

# Алгоритм для аналізу та оцінювання ф'ючерсних ринків

Виконав: студент групи КА-381мп О.А. Фесюра

---

Науковий керівник: к.т.н., доц., О. Л. Тимощук

# Актуальність

---

На сучасному етапі розвитку фінансового ринку, дохідність інвестицій залежить передусім від повноти та якості аналітичної роботи.

Кластеризація даних:

- спрощує спостереження за глобальним ринком;
- допомагає інтерпретувати дані;

Аналіз ф'ючерсного ринку:

- дозволяє аналізувати фінансові інструменти різної економічної природи
- розширює можливості аналітики для пошуку ефективних рішень для роботи з фінансовими інструментами

# Постановка задачі

---

1. Побудова алгоритму для кластеризації – виділення головних компонент, другорядних елементів, позакластерних елементів
2. Побудова алгоритму для застосування отриманих результатів кластеризації для створення інвестиційного портфелю
3. Аналіз макроекономічних тенденцій на основі отриманих даних

# Ф'ючерс як об'єкт дослідження

Ф'ючерс – це похідний договір на біржі щодо купу або продажу базового активу (товару, цінного паперу тощо), при заключенні якого сторони домовляються лише про рівень ціни та строк поставки.

Класифікація ф'ючерсів:

❑ За активом, що є предметом договору.

На сировину, на дорогоцінні метали, на акції, на відсоткову ставку, на валюту, на продовольчі товари, на фондові індекси

❑ За типом

Поставочні та розрахункові.



# Огляд сучасних методів аналізу фінансових ринків

---

При аналізі фінансового ринку використовують такі методики:

- Експертні методи прогнозування;
- Методи логічного моделювання;
- Економіко-математичні методи;
- Статистичні методи;
- Технічний аналіз;
- Фундаментальний аналіз.

# Кластеризація та метод ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ

---

- Кластерний аналіз – багатовимірна статистична процедура, що виконує збір даних які містять інформацію про деякі об'єкти. Після цього об'єкти впорядковуються в умовно однорідні групи.
- Метод головних компонент – один із основних способів зменшити розмірність даних, втративши найменшу кількість інформації.

# Інвестиційний портфель

---

Інвестиційний портфель – це деякий набір інвестицій розподілений поміж різними фінансовими інструментами.

Портфельне інвестування – це зазвичай стратегічний інвестиційний процес, але для вибору інструментів для активної торгівлі, інвестування на короткі часові періоди також можуть застосовуватись ті ж самі підходи.

# Підготовка даних для дослідження

## Dow Jones Industrial Average

DJIA

OVERVIEW » ADVANCED CHARTING

ALL SECTIONS ≡

Chart Range

1D 5D 10D 1M 3M 6M YTD 1Y 2Y 3Y 5Y 10Y All Custom

Frequency

Daily ▾

Display

Line ▾

Indicators

Chart Overlays ▾

Lower Charts ▾

Events ▾

News ▾

Compare

Symbol  ADD

Clear Settings

US:DJIA

Simple Moving Average

Edit | x

Trendlines & Annotations

SMA(200)





# Підготовка даних для дослідження

Дата	Алю	Палл	Плат	Срібл	Золот	Газ	Нафт	Нафт	Nikke	EURC	EURC	Dow	Nasdi	CAC 4	FTSE	SMI	ATK	RTS	Hang	DAX
02.01.2018	2253,75	1071,9	949,9	17,121	1370,5	3,056	60,37	66,57	22825	315,6	130,6	24768	6514,75	5285,5	7585,5	9325	3431	117545	30532	12848,5
03.01.2018	2215,25	1077,7	956,1	17,185	1374,2	3,008	61,63	67,84	23133	319,6	131	24878	6584,5	5328,5	7620,5	9381	3492	118720	30615	12986
04.01.2018	2237	1093,5	966	17,189	1377,4	2,88	62,01	68,07	23410	322,1	134	25053	6603,5	5412	7638	9429	3562	121620	30748	13157,5
05.01.2018	2190,25	1087,4	974,9	17,205	1378,4	2,795	61,44	67,62	23720	323,3	134,2	25269	6667,75	5469	7653,5	9444	3550,5	122560	30764	13307,5
08.01.2018	2161,25	1095	974,3	17,064	1376,8	2,835	61,73	67,78	23968	325,1	134,5	25250	6688	5486	7638	9447	3541,5	123065	30836	13367,5
09.01.2018	2138	1094,05	968,5	16,936	1370	2,923	62,96	68,82	23860	326,4	135,7	25373	6687	5522	7670,5	9504	3555,5	123570	30985	13383,5
10.01.2018	2170,5	1063,3	976	17,603	1377	2,906	63,57	69,2	23800	326,5	138,2	25351	6677,25	5503,5	7680,5	9425	3590,5	123850	31072	13268
11.01.2018	2165,25	1062,15	988,5	16,894	1380,1	3,084	63,8	69,26	23650	329,1	140,1	25555	6726,5	5487	7707	9418	3598	125200	31094	13193,5
12.01.2018	2210,25	1119,9	998,7	17,069	1394,4	3,2	64,3	69,87	23640	330,1	140,1	25801	6775,25	5515,5	7721,5	9455	3599,5	126290	31407	13224,5
15.01.2018	2224,75	1121,6	1002,2	17,38	1341,8	3,133	64,73	70,26	23720	330	140,4	25948	6778,75	5508,5	7711	9449	3598,5	127000	31320	13204
16.01.2018	2186,5	1093,45	1004,3	17,122	1396,8	3,129	63,73	69,15	23950	323,8	138,5	25819	6762,25	5513,5	7690,5	9379	3606,5	126640	31908	13222,5
17.01.2018	2196,75	1108,75	1003,9	17,105	1399,7	3,232	63,97	69,38	23820	326,4	139,7	26098	6823,75	5494	7660,5	9335	3623	126610	31955	13159,5
18.01.2018	2247	1097,3	1006,5	16,893	1387,4	3,189	63,95	69,31	23770	327,1	139,4	25941	6813	5495	7637	9359	3613	128250	32061	13259
19.01.2018	2222	1098,8	1016,7	16,975	1394,3	3,185	63,37	68,61	23800	323,4	140,5	26046	6845,75	5527	7674	9404	3641	127910	32235	13429
22.01.2018	2249,5	1079,6	1003,2	16,931	1394	3,224	63,49	69,03	23790	328,3	142,9	26195	6931	5540	7653	9429	3672,5	128660	32349	13446,5
23.01.2018	2230,5	1072,05	1010,8	17,532	1398,2	3,444	64,47	69,96	24120	327,5	141,8	26201	6965,75	5533,5	7676,5	9461	3684	128510	32911	13555
24.01.2018	2251,5	1094,4	1019	17,425	1419,1	3,509	65,61	70,53	23910	326,8	141,4	26270	6931,25	5493,5	7605	9470	3677	129570	32897	13446,5
25.01.2018	2243,25	1086,05	1016,4	18,244	1425,9	3,447	65,51	70,42	23660	326,6	142,8	26376	6931,5	5478,5	7556	9396	3649	131360	32680	13275
26.01.2018	2259,75	1086,15	1013,4	17,382	1416	3,505	66,14	70,52	23630	325,2	144	26604	7030,25	5527	7611	9412	3651	128900	33154	13329,5
29.01.2018	2226,5	1072,5	1010,3	17,068	1403,6	3,631	65,56	69,46	23610	323	142,6	26430	6992,5	5519,5	7616,5	9368	3637,5	127900	32900	13317
30.01.2018	2208	1040,7	1001,6	17,013	1398,5	3,195	64,5	69,02	23260	318,8	140,5	26055	6941,5	5472	7542,5	9348	3595	128200	32728	13198
31.01.2018	2223,5	1012,8	1005,5	17,204	1401,7	2,995	64,73	69,05	23090	317	140,8	26136	6962,5	5480,5	7467	9258	3598	128600	32844	13181,5
01.02.2018	2228	1015,05	1009,6	17,118	1406,7	2,856	65,8	69,65	23440	317,3	141,2	26172	6898,5	5453,5	7428	9208	3598,5	129390	32647	12969,5
02.02.2018	2212,5	1035,5	995,9	16,676	1396,2	2,846	65,45	68,58	23320	308	137,5	25428	6755,75	5363,5	7385	9133	3538,5	127260	32508	12777
05.02.2018	2212,75	1023,9	994,8	16,639	1394,5	2,747	64,15	67,62	22650	305	132	23938	6429,25	5284,5	7281	9014	3495,5	126930	32033	12687,5
06.02.2018	2174,75	993,15	994	16,548	1387	2,759	63,39	66,86	21510	299	137	24800	6653,75	5160	7099,5	8790	3409	124350	30715	12377
07.02.2018	2165	982,5	985	16,206	1372,3	2,702	61,79	65,51	21610	304,6	135,6	24735	6555,75	5253,5	7221	8882	3519,5	124420	30194	12583
08.02.2018	2178,5	953,75	978,9	16,314	1376,4	2,697	61,15	64,81	21940	296,6	133	23970	6317,25	5150,5	7105,5	8715	3388,5	121930	30354	12191,5
09.02.2018	2124,25	973,4	968,2	16,116	1372,3	2,584	59,2	62,79	21360	294,9	133,4	24167	6417,75	5077,5	7016	8574	3343	119270	29329	12048,5
12.02.2018	2123,75	979,35	973,4	16,548	1383,1	2,552	59,29	62,59	21675	298,8	134,5	24583	6531,75	5138,5	7121	8715	3401	121200	29422	12302,5
13.02.2018	2133,75	982,45	978,1	16,507	1387	2,594	59,19	62,72	21170	297,7	132,5	24626	6560,5	5107,5	7113,5	8675	3378	122740	29690	12197
14.02.2018	2175,5	997,75	1001,6	16,858	1415,1	2,587	60,6	64,36	21180	297	133,6	24863	6687	5164,5	7164	8786	3388	124290	30301	12374,5
15.02.2018	2163,75	997,7	1004,2	16,777	1413,7	2,58	61,34	64,33	21450	298	133,2	25234	6816	5222	7196	8806	3387	126410	30965	12325,5
16.02.2018	2207	1027,15	1008,8	16,695	1415	2,558	61,68	64,84	21740	301	134,5	25236	6786,75	5271,2	7259	8897	3398,5	126850	30965	12447,5
19.02.2018	2214	1028,25	1008,2	16,61	1347,8	2,606	62,38	65,67	22100	301	133,8	25196	6786,25	5252,5	7209	8812	3401	126270	30754	12373,5

# Формалізований алгоритм

---

Дано:  $n$  – початкова розмірність

(кількість елементів, в нашому випадку  $n=16$ )

$\vec{x}_1, \dots, \vec{x}_n$  – вхідні дані щодо значень параметрів

Крок 1. Вибір критичного рівня  $p$ .

$$p \in [0; 1]$$

Крок 2. Побудова кореляційної матриці за період що розглядається.

$$A \in \text{Matr}(n \times n)$$

Крок 3. Побудова спрощеної матриці  $B$ .  $\forall i, j = \overline{1, n}$ :

$$b_{ij} = \begin{cases} 0, & a_{ij} < p_{zn} \\ a_{ij}, & a_{ij} \geq p_{zn} \end{cases}$$

# Формалізований алгоритм

---

Крок 4. Підрахунок кількості ненульових значень у стовпцях. Створення першого кластеру та виділення головної компоненти

$$Cl_1 = \{\forall I \in I_0: r_{IM_1} \geq p_{3H}\}$$

Крок 5. Видалення всіх елементів, що увійшли у щойно створений кластер з матриці.

Крок 6. Визначення елементів, що мають лише нульові значення в новій матриці як позакластерних.

$$\sum_{j=1}^n b_{ij} = 0 \Rightarrow i \in K, K - \text{множина позакластерних елементів}$$

Крок 7. Побудова матриці  $M$  з елементів, що залишились.

$$M \in Matr(n - C_1 - k) \times (n - C_1 - k)$$

В результаті маємо:  $\vec{x}_1, \dots, \vec{x}_{n-\sum C_i}$

# Алгоритм побудови інвестиційного портфелю

---

Крок 1. Розрахуємо для кожного фінансового часового ряду коефіцієнт Херста.

$$\forall i = \overline{1, n}: H_i = \frac{\log \frac{R_i}{S_i}}{\log aN}$$

Крок 2. Згідно даним в розділі 2 , класифікуємо отриманий фінансовий часовий ряд за коефіцієнтом Херста. Переконаємось, що  $H > 0.5$ , виключимо неперсистентні ряди та нерозглядатимемо їх надалі. Додатково, встановимо правило, що якщо деякий кластер складається лише з 2 елементів, то основною компонентою вважатимемо той елемент, в якого коефіцієнт Херста більший.

# Алгоритм побудови інвестиційного портфелю

---

Крок 3. Оберемо інструменти для створення інвестиційного портфелю.

Послідовно проведемо кластеризацію для різних критичних рівнів.

Для кожної групи результатів, розрахуємо показник Девіса – Боуелдіна:

$$DB_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{ij}$$

$D_j$  – коефіцієнт кореляції між головними компонентами при  $j$  – тому варіанті зменшення розмірності

# Алгоритм побудови інвестиційного портфелю

---

Крок 4. Оберемо такий варіант кластеризації, для якого показник Девіса – Боуелдіна досягатиме найменшого значення.

$$D = \max_j D_j$$

Крок 5. Побудуємо математичну модель портфелю Марковіца для заданого рівня ризику побудуємо ефективний портфель Марковіца.

$$\begin{cases} \sigma_p^2 = d^T V d \rightarrow \min \\ d^T r = r_p \\ d^T e = 1 \end{cases}$$

Крок 6. Знайдемо коефіцієнт Шарпа для отриманого ефективного портфелю:

$$S = \frac{E[R - R_i]}{\sigma}$$

# Застосування алгоритму

Кластеризація та створення інвестиційного портфелю

Вибрати період:

З

По

Критичний рівень 1:

Критичний рівень 2:

Критичний рівень 3:

Вибрати фінансові інструменти:

<input type="checkbox"/> <b>Алюміній</b>	<input type="checkbox"/> Dow30
<input type="checkbox"/> Палладій	<input type="checkbox"/> NASDAQ100
<input type="checkbox"/> Срібло	<input type="checkbox"/> CAC40
<input type="checkbox"/> Нафта WTI	<input type="checkbox"/> FTSE100
<input type="checkbox"/> Нафта Brent	<input type="checkbox"/> SMI
<input type="checkbox"/> Nikkei 225	<input type="checkbox"/> ATX
<input type="checkbox"/> EURO STOXX Oil&Gas	<input type="checkbox"/> RTS
<input type="checkbox"/> EURO STOXX Banks	<input type="checkbox"/> Hang Seng

# Отримані результати

- Побудовано кореляційну матрицю для всього розглянутого інтервалу часу з січня 2017 по вересент 2019 року
- Для візуалізації даних розфарбуємо комірки матриці за шкалою Чеддоки

	Алюм	Палла	Плати	Сріблс	Золот	Газ	Нафта	Нафта	Nikkei	EURO	EURO	Dow 30	Nasdaq	CAC 40	FTSE 100	SMI	ATX	RTS	Hang Seng	DAX
Алюміній	1,000	0,374	0,509	-0,077	0,235	-0,201	0,522	0,422	0,449	0,412	0,302	0,468	0,490	0,451	0,307	0,419	0,442	0,671	0,527	0,539
Палладій	0,374	1,000	0,635	-0,379	0,259	-0,388	0,845	0,879	0,833	0,880	0,321	0,865	0,877	0,913	0,849	0,904	0,553	0,620	0,882	0,877
Платина	0,509	0,635	1,000	-0,225	0,212	-0,213	0,652	0,605	0,550	0,553	0,239	0,525	0,631	0,645	0,475	0,529	0,246	0,333	0,548	0,625
Срібло	-0,077	-0,379	-0,225	1,000	0,719	-0,099	-0,474	-0,448	-0,360	-0,345	-0,165	-0,277	-0,438	-0,459	-0,349	-0,452	0,015	-0,087	-0,376	-0,472
Золото	0,235	0,259	0,212	0,719	1,000	-0,531	0,187	0,225	0,248	0,313	-0,072	0,387	0,242	0,227	0,286	0,203	0,394	0,385	0,289	0,147
Газ	-0,201	-0,388	-0,213	-0,099	-0,531	1,000	-0,416	-0,459	-0,419	-0,577	0,215	-0,590	-0,527	-0,549	-0,623	-0,461	-0,431	-0,438	-0,535	-0,380
Нафта WTI	0,522	0,845	0,652	-0,474	0,187	-0,416	1,000	0,976	0,843	0,871	0,213	0,880	0,952	0,932	0,845	0,886	0,536	0,706	0,917	0,903
Нафта Brent	0,422	0,879	0,605	-0,448	0,225	-0,459	0,976	1,000	0,873	0,913	0,239	0,914	0,941	0,942	0,899	0,923	0,574	0,647	0,923	0,899
Nikkei 225	0,449	0,833	0,550	-0,360	0,248	-0,419	0,843	0,873	1,000	0,889	0,521	0,918	0,841	0,875	0,824	0,907	0,763	0,675	0,921	0,902
EURO STOXX 600 Oil & Gas	0,412	0,880	0,553	-0,345	0,313	-0,577	0,871	0,913	0,889	1,000	0,295	0,941	0,921	0,949	0,966	0,924	0,681	0,678	0,928	0,884
EURO STOXX Banks	0,302	0,321	0,239	-0,165	-0,072	0,215	0,213	0,239	0,521	0,295	1,000	0,340	0,154	0,245	0,140	0,378	0,589	0,241	0,317	0,453
Dow 30	0,468	0,865	0,525	-0,277	0,387	-0,590	0,880	0,914	0,918	0,941	0,340	1,000	0,921	0,933	0,913	0,949	0,765	0,763	0,955	0,906
Nasdaq 100	0,490	0,877	0,631	-0,438	0,242	-0,527	0,952	0,941	0,841	0,921	0,154	0,921	1,000	0,961	0,915	0,897	0,560	0,741	0,942	0,892
CAC 40	0,451	0,913	0,645	-0,459	0,227	-0,549	0,932	0,942	0,875	0,949	0,245	0,933	0,961	1,000	0,927	0,953	0,583	0,674	0,952	0,948
FTSE 100	0,307	0,849	0,475	-0,349	0,286	-0,623	0,845	0,899	0,824	0,966	0,140	0,913	0,915	0,927	1,000	0,900	0,603	0,637	0,892	0,829
SMI	0,419	0,904	0,529	-0,452	0,203	-0,461	0,886	0,923	0,907	0,924	0,378	0,949	0,897	0,953	0,900	1,000	0,684	0,671	0,945	0,950
ATX	0,442	0,553	0,246	0,015	0,394	-0,431	0,536	0,574	0,763	0,681	0,589	0,765	0,560	0,583	0,603	0,684	1,000	0,709	0,700	0,668
RTS	0,671	0,620	0,333	-0,087	0,385	-0,438	0,706	0,647	0,675	0,678	0,241	0,763	0,741	0,674	0,637	0,671	0,709	1,000	0,791	0,711
Hang Seng	0,527	0,882	0,548	-0,376	0,289	-0,535	0,917	0,923	0,921	0,928	0,317	0,955	0,942	0,674	0,892	0,945	0,700	0,791	1,000	0,931
DAX	0,539	0,877	0,625	-0,472	0,147	-0,380	0,903	0,899	0,902	0,884	0,453	0,906	0,892	0,948	0,829	0,950	0,668	0,711	0,931	1,000



# Отримані результати

Критичний рівень	Список головних компонент
0,7	Алюміній, платина, газ, EURO STOXX Banks, Dow 30, срібло
0,8	Алюміній, платина, срібло, золото, газ, EURO STOXX Banks, ATX, RTS, CAC 40
0,9	Алюміній, платина, срібло, золото, газ, EURO STOXX Banks, ATX, RTS, CAC 40

	Доля для рекомендованого портфелю
Алюміній	24,14%
Платина	0,00%
Срібло	0,00%
Газ	0,00%
EURO STOXX Banks	42,03%
Dow 30	33,82%

# Аналіз отриманих результатів

---

- ❑ Відсутні чітко виражені стійкі кластери
- ❑ Позитивні залежності значно переважають над негативними – конкуренція між фондовими та сировинними ринками проявляється слабо
- ❑ Прослідковується незалежність банківського сектору Європи від сировинних ринків
- ❑ На ринках цінних металів, фондових індексів та сировинних ринків спостерігається різна динаміка

# Висновки

---

- ❑ Зроблено огляд методів аналізу фінансових ринків, фінансових часових рядів;
- ❑ Зібрано та систематизовано необхідні для роботи дані;
- ❑ Побудовано формалізований алгоритм для задачі зменшення розмірності та побудови інвестиційного портфелю;
- ❑ Перевірено роботу алгоритму на практичних прикладах;
- ❑ Створено програмний продукт на мові програмування VBA;
- ❑ Проаналізовано отримані результати.

**Дякую за увагу!**

---