

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

*Комбінування оцінок  
прогнозів,  
згенерованих різними  
методами*

**Виконала:**

студентка групи КА-23

Малашенко Дарина Вікторівна

**Науковий керівник:**

д.т.н., проф. Бідюк П.І.

Київ – 2016 р.

# Об'єкт, предмет і мета дослідження

- **Об'єкт** дослідження – методи комбінування оцінок прогнозів фінансово-економічних процесів.
- **Предмет** дослідження – методи моделювання та короткострокового прогнозування фінансово-економічних процесів.
- **Методи** дослідження – статистичні методи моделювання і прогнозування, регресійний аналіз.
- **Мета** роботи – спроектувати і реалізувати програмно інформаційно-аналітичну систему для моделювання і прогнозування фінансово-економічних процесів, дослідити методи комбінування прогнозів.

# Актуальність роботи

Об'єкти, що приймають рішення, стикаються з проблемою невизначеності та мінливості щодня. Використовуючи декілька моделей, кожна з яких забезпечує окремий прогноз поведінки системи, перед ним стає вибір, якій з моделей довіряти. Отже, задача полягає в тому, щоб поєднати результати прогнозів таким чином аби вони враховували недоліки одна одної, адже деякі методи добре вловлюють тренди в рядах даних, а інші видають більш точні прогнози, не дивлячись на гіршу апроксимацію.

**Комбінування оцінок прогнозів** – це нова тенденція у сфері прогнозування, яка має значний практичний потенціал. Від того, на скільки вірно скомбіновані ті чи інші методи, може дуже сильно залежати результат прогнозу, а отже, і прибуток компанії, або ж навпаки – втрати, до яких призведуть ті чи інші прийняті рішення.

# Постановка задачі

- Виконати аналіз сучасних методів моделювання і прогнозування динаміки фінансово-економічних процесів.
- Спроекувати і реалізувати інформаційно-аналітичну систему (ІАС) для моделювання і прогнозування фінансово-економічних процесів, шляхом комбінування оцінок, згенерованих різними методами, та застосувати розроблену ІАС до аналізу обраного процесу.
- Обчислити оцінки та параметри якості індивідуальних та комбінованих прогнозів. Виконати порівняльний аналіз результатів та зробити висновки щодо переваг комбінованого прогнозу.

# Для опису процесу були використані наступні моделі:

- Рівняння авторегресії порядку  $p$  (AR( $p$ )):

$$y(k) = a_0 + a_1 y(k-1) + \dots + a_p y(k-p) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \varepsilon(k),$$

- Авторегресія з ковзним середнім (ARMA( $p,q$ )):

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon(k-j) + \varepsilon(k),$$

- Авторегресія з інтегрованим ковзним середнім (ARIMA( $p,d,q$ )):

$$\Delta^d y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon(k-j) + \varepsilon(t)$$

# Методи комбінування прогнозів

- Усереднення прогнозів: у загальному випадку для  $N$  моделей прогнозування маємо

$$\hat{y}_c(k) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{y}_i(k),$$

де  $\hat{y}_c(k)$  - комбінований прогноз;  $\hat{y}_i(k)$ , - прогнози, отримані за різними методами.

- Зважене усереднення прогнозів:

$$\hat{y}_c(k) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i \hat{y}_i(k),$$

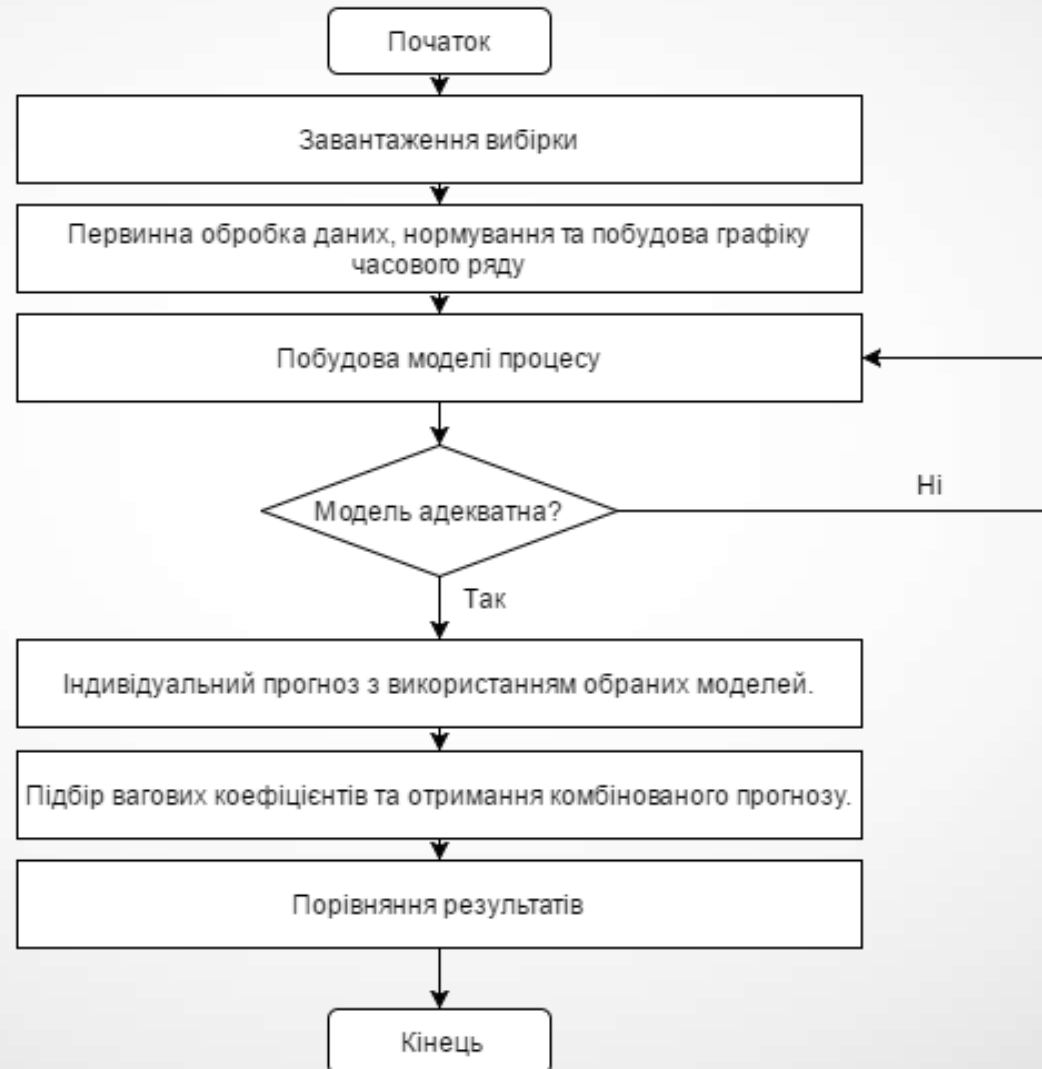
де  $w_i$  - вагові коефіцієнти, які обраховуються за допомогою похибок прогнозів.

# Програмний продукт

Програмний продукт, який було реалізовано на мові програмування MATLAB, передбачає виконання ряду функцій, серед яких зокрема:

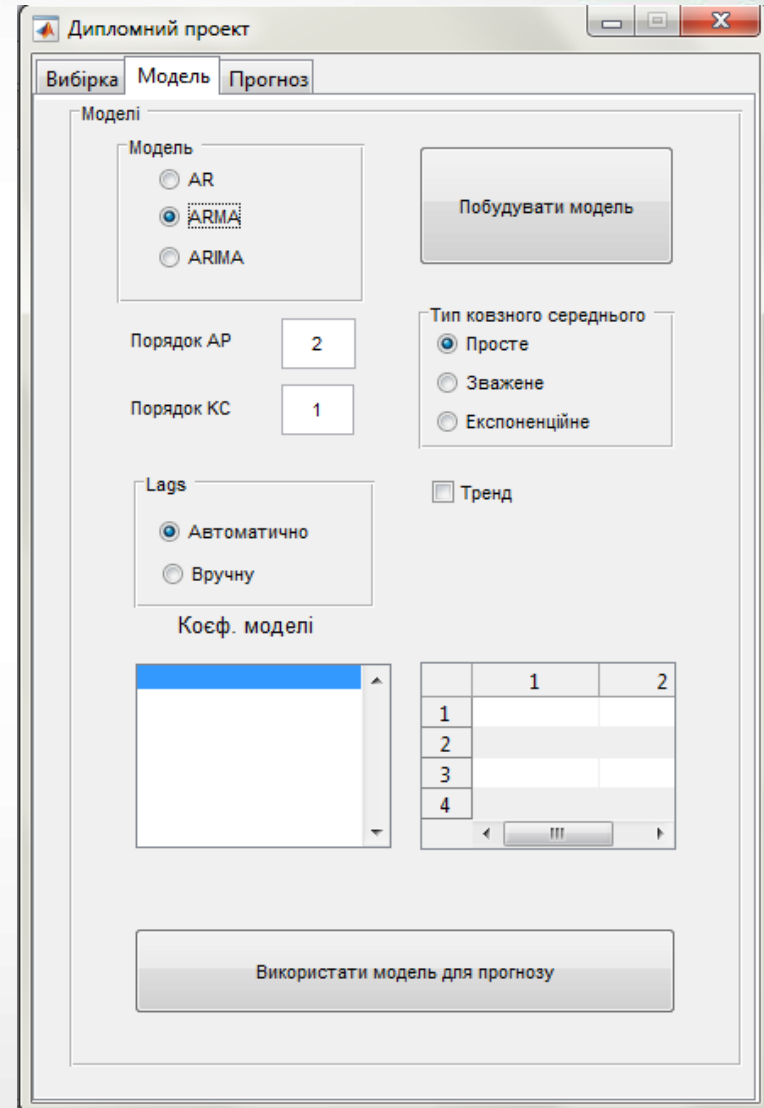
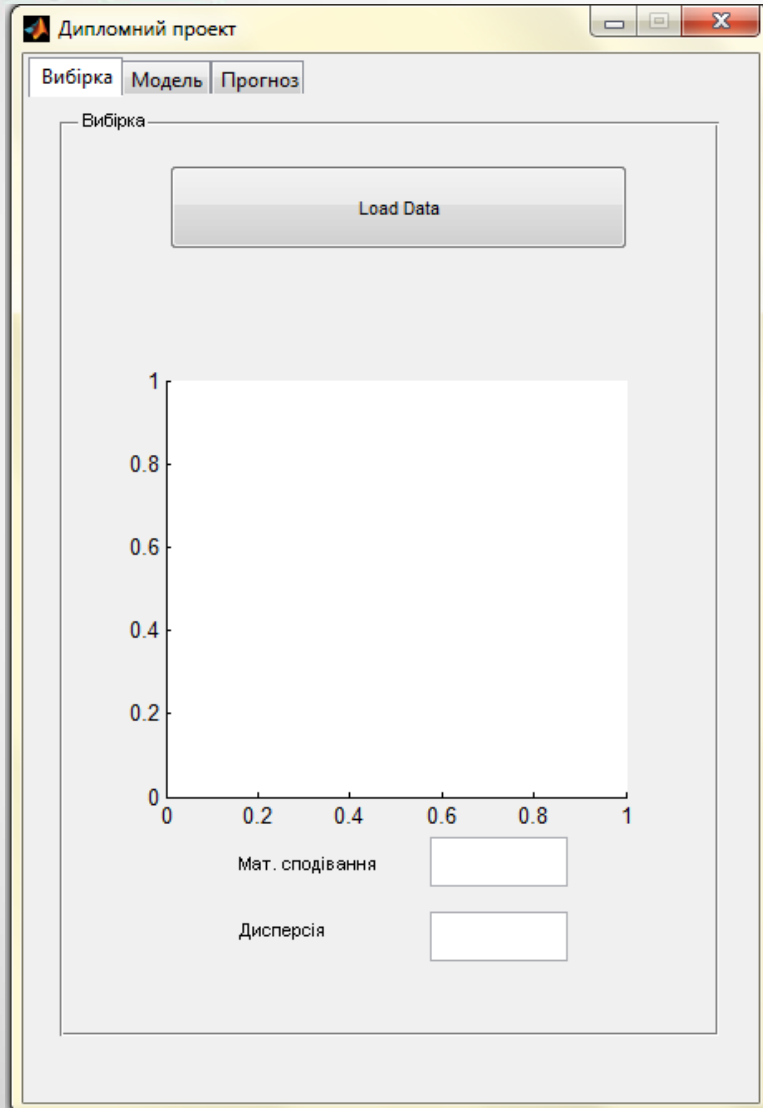
- Завантаження даних з текстового файлу;
- Первинна обробка даних;
- Побудова моделей авторегресії, авторегресії з ковзним середнім та авторегресії з інтегрованим ковзним середнім для заданого часового ряду з можливістю уточнення порядку моделі та типу КС;
- Виведення оцінених параметрів моделей в інтерфейс;
- Оцінювання адекватності побудованих моделей;
- Побудова прогнозу за окремими моделями або шляхом їх комбінування, оцінка якості прогнозу;
- Побудова графіку прогнозних значень в інтерфейсі;
- Збереження результатів прогнозування у файл.

# Блок-схема розробленої програми

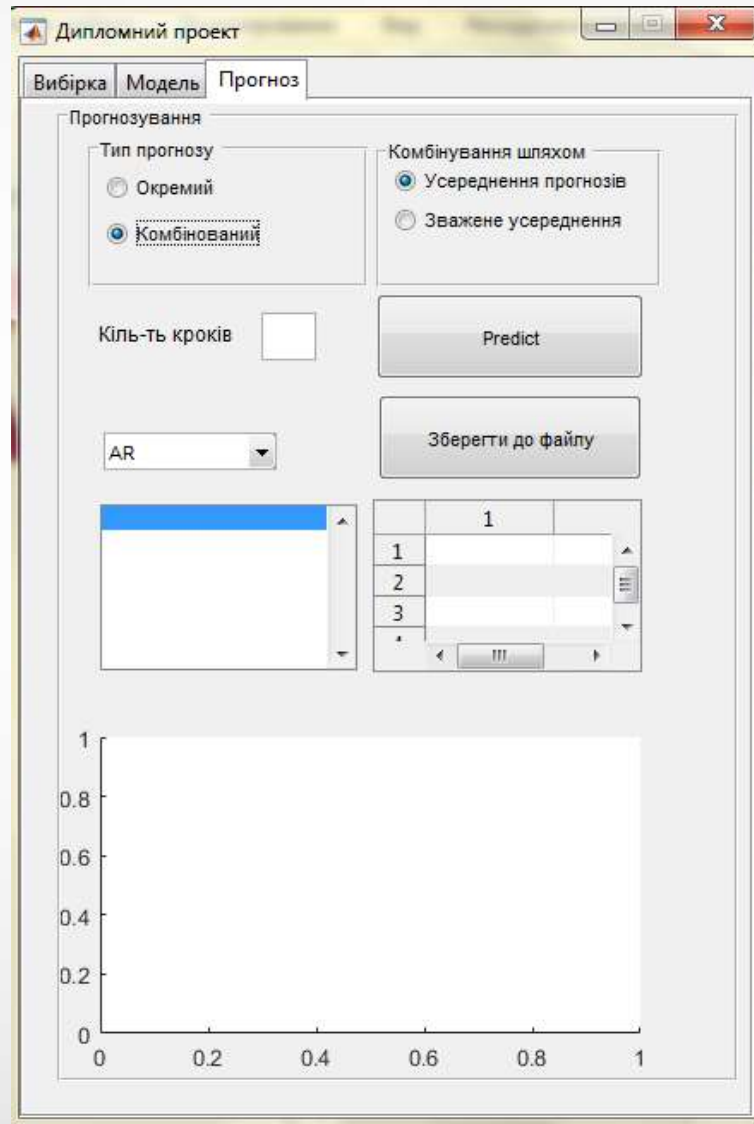




# Інтерфейс програми



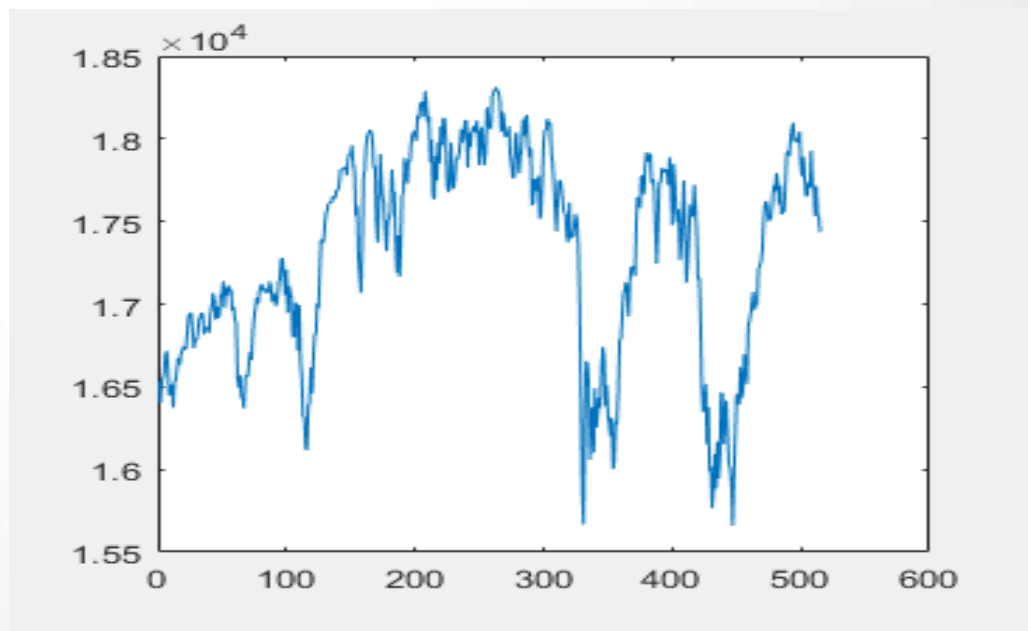
# Інтерфейс програми



# Результати обчислювальних експериментів. Статистичні дані

Для обчислень використовуються історичні дані значень промислового індексу Доу-Джонса, взяті за період з 5 травня 2014 року по 19 травня 2016 року наступного формату:

Дата	Значення
05.05.2014	16530,55
06.05.2014	16401,02
07.05.2014	16518,54
08.05.2014	16550,97
09.05.2014	16583,34
...	

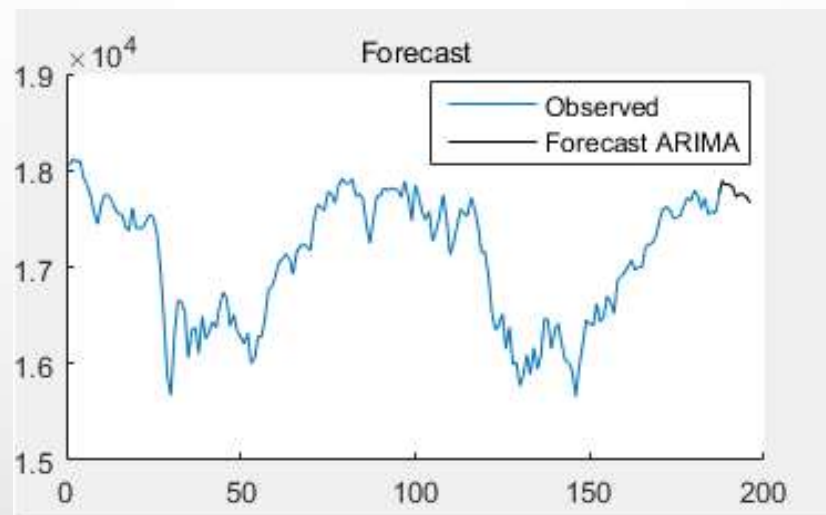
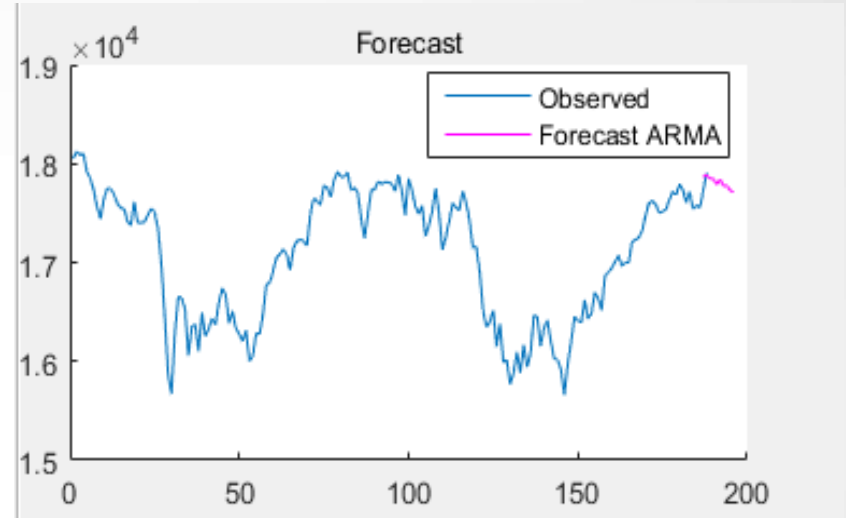
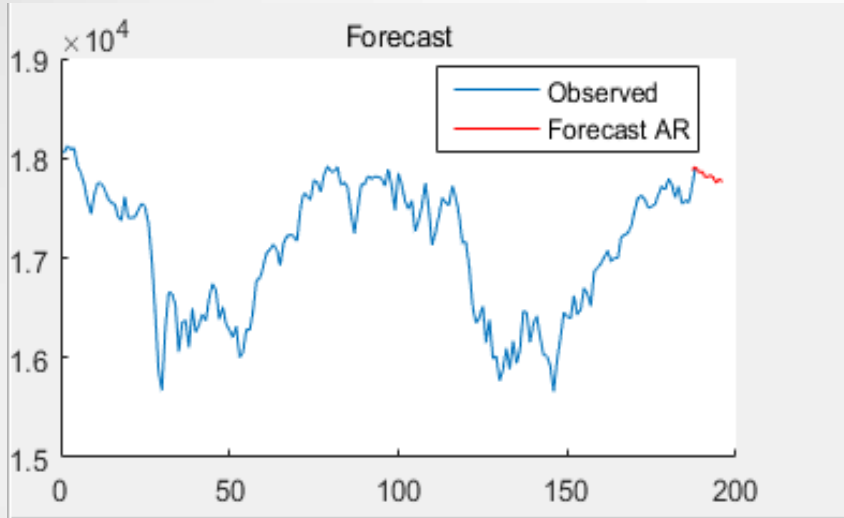


# Результати обчислювальних експериментів. Вибір моделей для прогнозування

	DW	R <sup>2</sup>	RMSE
AR(1)	2.02	0.935	164.97
AR(1,4)	1.98	0.934	164.77
AR(1)+тренд (5-го порядку)	1.983	0.935	164.85
ARMA(2,1)	2.015	0.953	135.03
ARMA(3,2)	1.981	0.954	134.9
ARIMA(1,1,1)	2.012	0.0009	151.2
ARIMA(2,1,1)	1.999	0.0022	151.3

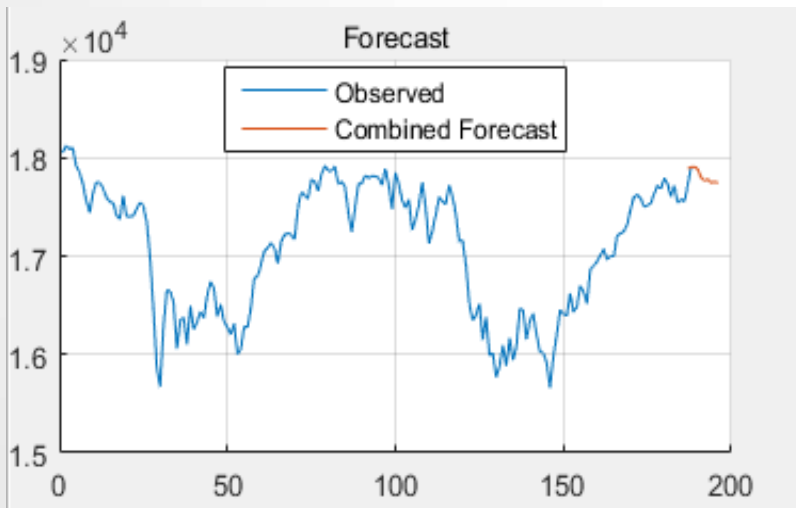
Отже, для побудови прогнозу скористаємося моделями AR(1,4), ARMA(2,1) та ARIMA(1,1,1).

# Результати обчислювальних експериментів. Індивідуальні прогнози на 10 кроків вперед

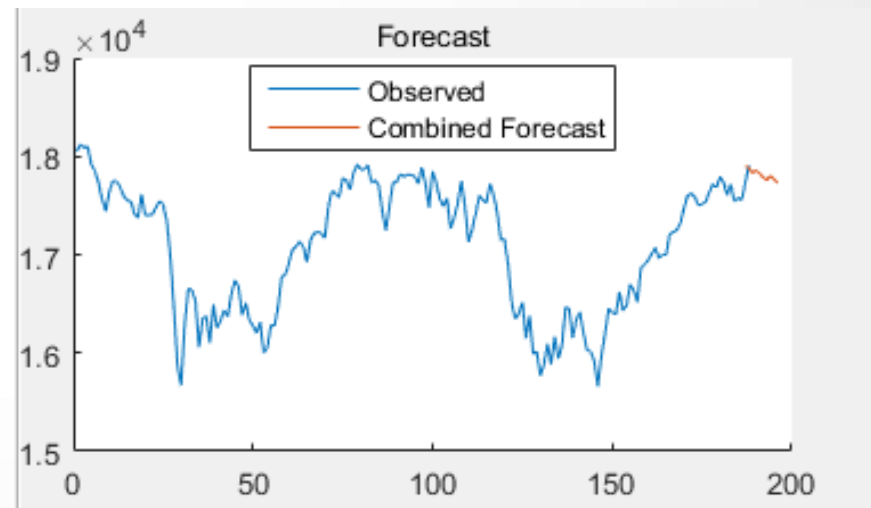


# Результати обчислювальних експериментів. Комбінований прогноз на 10 кроків вперед

## Усереднення прогнозів



## Зважене комбінування



# Результати обчислювальних експериментів.

## Порівняння результатів

	AR	ARMA	ARIMA	Усереднення	Зважене комбінування
RMSE	0.0746	0.0796	0.0723	0.0758	0.073
MAPE	7.62%	7.96%	7.14%	7.7820	7.5%

Дисперсії похибки прогнозів є дуже близькими за значеннями, а саме: для моделі AR вона дорівнює 0.0014, для моделі ARMA 0.0014, а для ARIMA 0.0013, а отже доречно використовувати комбінування. В результаті отримуємо дисперсію похибки комбінованого прогнозу, яка є ще меншою і становить 0.0011.

# Наукова новизна

1. Побудовані нові математичні моделі, які з високою адекватністю описують вибраний фінансовий процес, а саме зміну в часі промислового індексу Доу-Джонса за період з 5 травня 2014 року по 19 травня 2016 року.
2. Досліджено методи комбінування оцінок прогнозів, а саме усереднення зважене комбінування, і встановлено, що обчислені оцінки, як правило, мають вищу якість, порівняно з індивідуальними моделями.



# Висновки по роботі та подальші рекомендації

- Огляд та аналіз особливостей протікання сучасних фінансово-економічних процесів як у світі загалом, так і в Україні;
- Дослідження основних моделей, що використовуються для опису ФЕП, та огляд методів оцінки параметрів моделі;
- Огляд методів комбінування прогнозів, їх переваг та недоліків;
- Було спроектовано та реалізовано інформаційно-аналітичну систему для короткострокового прогнозу;
- Було перевірено роботу ПЗ на реальних статистичних даних та проведено аналіз результатів;
- Функціонально-вартісний аналіз програмного продукту.



*Дякую за увагу!*