

К.Ю. Островська

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ІНДИКАТОРУ MACD ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*Анотація. Задача технічного аналізу визначити поточний напрям руху ринку.*

*Більшість аналітиків використовує фігури для характеристики ліній опору, підтримки, повороту та зародження трендів.*

*Динамічний індикатор MACD відносять до категорії трендових - за даним параметру можна судити про співвідношення між парою ковзаючі середніх ціни. Побудова індикатора проводиться з урахуванням різниці між двома ЕМА, що мають періоди в 12 і 26 днів. Для більш точного нанесення кращих місць для угоди (продажу або покупки) на графік MACD може наноситися додаткова (сигнальна) лінія з дев'яти експоненційних ковзаючі середніх від MACD-Line при обов'язковому згладжування (параметр за замовчуванням - 9).*

*В результаті виконання роботи було проаналізовано можливість використання технічного індикатора MACD та програмно реалізовано функцію для прийняття рішень з логікою поради «купувати чи ні» для двох бірж криптовалют Exmo та Poloniex.*

*Застосування MACD - індикатора, як втім, і будь-якого іншого індикатора, може іноді супроводжуватися помилковими сигналами. Тому, для більш успішної торгівлі на фондовому і валютному ринку найкраще використовувати індикатор MACD в сукупності з іншими індексами показники яких будуть підтверджувати правильність обраної позиції.*

*Ключові слова: індикатор, технічний аналіз, тренд, осцилятор, , функція, біржа, ринок, мова, програма, бібліотека, стратегія, дані, Python.*

**Постановка задачі.** Технічний аналіз – це дослідження динаміки основних показників ринку за допомогою графічних методів з метою прогнозування майбутніх напрямів їх руху [1].

Задача технічного аналізу визначити поточний напрям руху ринку.

Більшість аналітиків використовує фігури для характеристики ліній опору, підтримки, повороту та зародження трендів.

Відомий аналітик Е.Л. Найман, який працює в інвестиційній компанії «Альфа-Капітал» на українському фондовому ринку, стверджує, що учасники

ф'ючерних ринків, аналізуючи трендові моделі, повинні використовувати правило – не працюй проти тренду - “the trend is your friend” – “тренд ваш друг” [2].

Найпоширеніші позначення характеристик тренду:



- очікування підвищення цін;



- очікування спаду цін;

Сигнали початку трендів групуються за силою: + + + сильний; + + середній; + слабкий (рисунки 1 та 2).

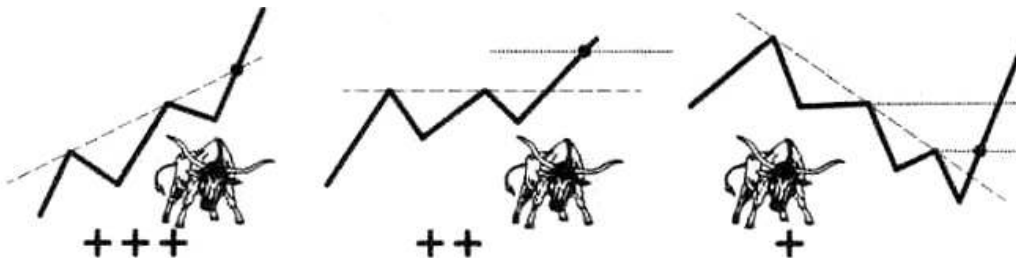


Рисунок 1 – Лінія тренду за максимальними цінами – лінія опору (resistance)

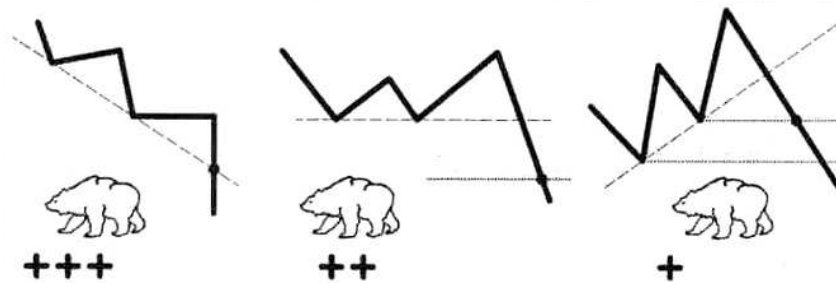


Рисунок 2 - Лінія тренду за мінімальними цінами – лінія опору (support)

Рівень опору – це локально-максимальна ціна. При з'єднанні локальних максимумів і визначається лінія опору. Рівень підтримки – це локально-мінімальна ціна. Для отримання цієї лінії необхідно з'єднати між собою рівні мінімальних цін.

Динамічний індикатор MACD відносять до категорії трендових - за даним параметру можна судити про співвідношення між парою ковзаючих середніх ціни. Побудова індикатора проводиться з урахуванням різниці між двома ЕМА, що мають періоди в 12 і 26 днів. Для більш точного нанесення кращих місць для угоди (продажу або покупки) на графік MACD може наноситися додаткова (сигнальна) лінія з дев'яти експоненційних ковзаючих середніх від MACD-Line при обов'язковому згладжуванні (параметр за замовчуванням - 9) [3, 4].

Всі сигнали MACD можна умовно розбити на три категорії:

1. Торгівля на перетинах - один з найпростіших методів застосування індикатора. Аналіз проводиться на основі перетину головних складових MACD. Сигнал на покупку надходить в тому випадку, коли гістограма проходить нульову лінію, прямуючи від низу до верху. Якщо ситуація відбувається навпаки (лінія прямує зверху вниз), то це сигнал на продаж.

Здійснювати покупку краще в тому випадку, коли відповідний сигнал з'являється біля «нуля». Як правило, така подія відбувається на тілі явного бічачого тренда. Якщо сигнал з'являється, коли індикатор знаходиться під «нульовий» лінією, то це свідчить про слабкість тренда, рисунок 3.

Аналізуючи криву MACD, можна витягти що якщо стовп (бар) гістограми розташувався над «нульовий» лінією, і помітно зменшення кожного наступного бару в розмірах, то варто врахувати зменшення моменту.

2. Перепродаж / Перекупка - учасник ринку оцінює реальну перекупленість або перепроданість ринку, завдяки чому можна точно визначити точки майбутнього розвороту. Якщо індикатор досягає своїх максимумів, розташованих по обидві сторони від «нульовий» лінії, то це свідчить про перекупленості (перепроданості) ринку. При цьому варіанти варто дослідним шляхом встановити точки екстремуму для кожного з інструментів.

Як тільки крива індикатора MACD досягає максимальної та мінімальної області, перетин з сигнальною лінією сприяє появі відповідного сигналу (покупки або продажу). Якщо перетин стався поза вказаними вище рівнів, то інформацію можна ігнорувати.

Сигнали, що з'являються в середній зоні частини графіка варто використовувати лише в разі підтвердження тренда іншим індикатором, рисунок 4.

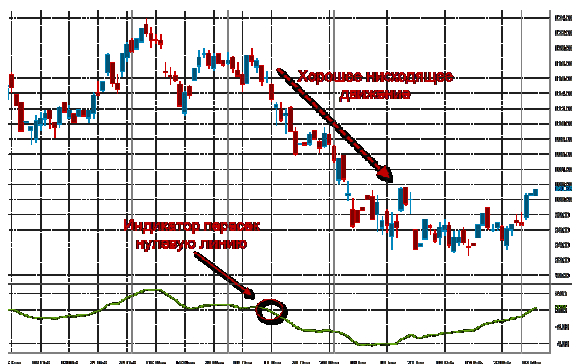


Рисунок 3 - Торгівля на перетинах

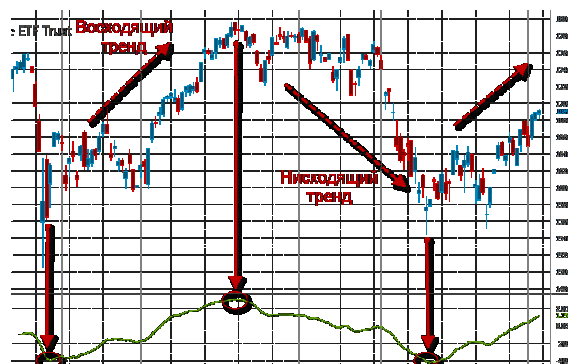


Рисунок 4 - Застосування MACD

Важливо врахувати, що MACD бажано застосовувати як довгостроковий інструмент, який слідує за зростаючим (падаючим) ринком.

3. Дивергенція - відмінний метод застосування індикатора MACD. У технічних дослідженнях і у випадку з MACD дивергенцію краще не використовувати поодиночі - вона ефективна тільки в комплексі з іншими інструментами теханаліза.

Дивергенція зустрічається в разі, коли ціна активу направляє в зворотному від індикатора напрямку. Застосування сигналу можливо у випадках, коли потрібно визначити характер ринку (зростаючий або падаючий) після проведеної корекції. Дивергенція застосовується і для визначення розвороту тренда, рис. 5.

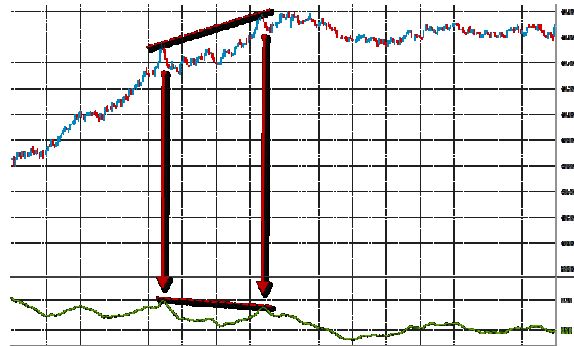


Рисунок 5 - Дивергенція MACD

При роботі з інструментом випередження подій вельми небезпечно - краще дочекатися входження на ринок, поки не відбудеться чітка установка дивергенції. В іншому випадку учасник виявляється на іншій стороні тренда.

#### **Аналіз індикатора MACD та програмна реалізація функції для прийняття рішень.**

1. Необхідно навчитися аналізувати MACD програмно. Пишемо функцію для прийняття рішення - чи варто торгувати в даний момент часу або не варто. Прикріпимо індикатор до бота.

2. Будуємо MACD і ставимо задачу.

3. Побудуємо свічки, побудуємо лінії, а третій - порожній - для демонстрації роботи алгоритму.



Рисунок 6



Методів для аналізу графіків багато:

Зазвичай сигналом «Купувати» вважають, коли змінна з меншим періодом (на рисунку 6 синя лінія) в нижній зоні перетинає знизу вгору ковзаючу з великим періодом (червона лінія). Сигналом «Продавати» вважають, коли змінна з меншим періодом у верхній зоні перетинає зверху вниз ковзаючу з великим періодом.

Звичайно, в житті не все так просто - і сам по собі індикатор призначений для тижневих і місячних періодів, і обсяг впливає на прийняття рішень, і, по хорошому, треба заодно перевірити ще п'ять індикаторів. Але нам необхідно навчитися розуміти тенденцію ринку!

По-перше, що нам потрібно зробити, це знайти перетин ліній на графіку. Скористаємось можливостями бібліотеки numpy.

Подекуди вилаявся (рисунок 7), це пов'язано з відсутністю даних на початку, побудувався той же графік, що і вище, і в консоль вивелися точки перетину - на початку багато, тому що, знову ж таки, ми беремо мало даних з біржі.

```
idx = numpy.argwhere(numpy.diff(numpy.sign(maca - macasignal)) != 0).reshape  
(-1) + 0  
RuntimeWarning: invalid value encountered in sign  
[ 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17  
 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 56 77 88  
112 113 116 118 127 156 158 159 163 164]
```

Рисунок 7

Ці цифри позначають положення по осі X, в яких відбувся перетин, необхідно накласти їх на графік, рисунок 8.



Рисунок 8

Надалі необхідно навчитися розуміти, коли графік зростає, а коли падає. Але спочатку потрібно розібратися з даними, які ми отримуємо. Як це працює?

Приберемо (тимчасово) все, що пов'язано з кодом, і пильно поглянемо на те, з чим працюємо.

Ось що, приблизно, буде виведено у нас в консоль (рисунок 9).

```
from matplotlib.finance import candlestick2_ohlc
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.ticker as ticker
import datetime as datetime
PAIR = 'BTC_ETH' # Пара, по которой работаем
start_time = time.time() - 15*60*60 # за какой период брать
данные - 15 часов в данном случае
resource = requests.get("https://poloniex.com/public?command=returnChartData&currencyPair=%s&start=%s&end=9999999999&period=300" % (PAIR,
start_time))
data = json.loads(resource.text)
quotes = {}
quotes['open']=numpy.asarray([item['open'] for item in
data])
quotes['close']=numpy.asarray([item['close'] for item in
data])
quotes['high']=numpy.asarray([item['high'] for item in
data])
quotes['low']=numpy.asarray([item['low'] for item in data])
macd, macdsignal, macdhist = talib.MACD(quotes['close'],
fastperiod=12, slowperiod=26, signalperiod=9)
print('====MACD=====', macd)
print('*'*80)
print('====MACDSIGNAL=====', macdsignal)
print('*'*80)
idx = numpy.argwhere(numpy.diff(numpy.sign(macd - macdsig-
nal)) != 0).reshape(-1) + 0
print('====IDX=====', idx)
print('*'*80)
inters = []
for offset, elem in enumerate(macd):
    if offset in idx:
        inters.append(elem)
    else:
        inters.append(numpy.nan)
```



```
====MACDSIGNAL==== [ nan nan nan nan
nan nan nan nan
nan nan nan nan
nan nan nan nan
nan nan nan nan
nan nan nan nan
nan nan nan nan
nan 7.91964156e-06 4.14538137e-06 2.60110672e-08
-4.07798778e-06 -7.95972541e-06 -1.00486163e-05 -1.19658012e-05
-1.41967407e-05 -1.91172395e-05 -2.54980919e-05 -3.30112736e-05
-4.08438995e-05 -4.82626516e-05 -5.56410407e-05 -6.42993299e-05
-7.47543657e-05 -8.34476354e-05 -9.08057290e-05 -9.68925398e-05
-1.01468395e-04 -1.04801729e-04 -1.06813122e-04 -1.05755025e-04
-1.00109101e-04 -9.20068930e-05 -8.33780421e-05 -7.33571885e-05
```

Рисунок 10

У цьому рядку:

```
idx = numpy.argwhere (numpy.diff (numpy.sign (macd - macd-
signal))! = 0) .reshape (-1) + 0
```

отримуємо перетин значень і отримуємо на виході масив індексів:

```
====IDX==== [ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 54 75 86
110 111 114 116 125 154 156 157 161 162]
```

Це означає, якщо взяти масив значень macd, то перетин буде в точках 0, 1, 2, .... 75, 86 ... 161, 162. Те ж саме справедливо і для масиву macdsignal. IDX вказує на точки X на графіку.

Для відображення перетинів (червоних точок на графіку) було створено новий набір даних - він по довжині такий же, як macd і macdsignal, але там, де є перетин macd і macdsignal, було вставлено значення macd, там де перетину немає, вставляю nan. Таким чином, було отрисовано всі крапки X, але червона точка з'явиться тільки там, де є перетин.

Далі необхідно ловити тренд! Тобто в який бік рухається ринок. Повернемо отрисовку графіків, і на третьому будемо відображати результати нашого аналізу.

Для початку будемо просто порівнювати, яка лінія зверху, а яка знизу, і відображати свій графік - зростає або падає. З рисунку 11 наочно видно, коли графік зростає, а коли падає.

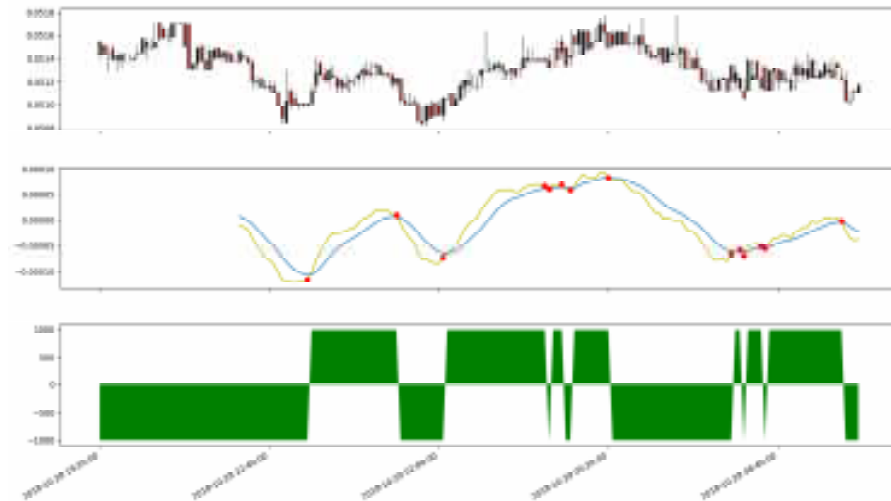


Рисунок 11

Боту буде вигідніше торгувати в такі моменти (рисунок 12):

- Коли графік падав, але почав зростати (в самому кінці падіння).
- Коли графік почав зростати, зростає, і не намітив тенденцію до падіння (торгувати під час росту, припинити ближче до кінця).



Рисунок 12

Зрозуміло, що поточна логіка з цим не справляється.

Далі, ми беремо різницю між двома лініями MACD, і порівнюємо з максимальною різницею ліній MACD за період від одного зміни тренда до іншого.

Кожен раз, коли тренд розвертається (перетин ліній) необхідно обнулити цей максимум в нуль.

Таким чином, після розвороту тренда, перша різниця між двома лініями буде максимальною (100% різницею). Після цього якщо лінії ще сильніше розійдуться, то вже наступна різниця між лініями стане максимальною. У той

момент, коли лінії почнуть сходитися, різниця вже не буде максимальною, а буде спадати (90%, 80%) і т.д.

Тому для торгів необхідно використовувати дві настроювальні змінні:

1. Якщо ринок бичачий (зростає) то торгуй, поки різниця більше X%. В такому випадку він буде торгувати на бичачому ринку з моменту розвороту тренда до тих пір, поки лінії не почнуть щільно сходитися.

2. Якщо ринок ведмежий (спадає) то торгуй тоді, коли різниця між лініями менше Y%. В такому випадку він включиться в торгівлю тільки після того як тренд розгорнеться, лінії розійдуться на максимум, потім зійдуться майже повністю.

Ось так визначимо ці змінні:

BEAR\_PERC = 70 # При падінні ринку

BULL\_PERC = 30 # При зростанні ринку

Кожне з цих значень може коливатися від 0 до 100, не обов'язково, що б вони в сумі щось давали, вони незалежні.

Далі необхідно внести зміни в код (рисунок 13).



Рисунок 13

Працює. Правда, спрацювало в середині, там де тренд майже розвернувся, але передумав, але це від налаштувань залежить, якщо виставити BEAR\_PERC = 99, наприклад, то такого не буде, але і на падінні він не зрубає. А якщо виставити 100 то буде завжди грати тільки на зростанні. На рисунку 13 наочно видно, що в найсумніші моменти бот не торгуватиме!

Якщо, як зазвичай, змінити код, і зробити (для демонстрації), poradnika - він буде говорити нам, торгувати чи ні, зараз, в цю хвилину. Винесемо частину коду в функцію і додамо анімацію (рисунок 14).



Рисунок 14

Тепер наш скрипт кожну секунду (по можливості) отримує дані з біржі, будує графік і дає нам пораду - варто зараз торгувати чи ні. Відповідно, він сам перерисовує графік, і нічого перезапускати не треба (рисунок 15).

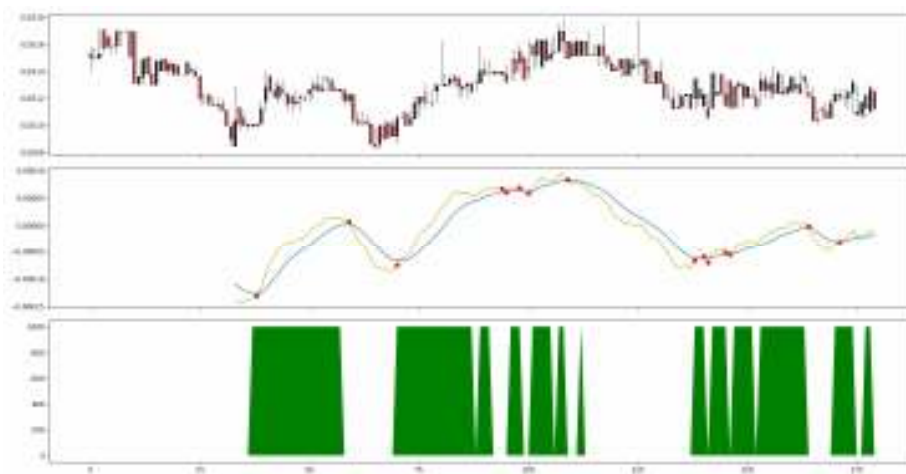


Рисунок 15

Торгова біржа Полонікс.

У бота на сайті було додано функцію, підключено `numpy`, `talib` і `requests`, виставлені параметри `BEAR_PERC` і `BULL_PERC`.

Ця функція, приймає дані з біржі, аналізує їх, і повертає рішення - торгувати чи ні.

Торгова біржа Ехто. Ехто не повертає архівні дані по торгах. Тому доведеться збирати інформацію з біржі, поки не нагромадиться достатньо даних для аналізу. Скористаємося методом `API trades`. Він повертає 100 останніх торгів.

Функцію, можна прикрутити, до будь-якого боту. Тут бот буде купувати рідше, але вже з деяким проблиском інтелекту.

Далі необхідно розглянемо, як будувати MACD для Ексмо.

Наш скрипт необхідно модифікувати так, що б бачити MACD лінії і гістограму для торгів на Ексмо, залишивши логіку порадирика - купувати чи ні.

Графік порадирика було замінено на гістограму, для повноти картини.

Так само було додано в скрипт змінну PERIOD, це час в хвиликах, за яке будуємо свічки. Для демонстрації, було виставлено 30 хвилин - саме так буде Ексмо, і так ви можете порівняти точність роботи скрипта. Але якщо поміняти це число на 5 - тоді буде можливість бачити п'ятихвилинні свічки, більш оперативно оцінювати обстановку, і, можливо, отримаєте перевагу перед тими, хто торгує на Ексмо через рідний інтерфейс біржі, результат представлено на рисунку 16.



Рисунок 16

**Висновки.** В результаті виконання роботи було проаналізовано можливість використання технічного індикатора MACD та програмно реалізовано функцію для прийняття рішень з логікою порадирика «купувати чи ні» для двох бірж криптовалют Ехмо та Poloniex.

Застосування MACD - індикатора, як втім, і будь-якого іншого індикатора, може іноді супроводжуватися помилковими сигналами. Тому, для більш успішної торгівлі на фондовому і валютному ринку найкраще використовувати індикатор MACD в сукупності з іншими індексами показники яких будуть підтверджувати правильність обраної позиції.



ЛИТЕРАТУРА / ЛІТЕРАТУРА

1. Кац, Джеффри Оуэн, Мак Кормик, Донна Л. Энциклопедия торговых стратегий / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2002. – 400 с.
2. Швагер Д. Технический анализ, полный курс. - М.: Альпина Паблишер, 2001. - 768с.
3. Островська К.Ю., Кислова Н.О., Головацький О.О. Дослідження технічних індикаторів для оптимальної стратегії біржевого ринку з використанням Python та бібліотеки TA-Lib // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Выпуск 5 (118). – Днепр, 2018. – С.72-81.
4. Островська К.Ю., Костюк О.В., Краснощок Д.А. Дослідження індикатору MACD для back-testing різних стратегій // Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Выпуск 5 (118). – Днепр, 2018. – С.106-114.

REFERENSES

1. Kats, Dzheffry Ouэн, Mak Kormyk, Donna L. Entsyklopedyia torhovikh stratehyi / Per. s anhl. – М.: Alpyna Pablysher, 2002. – 400 s.
2. Shvaher D. Tekhnycheskyi analyz, polnii kurs. - М.: Alpyna Pablysher, 2001. - 768s.
3. Ostrovska K.Iu., Kyslova N.O., Holovatskyi O.O. Doslidzhennia tekhnichnykh indykatoriv dlia optymalnoi stratehii birzhevoho rynku z vykorystanniam Python ta biblioteku TA-Lib // Systemnye tekhnolohyy. Rehyonalnii mezhvuzovskiy sbornyk nauchnikh robot. – Vipusk 5 (118). – Dnepr, 2018. – S.72-81.
4. Ostrovska K.Iu., Kostiuk O.V., Krasnoshchok D.A. Doslidzhennia indykatoru MACD dlia back-testing riznykh stratehii // Systemnie tekhnolohyy. Rehyonalnii mezhvuzovskiy sbornyk nauchnikh robot. – Vipusk 5 (118). – Dnepr, 2018. – S.106 - 114.

Received 14.03.2019.

Accepted 18.05.2019.

**Исследование технического индикатора MACD  
и программная реализация функции для принятия решений**

*Задача технического анализа определить текущий направление движения рынка.*

*Большинство аналитиков использует фигуры для характеристики линий сопротивления, поддержки, поворота и зарождения трендов.*

*Динамический индикатор MACD относят к категории трендовых - по данному параметру можно судить о соотношении между парой скользя средних цен. Построение индикатора производится с учетом разницы между двумя EMA, имеющих периоды в 12 и 26 дней. Для более точного нанесения лучших мест для сделки (продажи или покупки) на график MACD может наноситься дополнительная (сигнальная) линия с девяти экспоненциальных ков-заючы средних от MACD-Line при обязательном сглаживания (параметр по умолчанию - 9).*

*В результате выполнения работы были проанализированы возможности использования технического индикатора MACD и программно реализована функция для принятия решений по логике советчика «покупать или нет» для двух бирж криптовалюта Eхто и Poloniex.*

*Применение MACD - индикатора, как впрочем, и любого другого индикатора, может иногда сопровождаться ложными сигналами. Поэтому, для более успешной торговли на фондовом и валютном рынке лучше всего использовать индикатор MACD в совокупности с другими индексами показатели которых будут подтверждать правильность выбранной позиции.*

***MACD technical indicator study and software implementation of decision function***

*Technical analysis is the study of the dynamics of the main market indicators by the availability of graphical methods in order to predict the future directions of their movement.*

*The task of technical analysis to determine the current direction of the market.*

*Most analysts use figures to characterize the lines of resistance, support, turn and the emergence of trends.*

*The dynamic indicator MACD is classified as a trend - this parameter can be used to judge the ratio between a pair of sliding average prices. The indicator is constructed taking into account the difference between two EMAs with periods of 12 and 26 days. For more accurate drawing of the best places for a deal (sale or purchase), an additional (signal) line can be plotted from the MACD-Line with nine exponential average-forks from the MACD-Line with mandatory anti-aliasing (the default setting is 9).*

*As a result of the work, the possibilities of using the MACD technical indicator were analyzed and the function for making decisions based on the logic of the advisor "buy or not" for the two exchanges of the Exmo and Poloniex cryptocurrencies was implemented programmatically.*

*The use of MACD - indicator, as well as any other indicator, can sometimes be Su-Conducted by false signals. Therefore, for more successful trading in the stock and foreign exchange markets, it is best to use the MACD indicator in conjunction with other indices, the indicators of which will confirm the correctness of the chosen item.*

**Островская Е.Ю.** – к.т.н., доцент, доцент кафедры информационных технологий и систем, Национальная металлургическая академия Украины.

**Островська К.Ю.** - к.т.н., доцент, доцент кафедри інформаційних технологій і систем, Національна металургійна академія України.

**Ostrovskaya E.Yu.** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Information Technologies and Systems, National Metallurgical Academy of Ukraine.