

# **Моделювання та прогнозування динаміки валютного курсу на Українській міжбанківській валютній біржі**

**Студент гр. КА-44  
Моляков Валентин Валерійович**

**Науковий керівник: ст. н. сп.  
Заводник Вячеслав Владленович**

**Київ - 2018**

# Об'єкт, предмет та мета роботи

- ❑ **Об'єкт дослідження:** Статистичні дані щодо фінансово-економічних процесів, які описуються часовими рядами та потребують ефективної аналітичної обробки з метою виявлення практично корисних знань та взаємозв'язків між ними, необхідних для прийняття рішень на Українській міжбанківській валютній біржі.
- ❑ **Предмет дослідження:** Методи регресійного аналізу.
- ❑ **Мета роботи:** Моделювання та прогнозування динаміки валютного курсу на базі інформації взятої з Української міжбанківської валютної біржі.

- ❑ **Побудова** математичних **моделей** для аналізу та **прогнозування** курсу валют із використанням розробленої системи
- ❑ Огляд сучасних методів **прогнозування**
- ❑ **Розробка та програмна реалізація СППР** для прогнозування експериментальних та статистичних даних реальних процесів
- ❑ Порівняльний аналіз результатів

## ☐ Методи регресійного аналізу

- Авторегресійна модель (АР)
- Авторегресія з ковзним середнім (АРКС)
- Модель авторегресії ковзного середнього з урахуванням незалежної змінної
- Авторегресія з інтегрованим ковзним середнім (АРІКС)

## ☐ Метод Групового Врахування Аргументів (МГВА)

## ☐ Метод подібних траєкторій

## ☐ Інші

- Нейронні мережі
- Метод опорних векторів,
- Древа рішень, тощо.

## ■ Авторегресія

$$y(k) = a_0 + a_1 \cdot y(k-1) + \dots + a_p \cdot y(k-p) + \varepsilon(k)$$

## ■ Авторегресія з ковзним середнім

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

## ■ Авторегресія ковзного середнього з урахуванням незалежної змінної

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \cdot y(k-i) + \varepsilon(k) + \sum_{j=1}^q b_j \cdot \varepsilon(k-j) + \sum_{s=1}^d c_s \cdot x_s$$

## ■ Авторегресія з інтегрованим ковзним середнім

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p a_i \cdot L^i\right) \cdot (1-L)^d y(k) = \left(1 + \sum_{j=1}^q b_j \cdot L^j\right) \varepsilon(k)$$

$$L \cdot y(k) = y(k-1)$$

Особливості задачі:

- Вид функціональної залежності невідомий
- Коротка вибірка даних

**Основна ідея – механізм еволюції:** схрещення та відбір кращих.

Поліном Колмогорова-Габора:

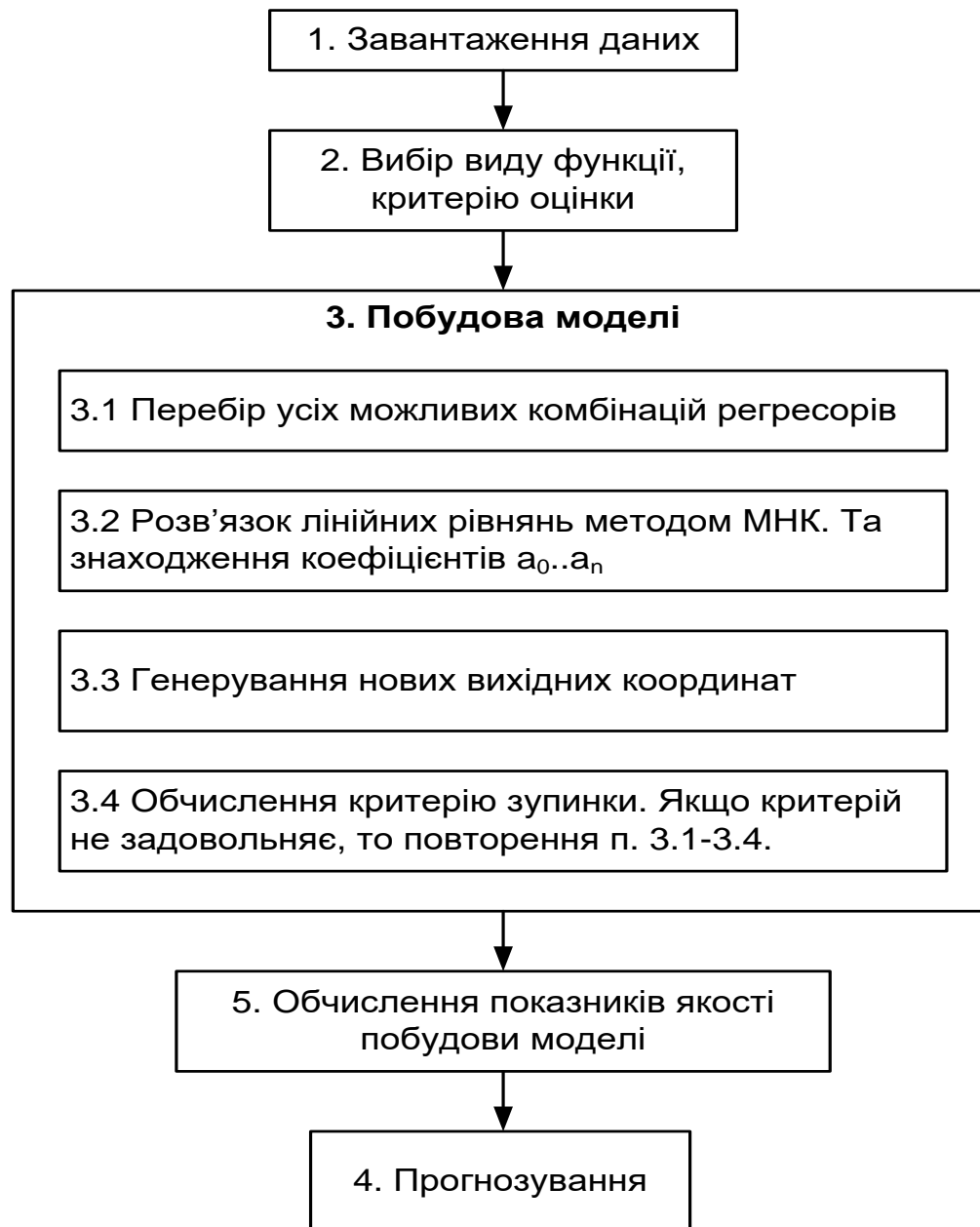
$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^N a_i x_i + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots$$

Заміна простими функціями:

$$y_1 = f(x_1, x_2); \quad y_2 = f(x_1, x_3); \quad \dots \quad y_s = f(x_{N-1}, x_N)$$

Види часткових описів:

- Лінійний
- Неповний квадратичний
- Квадратичний



# Інтерфейс програми: введення та початковий аналіз даних

## Getting data

```
In [36]: # you can download any date range from the yahoo
# trend_df = web.DataReader('UAH=X', 'yahoo', datetime(2012, 1, 1))

trend_df = pd.read_csv('data/reordered.csv')
```

```
In [37]: # set index for a future manipulation with dates
trend_df.Date = trend_df.Date.apply(lambda d: pd.to_datetime(d))
trend_df.set_index('Date', inplace=True);
```

```
In [38]: trend_df.shape
```

```
Out[38]: (1649, 6)
```

```
In [39]: trend_df.describe()
```

```
Out[39]:
```

	Open	High	Low	Close	Volume	Adj Close
count	1649.000000	1649.000000	1649.000000	1649.000000	1649.0	1649.000000
mean	17.358894	17.461359	17.293227	17.355818	0.0	17.355818
std	8.030833	8.108482	7.987595	8.033779	0.0	8.033779
min	7.867000	7.893100	7.867000	7.858500	0.0	7.858500
25%	8.058400	8.064100	8.058000	8.067100	0.0	8.067100
50%	20.888000	20.799999	20.561001	20.728000	0.0	20.728000
75%	25.618000	25.752001	25.549999	25.631001	0.0	25.631001
max	33.901001	33.901001	28.860000	33.499001	0.0	33.499001

```
In [40]: trend_df.info()
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
DatetimeIndex: 1649 entries, 2012-01-02 to 2018-05-03
Data columns (total 6 columns):
Open          1649 non-null float64
High          1649 non-null float64
Low           1649 non-null float64
Close         1649 non-null float64
Volume        1649 non-null int64
Adj Close     1649 non-null float64
dtypes: float64(5), int64(1)
memory usage: 90.2 KB
```

```
In [67]: plotly_df(trend_df[['Open', 'High', 'Low', 'Adj Close']], title='UAH/USD 2012-2018')
```

```
In [67]: plotly_df(trend_df[['Open', 'High', 'Low', 'Adj Close']], title='UAH/USD 2012-2018')
```





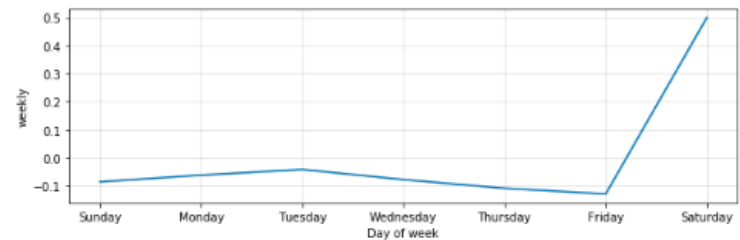
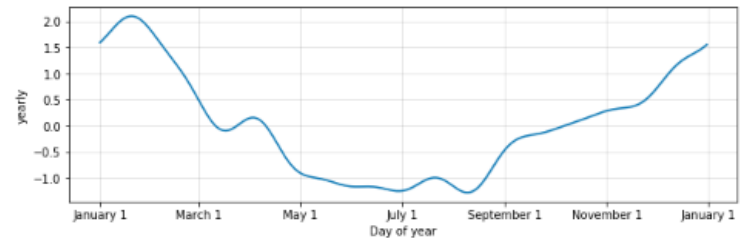
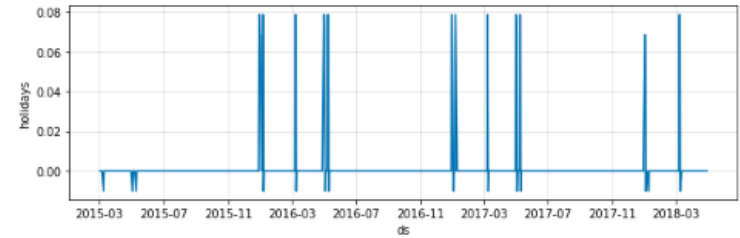
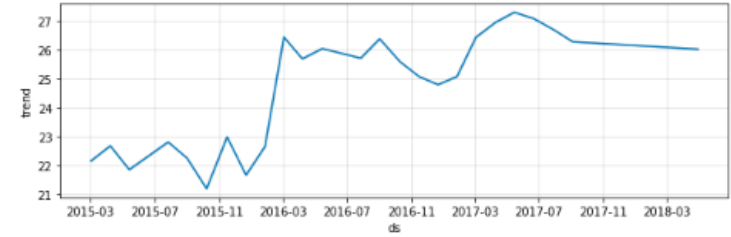
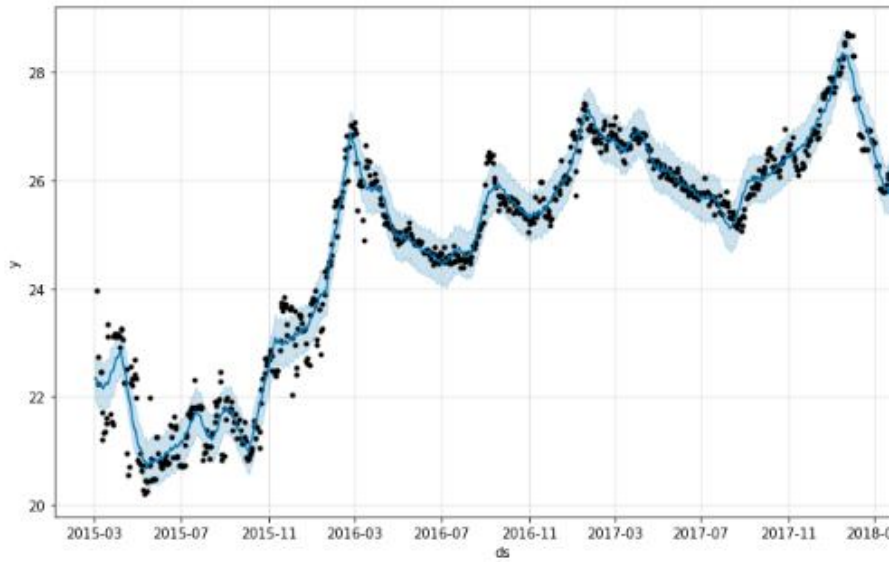
# Інтерфейс програми: врахування вихідних днів та очистка даних



## Add holidays

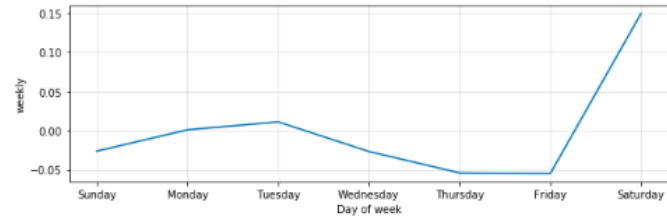
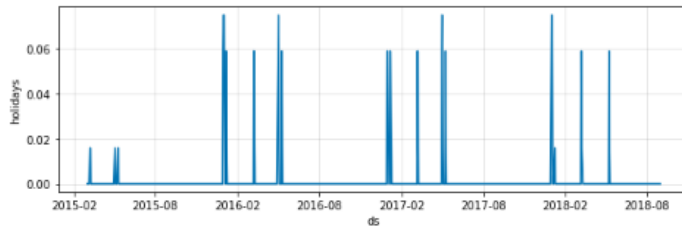
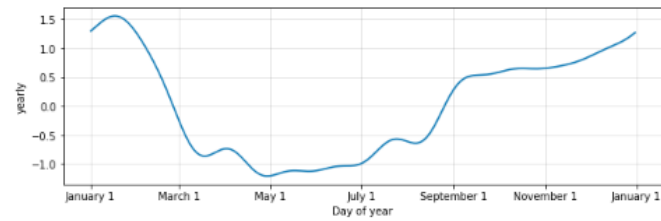
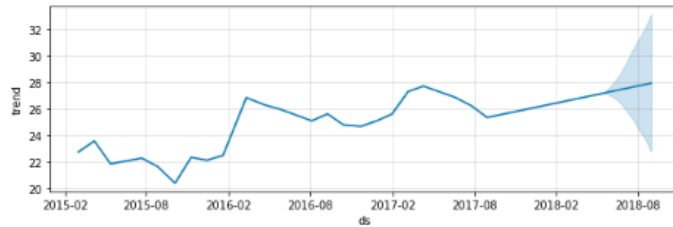
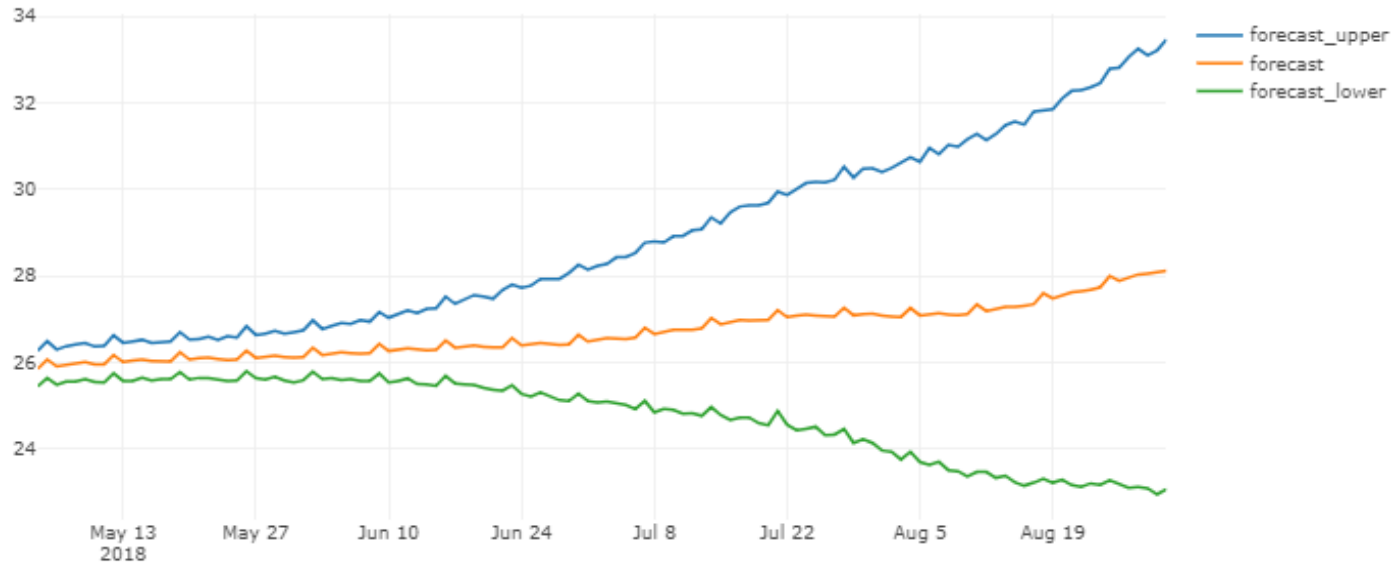
```
In [365]: holidays = pd.DataFrame({
    'holiday': 'national',
    'ds': pd.to_datetime([
        '2016-01-01', '2016-01-06', '2017-01-01', '2017-01-06', '2016-01-01', '2017-01-01',
        '2015-03-08', '2016-03-08', '2017-03-08', '2015-05-01', '2016-05-01', '2017-05-01',
        '2015-05-02', '2016-05-02', '2017-05-02', '2015-05-09', '2016-05-09', '2017-05-09',
        '2018-05-09', '2017-12-30', '2017-12-31', '2018-01-01', '2018-01-02', '2018-01-06',
        '2018-01-07', '2018-01-07', '2018-03-08', '2016-12-30', '2016-12-31', '2015-12-30',
        '2015-12-31'
    ]),
    'lower_window': 0,
    'upper_window': 1,
})
```

# Інтерфейс програми: графік отриманої моделі



# Інтерфейс програми: графік прогнозу

The forecast in the details



- **Модель у вигляді AP(1):**

$$y(k) = 0,225 + 0,9945 \cdot y(k-1)$$

- **Модель у вигляді AP(3):**

$$y(k) = 0,7595 + 1,1634 \cdot y(k-1) - 0,1 \cdot y(k-2) - 0,0683 \cdot y(k-3)$$

- **Модель у вигляді AP(12):**

$$\begin{aligned} y(k) = & 191,0735 + 0,1580 \cdot y(k-1) - 0,3262 \cdot y(k-2) + 0,9515 \cdot y(k-3) + \\ & + 0,0325 \cdot y(k-4) + 0,1807 \cdot y(k-5) - 0,1679 \cdot y(k-6) + 0,1458 \cdot y(k-7) + \\ & + 1,0397 \cdot \varepsilon(k-1) + 1,4930 \cdot \varepsilon(k-2) + 0,5484 \cdot \varepsilon(k-3) + 0,2525 \cdot \varepsilon(k-4) \end{aligned}$$

### ■ Модель у вигляді АРКС(7,4):

$$y(k) = 182,3155 + 1,1688 \cdot y(k-1) - 0,0963 \cdot y(k-2) - 0,0811 \cdot y(k-3) - \\ 0,1054 \cdot y(k-4) + 0,1972 \cdot y(k-5) - 0,1170 \cdot y(k-6) + 0,1052 \cdot y(k-7) - \\ - 0,1334 \cdot y(k-9) + 0,0982 \cdot y(k-10) + 0,0755 \cdot y(k-11) - 0,0953 \cdot y(k-12) + e(k)$$

### ■ Метод групового врахування аргументів:

$$y(k) = 1,0350 + 1,0999 \cdot y(k-1) - 0,1310 \cdot y(k-3) + 0,0720 \cdot y(k-4) + \\ + 0,0012 \cdot y(k-5) - 0,0281 \cdot y(k-6) + 0,0839 \cdot y(k-8) - 0,1021 \cdot y(k-9)$$

# Результати моделювання та прогнозування

Тип моделі	Характеристики моделі			Характеристики прогнозу							
				Статичний на один крок				Динамічний			
	$R^2$	$\sum e^2(k)$	$DW$	$CeKP$	$CAП$	$CAПП$	Коеф-т Тейла	$CeKP$	$CAП$	$CAПП$	Коеф-т Тейла
AP(1)	0,9979	170378	1,63	14,61	13,71	3,32	0,0180	27,13	24,84	5,97	0,0340
AP(3)	0,9979	163346	1,99	14,41	13,61	3,30	0,0176	23,21	20,74	4,97	0,0290
AP(7)	0,9979	158585	1,99	15,49	14,85	3,61	0,0190	22,83	19,99	4,79	0,0280
AP(12)	0,9978	151780	1,97	16,00	14,78	3,59	0,0195	21,15	18,68	4,48	0,0260
АРКС(1,1)	0,9980	165483	1,97	14,56	13,88	3,37	0,0178	25,27	22,85	5,49	0,0315
АРКС(7,4)	0,9981	146527	1,99	14,28	13,65	3,32	0,0170	22,61	20,02	4,80	0,0280
МГВА	0,9979	157760	1,99	14,16	13,17	3,19	0,0370	23,16	21,07	5,06	0,0640

- ❑ **Розроблена СППР** для побудови математичних моделей, прогнозуючих курс валют
- ❑ Побудовані **моделі** AP, APKC, MGBA, виконаний **прогноз** валютної пари USD/UAH на 4 місяці на базі даних взятих з Української міжбанківської валютної біржі
- ❑ На **14 червня** прогнозований курс становить **26.2831**, реальний - **26.2197**, різниця **6** копійок, що становить **0.0024%**
- ❑ Прогнозований курс на середину серпня (**16 серпня**) - **26.3011**

- ❑ Подальше **вдосконалення** та розробка **архітектури** СППР
- ❑ Поліпшення використаної моделі для прогнозу
- ❑ **Аналіз факторів**, які впливають на зміну курсу валют
- ❑ Застосування **інших методів** та **моделей** (нейроні мережі, метод опорних векторів, ...)



**Дякую за увагу!**