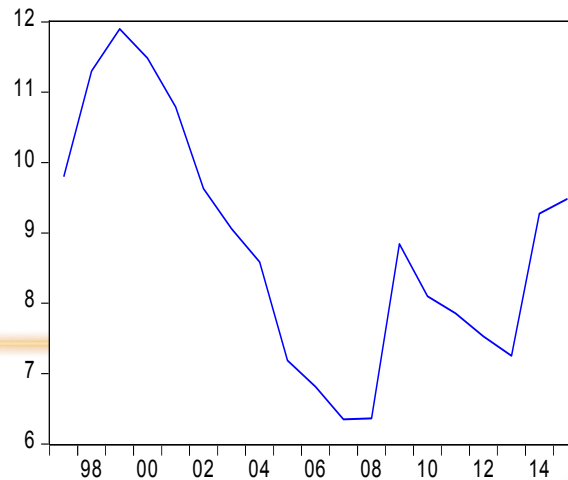
DEBT



GDP_CONSTPR_NATCUR_ABS



UNEMP



Тут представлені графіки рівня інфляції, відсотку державного боргу до рівня ВВП, реальний ВВП України в цінах 2005 року, рівень безробіття.

Дані з 1997 по 2015 роки.

ПОРІВНЯННЯ ОТРИМАНИХ МОДЕЛЕЙ

	R-squared	SSE	Akaike Info Criterion	BSC	Durbin-Watson
AR(1)	0,881	82945	11,50	11,60	1,30
ARMA(1,1)	0,900	69531	11,43	11,58	2,07
AR(1)+ trend	0,898	71407	11,46	11,61	1,19
ARMA(1,1)+ trend	0,920	55913	11,32	11,52	1,83
Y(i,u,d)	0,930	44541	11,18	11,38	1,59
Y(i,u,d) +LAG1(i,u,d)	0,980	11234	10,27	10,61	2,11
Y(i,u) +LAG1(u,d)	0,978	12396	10,12	10,36	1,92
AR(1)+Y(i,u) +LAG1(u,d)	0,983	9524	9,98	10,27	2,52
AR(1)+Y(i,u) +LAG1(u,d) +trend	0,985	8338	9,97	10,31	2,42

ПОРІВН. СТАТ. ПРОГНОЗІВ НА 2 КРОКИ

	RMSE	MAE	MAPE	Theil
AR(1)	101,5	100,0	9,99	0,048
ARMA(1,1)	74,1	74,1	7,33	0,035
AR(1)+ trend	168, 6	165,7	16,55	0,077
ARMA(1,1)+ trend	144,5	143,4	14,28	0,067
Y(i,u,d)	134,5	97,1	10,08	0,063
Y(i,u,d) +LAG1(i,u,d)	86,5	79,5	8,04	0,042
Y(i,u) +LAG1(u,d)	95,4	77,4	7,95	0,046
AR(1)+Y(i,u) +LAG1(u,d)	83,1	71,6	7,31	0,040
AR(1)+Y(i,u) +LAG1(u,d) +trend	132,6	101,9	10,52	0,062

ПОРІВН. ДИНАМ. ПРОГНОЗІВ НА 2 КРОКИ

	RMSE	MAE	MAPE	Theil
AR(1)	150,1	139,2	14,06	0,069
ARMA(1,1)	135,6	125,4	12,67	0,063
AR(1)+ trend	227, 5	213,4	21,52	0,101
ARMA(1,1)+ trend	228,7	212,0	21,41	0,102
Y(i,u,d)	No dynamics			
Y(i,u,d) +LAG1(i,u,d)	No dynamics			
Y(i,u) +LAG1(u,d)	No dynamics			
AR(1)+Y(i,u) +LAG1(u,d)	77,3	67,4	6,86	0,037
AR(1)+Y(i,u) +LAG1(u,d) +trend	131,7	101,3	10,45	0,062

ВИБІР КРАЩИХ МОДЕЛЕЙ

Бачимо, що найкращими виявились моделі:

- ARMA(1,1)
- AR(1)+Y(i,u)+LAG1(u,d)

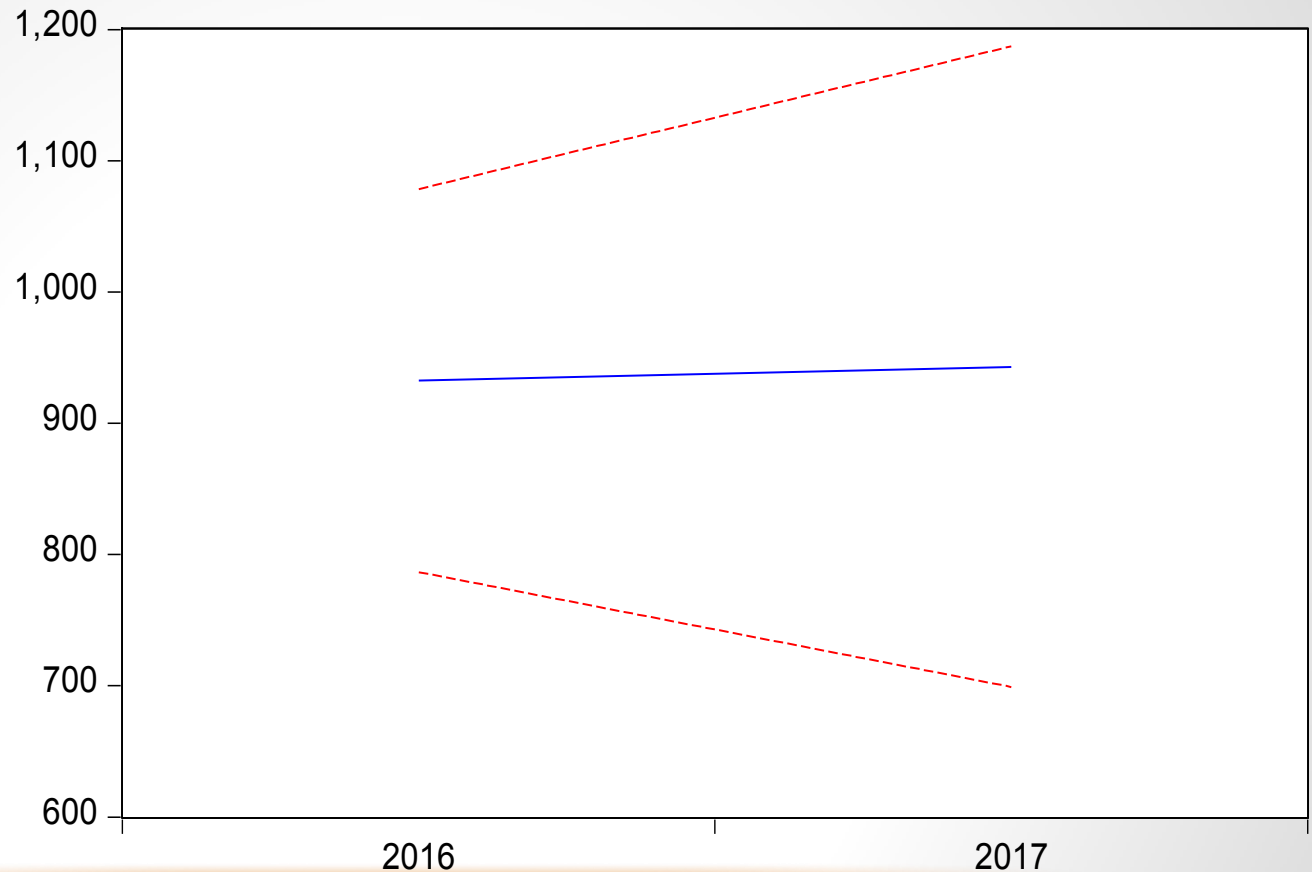
Перерахуємо моделі на повній вибірці та дамо прогноз.

ПРОГНОЗ ЗА ДОПОМОГОЮ ARMA(1,1)

ARMA(1,1):

2016 - 932(-3.0%);

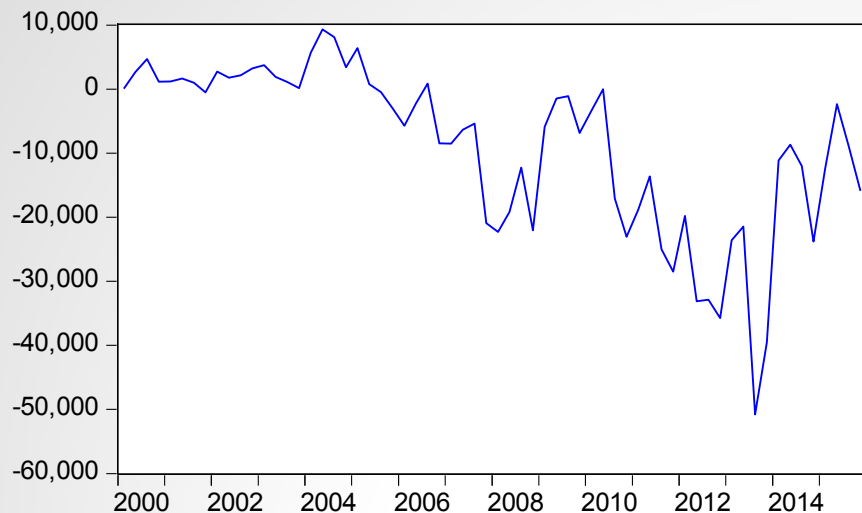
2017 - 943(+1.0%);



— GDP_CONSTPF - - - ± 2 S.E.

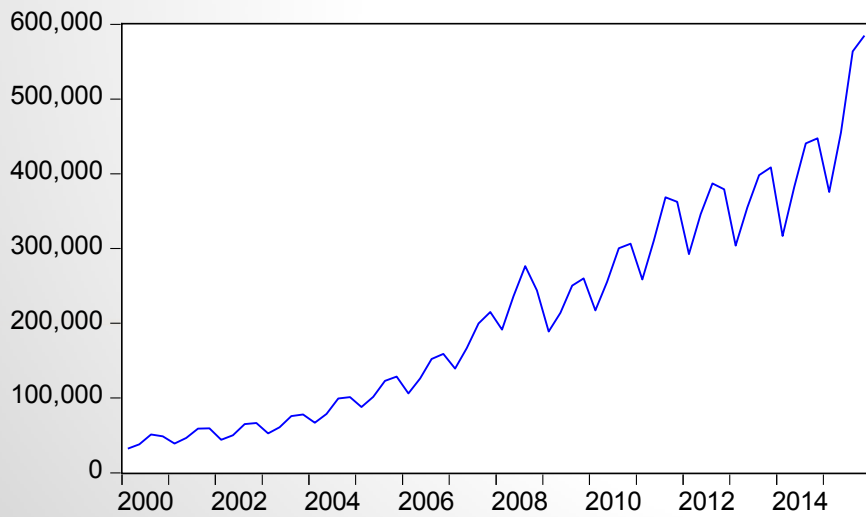
ГРАФІКИ ПРОЦЕСІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУВАЛИСЯ

NE



Тут представлені графіки чистого експорту в поточних цінах в національній валюті та реальний ВВП України в поточних цінах.

GDP



Дані з першого кварталу 2000 по четвертий квартал 2015 року.

ПОРІВНЯННЯ ОТРИМАНИХ МОДЕЛЕЙ

	R-squared	SSE	Akaike Info Criterion	BSC	Durbin-Watson
AR(5)	0,914	6,01E+10	23,80	23,91	2,18
ARMA(5,4)	0,965	2,46E+10	23,02	23,24	2,02
AR(5) + trend	0,944	3,93E+10	23,41	23,56	1,84
ARMA(5,5) + trend	0,976	1,67E+10	22,67	22,93	1,93
AR(1) + Y(ne)	0,930	5,50E+10	23,63	23,74	2,27
AR(1) + Y(ne) +LAG1(ne)	0,941	4,68E+10	23,50	23,65	2,27
AR(4) + Y(ne)	0,975	1,82E+10	22,62	22,77	0,63
AR(4) + Y(ne) +LAG1(ne)	0,975	1,78E+10	22,63	22,71	0,75
AR(4) + Y(ne) +trend	0,982	1,29E+10	22,31	22,50	0,99
AR(4) + Y(ne) +LAG1(ne) +trend	0,982	1,29E+10	22,35	22,57	1,02

ПОРІВН. СТАТ. ПРОГНОЗІВ НА 6 КРОКІВ

	RMSE	MAE	MAPE	Theil
AR(5)	69487	60910	12,92	0,075
ARMA(5,4)	46919	39623	8,00	0,050
AR(5) + trend	74568	66348	13,32	0,082
ARMA(5,5) +trend	52606	44007	8,60	0,057
AR(1) + Y(ne)	89543	78788	16,13	0,100
AR(1) + Y(ne) +LAG1(ne)	63183	53078	11,37	0,068
AR(4) + Y(ne)	78656	65968	12,91	0,088
AR(4) + Y(ne) +LAG1(ne)	74268	61549	12,01	0,082
AR(4) + Y(ne) +trend	86434	71400	13,88	0,097
AR(4) + Y(ne) +LAG1(ne) +trend	84833	69869	13,57	0,095

ПОРІВН. ДИНАМ. ПРОГНОЗІВ НА 6 КРОКІВ

	RMSE	MAE	MAPE	Theil
AR(5)	116176	95512	18,38	0,133
ARMA(5,4)	99351	73952	13,83	0,112
AR(5) + trend	91106	75439	14,63	0,102
ARMA(5,5) + trend	86713	62094	11,46	0,096
AR(1) + Y(ne)	179776	151866	29,54	0,222
AR(1) + Y(ne) +LAG1(ne)	109932	88835	17,06	0,125
AR(4) + Y(ne)	93982	76128	14,75	0,106
AR(4) + Y(ne) +LAG1(ne)	89026	71522	13,85	0,100
AR(4) + Y(ne) +trend	91049	73500	14,16	0,102
AR(4) + Y(ne) +LAG1(ne) +trend	89706	72273	13,92	0,101

ВИБІР КРАЩИХ МОДЕЛЕЙ

Бачимо, що найкращими виявились моделі:

- ARMA(5,4)
- ARMA(5,5)+trend

Перерахуємо моделі на повній вибірці та дамо прогноз.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ARMA(5,4)

ARMA(5,4):

2016Q1 - 520000

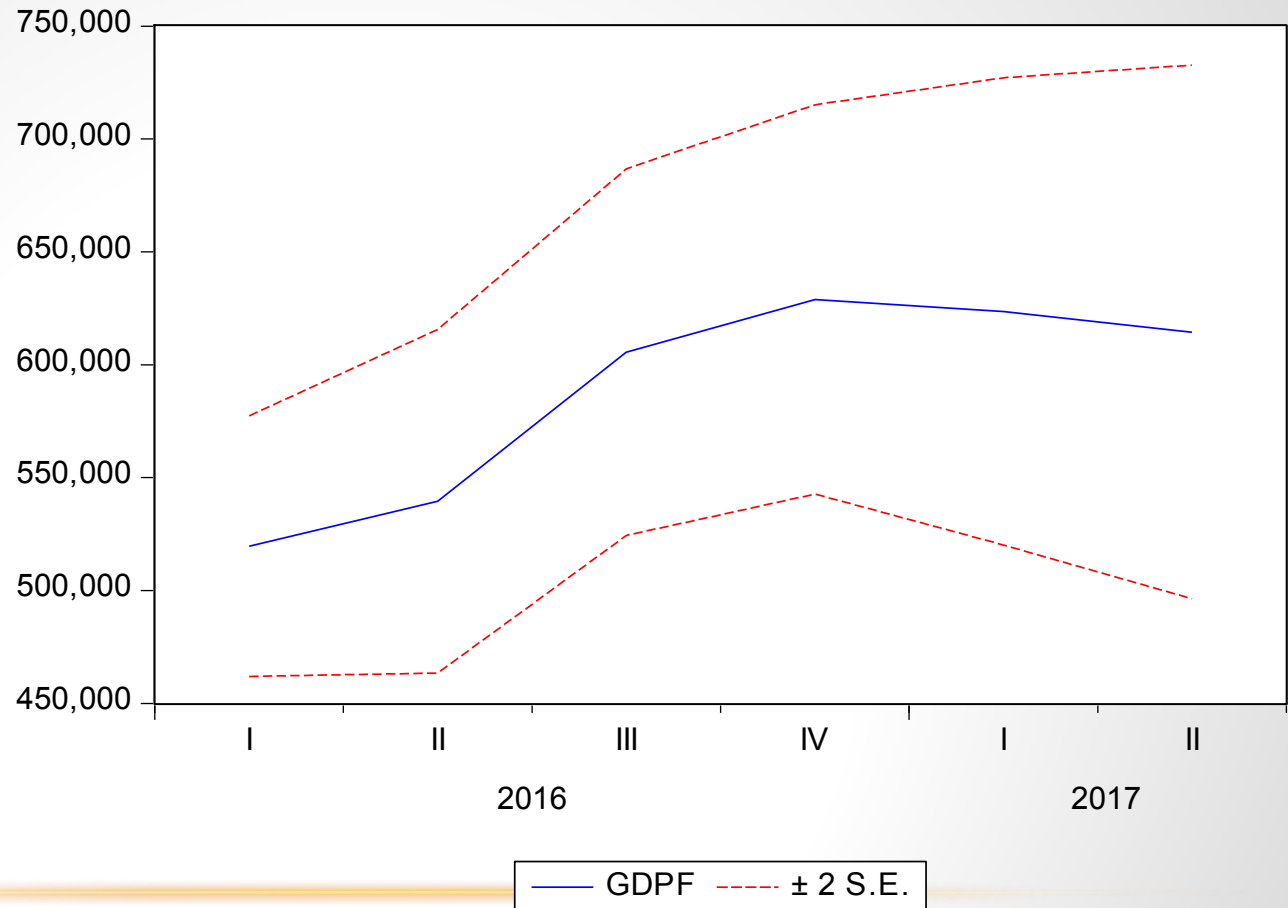
2016Q2 - 540000

2016Q3 - 606000

2016Q4 - 629000

2017Q1 - 624000

2017Q2 - 614000



ПРОГНОЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ARMA(5,5)+TREND

ARMA(5,5)+trend:

2016Q1 - 469000

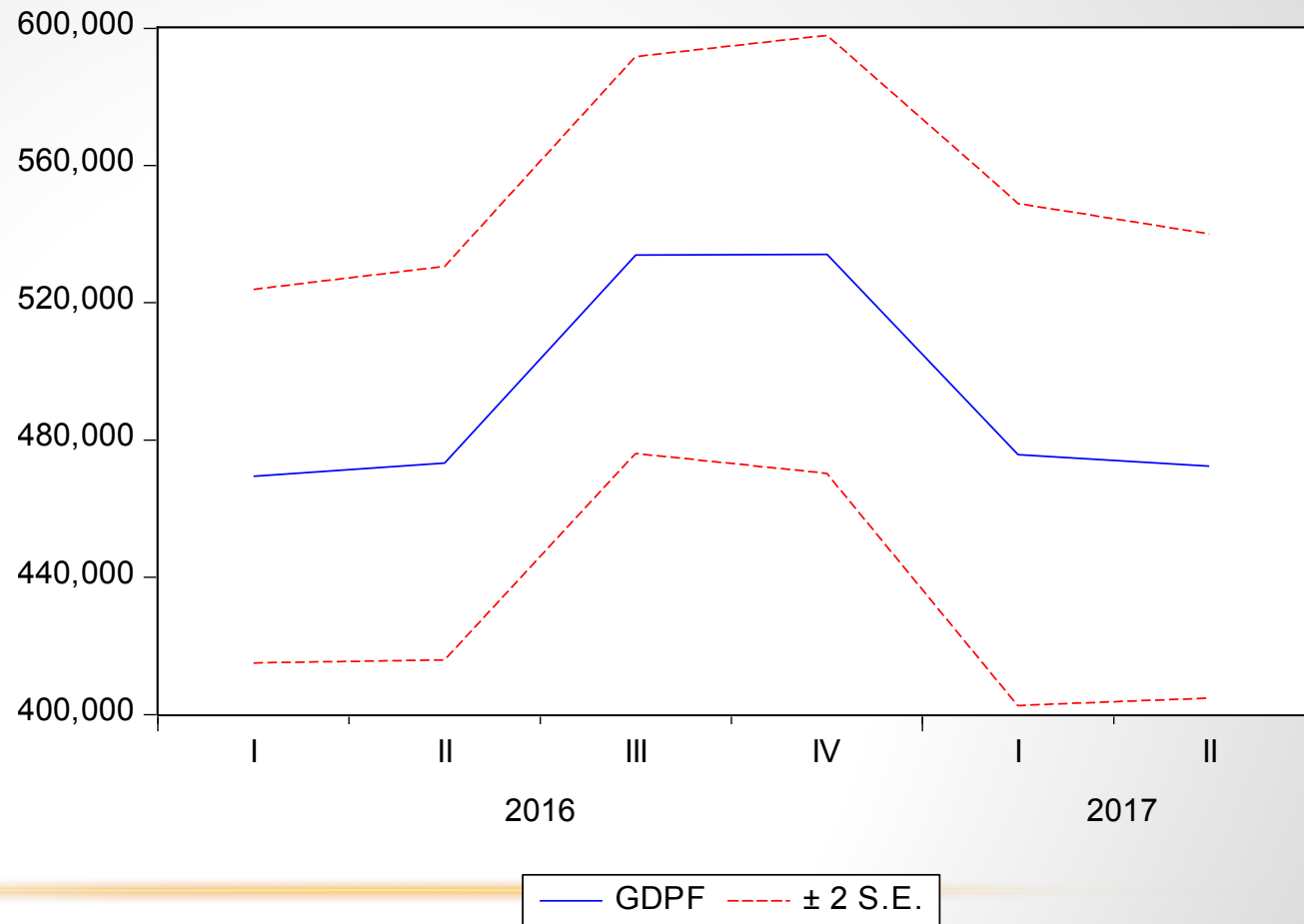
2016Q2 - 473000

2016Q3 - 534000

2016Q4 - 534000

2017Q1 - 476000

2017Q2 - 472000



ВИСНОВКИ

Створено програмний продукт на мові Python з графічним інтерфейсом. Програма будує різні моделі та прогнози для них і знаходить значення найпоширеніших статистик. З побудованих обирається найкраща авто регресійна модель і найкраща авто регресійна модель з ковзним середнім. За цими моделями можна порахувати прогноз і отримати значення стандартних відхилень для кожного кроку прогнозу. З прогнозів кожної моделі потім отримується комбінований прогноз.

Також побудовано майже два десятки моделей для опису процесу ВВП в EViews. Прогнози, побудовані за різними моделями для економіки України на 2016-2017 роки спільні в тому, що на нашу державу не чекає ні різке, економічне пожвавлення, ні різкий спад, а скоріше відносно невеликі прорости або падіння.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!
