

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет математики і інформатики

Кафедра прикладної математики

Кваліфікаційна робота

освітньо-кваліфікаційний рівень: **бакалавр**

на тему

**«Закономірності динаміки хвиль пандемії Ковід-19 в
країнах Європи»**

Виконала: студентка групи МП41 IV курсу

(перший бакалаврський рівень)

спеціальності 113

«Прикладна математика»

освітньої програми

«Прикладна математика»

Шилкунова Аріна

Олександрівна

Керівник: доктор фіз.-мат. наук ,

професор кафедри

прикладної математики

Кізілова Наталія Миколаївна

Рецензент: кандидат фіз.-мат. наук,

доцент кафедри

теоретичної та прикладної

інформатики

Меняйлов Євген Сергійович

Харків – 2024 рік

АНОТАЦІЯ

Шилкунова А.О. «Закономірності динаміки хвиль пандемії Ковід-19 в країнах Європи»

Дана дипломна робота присвячена аналізу закономірностей поширення COVID-2019 у Європі з акцентом на виявлення та порівняння патернів кожної з п'яти хвиль пандемії. У рамках дослідження проводиться кореляційний аналіз даних з використанням методів статистичного аналізу.

ABSTRACT

Shylkunova A.A."Patterns of the Dynamics of COVID-19 Waves in European Countries"

This thesis is dedicated to analyzing the patterns of COVID-2019 spread in Europe with a focus on identifying and comparing the patterns of each of the five waves of the pandemic. The study includes a correlation analysis of the data using statistical analysis methods.

ЗМІСТ

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ	4
АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ.....	6
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	8
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ	9
1. Аналіз гіпотез.	9
2. Порівняння поведінки хвиль COVID-2019 між країнами.	14
3. Візуалізація роботи цього алгоритму на парі «Україна-Польща».....	18
РЕЗУЛЬТАТИ.....	24
ВИСНОВКИ.....	26
ДЖЕРЕЛА	28
ДОДАТКИ.....	30

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Інфекційні захворювання належать до найбільш розповсюджених причин смерті по всьому світу, перевищуючи всі військові конфлікти за своєю смертельністю. Наприклад, пандемія "іспанки" у 1918–1919 роках забрала понад 50 мільйонів життів, а щорічні епідемії грипу забирають до 35 000 життів щороку.

Пандемії та епідемії мають серйозний вплив на економіки країн у короткостроковій та довгостроковій перспективі [11]. Боротьба з поширенням інфекцій включає заходи, такі як карантин, підготовка медичних установ, ізоляція заражених та відстеження контактів, що потребує значних ресурсів охорони здоров'я, людських ресурсів та фінансових витрат.

Епідемії також можуть призвести до зменшення податкових надходжень та збільшення витрат, особливо в країнах з низьким рівнем доходу. Економічні наслідки включають не лише втрату робочої сили через захворювання та смертність, але й порушення в транспортній сфері, закриття підприємств, обмеження в торгівлі та переміщеннях, а також закриття кордонів.

Вивчення інфекційних захворювань розпочалося з роботи Джона Граунта в його книзі 1662 року "Природні та політичні спостереження над списками померлих", де він аналізував причини смерті на основі щотижневих записів про смертність у Лондоні та розробив метод оцінки ризиків смертності від різних захворювань. Зараз тисячі вчених продовжують його справу, але вже в боротьбі з новою епідемією COVID-2019, яка охопила світ 4 роки тому. Для мінімізації шкоди багато дослідників було залучено до вивчення різних явищ, пов'язаних з COVID-19. Сучасні дослідження в галузі аналізу даних спрямовані на вивчення способів ранньої діагностики COVID-19, визначення груп ризику людей на основі аналізу статистики, прогнозування тяжкості

перебігу захворювання, а також визначення дат зниження приросту кількості хворих.

Руйнівний соціально-економічний вплив пандемії COVID-19 у найближчі роки відчуватиметься найбільш гостро у всьому світі.

Аналіз даних про коронавірус дозволяє краще зрозуміти особливості пандемії, її наслідки та ефективність втручань. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення та розробляти стратегії стримування та подолання пандемії. Аналітичні дослідження можуть стати одним із напрямків керування ризиками, які несе COVID-19.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ

Засновниками теорії кореляції [1] вважаються англійські біометрики Ф. Гальтон (1822–1911) і К. Пірсон (1857–1936). Термін "кореляція" означає відношення, відповідність. Уявлення про кореляцію як про взаємозв'язок випадкових змінних лежить в основі статистичної теорії кореляції - вивчення залежності варіації ознаки від оточуючих умов. Деякі ознаки виступають у ролі впливових (факторних), інші - ті, на які впливають, результативних [4]. У кореляційних зв'язках між зміною факторної і результативної ознаки немає повної відповідності. У складній взаємодії знаходиться сама результативна ознака. Тому результати кореляційного аналізу мають значення у даному контексті, а інтерпретація цих результатів у загальному вигляді потребує побудови системи кореляційних зв'язків [7]. Вони характеризуються множиною причин і наслідків, і за допомогою них встановлюється тенденція зміни результативної ознаки при зміні величини факторної ознаки. Кореляційний зв'язок - це частковий випадок статистичного зв'язку, що використовується при встановленні тісноти залежності між явищами, процесами, об'єктами.

Необхідність боротьби з пандемією COVID-19 об'єднала науково-дослідні зусилля вчених усього світу. Це глобальне випробування стало каталізатором для численних міжнародних співпраць, інтенсивного обміну знаннями та ресурсами. Вчені з різних країн і континентів об'єднали свої зусилля, щоб спільно розробити ефективні стратегії для контролю та подолання поширення вірусу.

Для нашого дослідження важливими є наступні наукові роботи:

В дослідження [13] вдалося оцінити зв'язок між випадками захворювання COVID-19 і індексом багатомірної бідності (ІББ) у місті Манісалес (Колумбія) й представити результати розвідницького аналізу. Це дослідження має велике значення для розуміння того, як соціально-економічні фактори впливають на поширення пандемії. Використання індексу

багатомірної бідності як одного з ключових показників дозволяє глибше зрозуміти, які групи населення є найбільш вразливими до вірусу. Це знання може бути використане для розробки цільових заходів і політик, спрямованих на зниження рівня захворюваності серед найбільш уразливих верств населення.

Оскільки кореляційні методи забезпечують важливі інструменти для наукових досліджень, дозволяючи вченим швидко та ефективно аналізувати великі масиви даних, виявляти ключові тенденції та взаємозв'язки, цінними для нашої роботи є стаття індонезійських учених Школи прикладних наук Університету Телком [14]. У центрі дослідження - аналіз випадків COVID-19 у 137 країнах на основі кореляції Спірмена й Кендалла та їх групування за рівнем кореляції по парах. В результаті на основі високих показників кореляції, 39 країн були зібрані в одну групу при використанні метода Спірмена, та 27 країн – при використанні методу Кендалла. З усіх країн, які спостерігалися, Непал, Шрі Ланка, Камбоджа, В'єтнам та Австралія мають найнижче значення кореляції, що означає, що в цих країнах кількість підтверджених випадків не буде швидко зростати.

Група дослідників Уханьського університету [15] проаналізувала клінічні й біохімічні параметри між легкими й важкими пацієнтами, що допомогло виявити важких або критичних пацієнтів на ранній стадії; кореляцію критичності захворювання із клінічними особливостями й біохімічними маркерами периферичної крові. У зазначеному дослідженні граничні значення для пацієнтів у критичному стані були розраховані за допомогою кривої ROC.

Загалом, дослідження, проведені на міжнародному рівні, підтверджують важливість міждисциплінарного підходу та використання новітніх технологій у боротьбі з пандемією COVID-19. Результати цих досліджень є цінним джерелом для подальших наукових розробок та створення ефективних стратегій боротьби з пандеміями на глобальному рівні.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою дипломної роботи є всебічний аналіз закономірностей поширення COVID-2019 у Європі з акцентом на виявлення та порівняння патернів кожної з п'яти хвиль пандемії. У межах дослідження буде проведено детальний кореляційний аналіз даних, що включає використання підходів статистичного аналізу. Для досягнення поставленої мети передбачається виконання таких завдань:

Аналіз та підготовка даних щодо поширення COVID-2019 за період кожної з п'яти хвиль пандемії для двадцяти обраних країн Європи. Дані включатимуть кількість нових випадків та смертність.

Застосування методів описової статистики для первинного аналізу даних, що включає розрахунок середніх значень, стандартних відхилень та інших статистичних показників.

Проведення кореляційного аналізу з використанням коефіцієнта парної кореляції Пірсона з метою оцінки ступеня взаємозв'язку між показниками поширення COVID-2019 у різних країнах.

Побудова графіків залежності, діаграм розсіювання та полів кореляції для візуалізації результатів аналізу.

Порівняння результатів аналізу кожної пари країн із метою виявлення загальних і специфічних патернів поширення вірусу у різні хвилі пандемії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

1. Аналіз гіпотез.

Для аналізу даних було використано програмне забезпечення Excel. Було обрано 20 країн:

Албанія, Хорватія, Греція, Румунія, Франція, Велика Британія, Іспанія, Португалія, Італія, Німеччина, Швейцарія, Австрія, Швеція, Норвегія, Фінляндія, Данія, Польща, Україна, Литва, Словаччина; Було проаналізовано дані кількості нових випадків захворювання та смертності від COVID-19 у країнах Європи за 2020-2023 роки.

При відборі факторів кореляційного аналізу важливо враховувати, що він ґрунтується на причинно-наслідкових зв'язках. При побудові багатофакторної кореляційної моделі варто відібрати фактори, які мають найбільший вплив з коефіцієнтом парної кореляції [10].

У цьому дослідженні в якості основних гіпотез висунуті наступні:

- 1) Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та середнім віком населення.
- 2) Існує лінійний зв'язок між кількістю померлих та середнім віком населення.
- 3) Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та щільністю населення в різних країнах.
- 4) Існує лінійний зв'язок між смертністю та екологічною ситуацією в різних країнах(індекс EPI)[12]
- 5) Існує лінійний зв'язок між смертністю та рівнем релігійності в різних країнах
- 6) Існує лінійний зв'язок між смертністю та кількістю мігрантів в різних країнах
- 7) Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та часткою населення, яка користується безпечними послугами питної води (%) в різних країнах.[3]

8) Існує лінійний зв'язок між смертністю та стандартизованої за віком поширеності гіпертонії в різних країнах.

9) Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та щільністю лікарів в різних країнах.

10) Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та кількістю вакцинованих в різних країнах.

11) Існує лінійний зв'язок між смертністю та імовірністю смерті від будь-якого з серцево-судинних захворювань, раку, діабету, хронічних респіраторних захворювань в різних країнах.

Для створення алгоритму перевірки гіпотез необхідно аналізувати кожну з передбачених гіпотез окремо. Метод кореляції використовується для наочного представлення взаємозв'язку між показниками. Для цього будується графік у прямокутній системі координат, де на осі Y відображаються індивідуальні значення результативного показника, а на осі X - індивідуальні значення факторного показника.

Цей метод застосовний для розрахунку кореляції для всіх гіпотез, які будуть представлені в роботі.

Спочатку розглянемо означення коваріації та коефіцієнту кореляції [2]:

$$\text{cov}(X, Y) = M[(X - M(X))(Y - M(Y))] = M(XY) - M(X)M(Y)$$

$$r = r(X, Y) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{M[(X - M(X))(Y - M(Y))]}{\sigma_X \cdot \sigma_Y},$$

де σ_X , σ_Y -середні квадратичні відхилення, які можна обчислити за формулою:

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}; \sigma_Y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}};$$

Тепер приступаємо до обчислень (надалі розглядаємо вибіркові оцінки):

Спочатку обчислюється коваріація, де x і y - індивідуальні значення факторної та результативної ознаки відповідно.

$$\text{cov}(X, Y) = \overline{XY} - \bar{X} * \bar{Y}$$

середньовибіркове значення для X:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

середньовибіркове значення для Y:

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Потім розраховується коефіцієнт кореляції, який є показником ступеня тісноти зв'язку між ознаками. Цей коефіцієнт приймає значення від -1 до +1 і оцінюється відповідно до шкали Чеддока [8]. Після порівняння коефіцієнта з шкалою визначається ступінь зв'язку між ознаками.

Таблиця 1. Шкала Чеддока

Тіснота зв'язку	Значення коефіцієнта кореляції при наявності	
	Прямого зв'язку	Оберненого зв'язку
Слабка	0,1-0,3	(-0,1)-(-0,3)
Помірна	0,3-0,5	(-0,3)-(-0,5)
Помітна	0,5-0,7	(-0,5)-(-0,7)
Висока	0,7-0,9	(-0,7)-(-0,9)
Дуже висока	0,9-0,99	(-0,9)-(-0,99)

Підрахуємо лінійний коефіцієнт кореляції за формулою:

$$r = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sigma_X * \sigma_Y}$$

Для перевірки нульової гіпотези про рівність нулю генерального коефіцієнта кореляції за конкуруючою гіпотезою $H_1 : r \neq 0$, потрібно обчислити величину випадкової помилки. Для цього будемо використовувати критерій Стюдента[2]. Для нього $t_{\text{набл}}$ обчислюється як:

$$t_{\text{набл}} = r_{xy} \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}$$

r_{xy} - це обчислений вибірковий коефіцієнт кореляції,

n - кількість спостережень у вибірці.

За таблицею критичних точок розподілу Стюдента, для заданого рівня значущості q та числа ступенів свободи $k = n - 2$, необхідно знайти $t_{k;q}$ за таблицею Стюдента. Якщо значення $|t_{\text{nabl}}| < t_{k;q}$, то робимо висновок про статистичну незначущість коефіцієнта кореляції. Якщо $|t_{\text{nabl}}| > t_{k;q}$, то відхиляємо нульову гіпотезу. Тоді отримане значення коефіцієнта кореляції вважається значущим.

Розглянемо результати перевірки гіпотези номер 11 о залежності між смертністю від COVID та імовірністю смерті від будь-якого з серцево-судинних захворювань, раку, діабету, хронічних респіраторних захворювань в різних країнах.

Спочатку підрахуємо вибіркове середнє для стовпчиків B,C,D.

A	B	C	D
Country	total deaths per milliom %	Probability of dying from any of CVD, cancer, diabetes, CRD	x*y
France	0,2497376	10,60	2,65
Romania	0,3445499	21,00	7,24
Austria	0,2452342	10,40	2,55
UK	0,3076556	10,30	3,17
Ukraine	0,2803353	25,50	7,15
Switzerland	0,1595909	7,90	1,26
Germany	0,202211	12,10	2,45
Norway	0,0959273	8,70	0,83
Slovakia	0,3726618	15,50	5,78
Lithuania	0,3489017	19,30	6,73
Poland	0,298491	17,00	5,07
Denmark	0,1408302	10,80	1,52
Finland	0,161278	9,60	1,55
Sweden	0,2249523	8,40	1,89
Italy	0,318987	9,00	2,87
Portugal	0,2557333	11,00	2,81
Greece	0,3493799	12,50	4,37
Croatia	0,4462876	16,10	7,19
Albania	0,1265868	11,40	1,44
Spain	0,2512246	9,60	2,41

Рис 1. Дані, які було використано

Отримаємо наступні значення:

$$\bar{X} = 0.26, \bar{Y} = 12.84, \bar{XY} = 3.58$$

Одержимо коваріацію та середні квадратичні відхилення :

$$\text{cov}(X, Y) = 0.256, \sigma_X = 0.092, \sigma_Y = 4.74$$

Тепер отримаємо лінійний коефіцієнт кореляції :

$$r_{xy} = 0.584$$

В даному випадку $t_{\text{набл}} = 3.055$, що більше ніж $t_{18;0.05} = 2.1$. Тому на рівні значущості $q = 0.05$ відхиляємо основну гіпотезу H_0 , приймаємо H_1 і робимо висновок про статистичну значущість коефіцієнту кореляції.

Важливо зазначити, що імовірність смерті між була розрахована з використанням показників смертності від певної причини в кожній 5-річній віковій групі та стандартних методів таблиці життя. Оцінки отримано з оцінки глобального здоров'я ВООЗ (GHE).

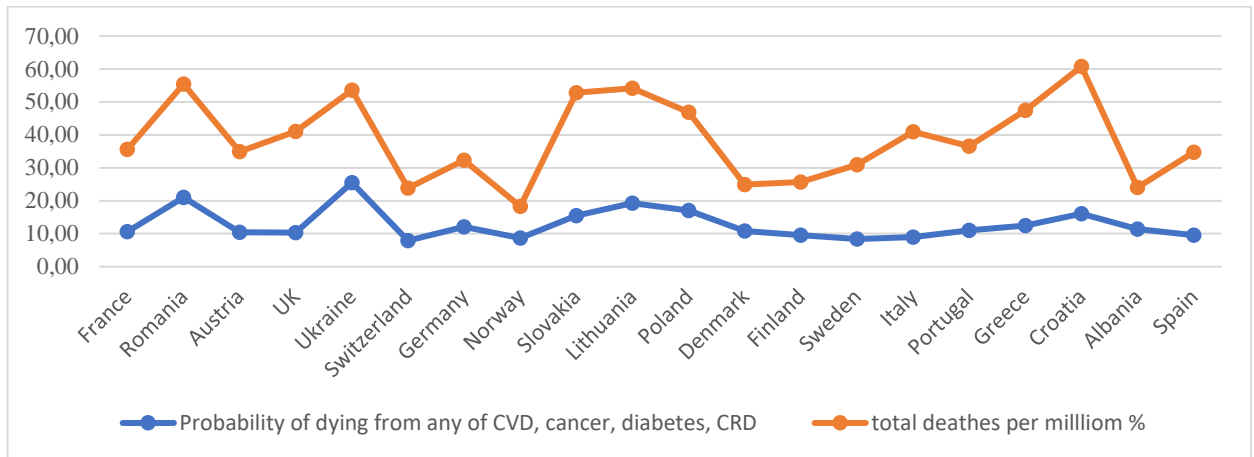


Рис 2. Графік залежності між смертністю від COVID та імовірністю смерті від будь-якого з серцево-судинних захворювань, раку, діабету, хронічних респіраторних захворювань в різних країнах.

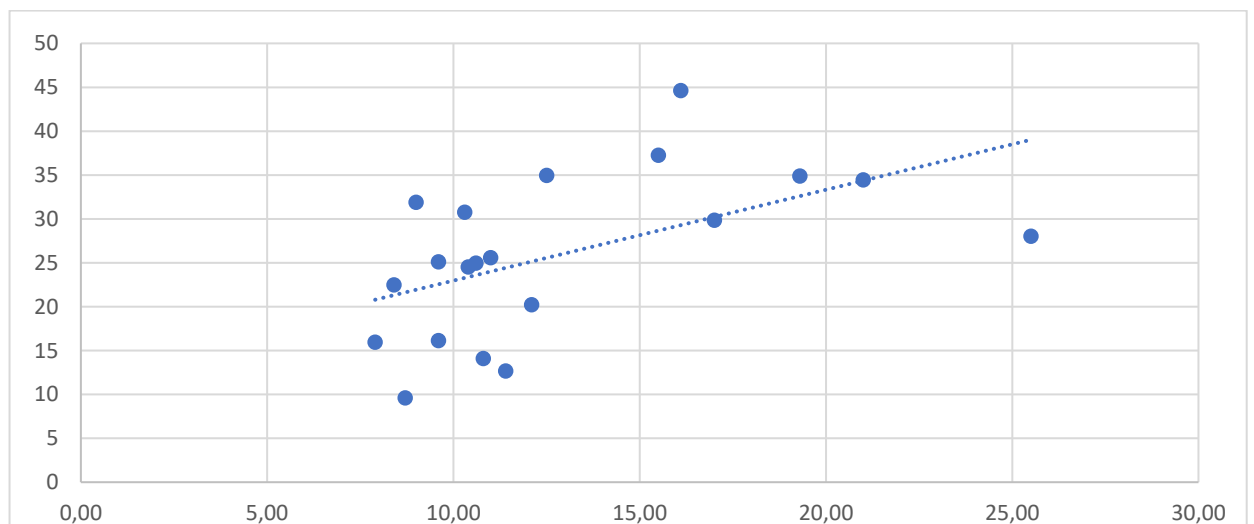


Рис 3. Поле кореляції

За шкалою Чеддока $r_{xy} = 0.584$ свідчить про помітний прямий зв'язок.

Аналогічним чином було розглянуто інші гіпотези.

2. Порівняння поведінки хвиль COVID-2019 між країнами.

Розглянемо алгоритм:

- 1) Визначили дати початку, закінчення та піка для кожної хвилі.

Отримали наступну таблицю:

Таблиця 2. Фрагмент таблиці «Дати початку, закінчення та піку для кожної хвилі пандемії»

Country	WaveStart	Peak	WaveEnd	WaveNumber
France	02.03.2020	13.04.2020	02.08.2020	1
	03.08.2020	22.11.2020	16.07.2021	2
	17.08.2021	15.02.2022	21.06.2022	3
	22.06.2022	24.07.2022	29.09.2022	4
	30.09.2022	05.01.2023	03.03.2023	5
Romania	28.03.2020	06.12.2020	02.03.2021	1
	03.03.2021	25.04.2021	31.07.2021	2
	01.08.2021	05.11.2021	12.01.2022	3
	13.01.2022	21.02.2022	15.06.2022	4
	16.06.2022	11.08.2022	11.11.2022	5
Austria	15.03.2020	15.04.2020	17.07.2020	1
	18.07.2020	08.12.2020	29.07.2021	2
	30.07.2021	07.12.2021	21.01.2022	3
	22.01.2022	03.04.2022	11.06.2022	4
	12.06.2022	15.10.2022	03.03.2023	5

- 2) Для розрахунку Коефіцієнта Пірсона для пар країн застосовуємо 2 таблиці new_deaths_smoothed_per_million та попередньою таблицю, що містить інформацію про дати початку, закінчення та піку для кожної хвилі пандемії.

Для подальшої реалізації алгоритму була застосована мова програмування Java.

Починаємо алгоритм зі зчитування та початкової підготовки даних:

```
// Read Covid deaths data and helper table with waves details.
Path wavesFile = new Path("wave.csv");
Path newDeathsFile = new Path("new_deaths_smoothed_per_million_step3.csv");

// Read data to Dataset objects and cast columns to prepare for later calculations.
Dataset<Row> wavesHelper = session.read()
    .option("header", "true")
    .option("delimiter", ";")
    .csv(wavesFile.toString())
    .withColumn("WaveStart", to_date(col("WaveStart"), "dd.MM.yyyy"))
    .withColumn("Peak", to_date(col("Peak"), "dd.MM.yyyy"))
    .withColumn("WaveEnd", to_date(col("WaveEnd"), "dd.MM.yyyy"))
    .withColumn("WaveNumber", col("WaveNumber").cast(DataTypes.IntegerType));

Dataset<Row> newDeaths = session.read()
    .option("header", "true")
    .option("delimiter", ";")
    .csv(newDeathsFile.toString())
    .withColumn("Date", to_date(col("_c0"), "dd.MM.yyyy")) // _c0 is a common placeholder for column with no header (data specific).
    .drop(col("_c0"))
    .na() // fill absent values with 0.0.
    .fill("0.0");
```

3) Найтісніший зв'язок у двох взаємопов'язаних рядах виникає, якщо зсунути один ряд відносно другого на період лагу [6]. Тому при наявності відставання в розвитку двох взаємопов'язаних показників необхідно зсунути рівні одного ряду відносно другого на деякий проміжок часу, що дасть змогу одержати більш правильну оцінку ступеня тісноти кореляційного зв'язку. Тому будемо розглядати обидва випадки: без зсуву та зі зсувом.

а) Розрахунок без зсуву:

Знаходимо список країн, що беруть участь у аналізі

```
// Collect list of all countries present in data.
List<String> countries = wavesHelper.select(col("Country"))
    .distinct()
    .collectAsList()
    .stream().map(r -> r.getString(0))
    .collect(Collectors.toList());
```

Знаходимо дати пізнього старту та раннього закінчення хвилі для кожної пари країн

```
// Prepare identity key to be able to find data.
Tuple2<String, String> countriesKey = new Tuple2<>(left, right);

// Filter waves helper data to countries under this iteration,
// group them by number of wave and find later start and early finish for each wave.
List<Row> desiredWaves = wavesHelper.where(col("Country").isin(left, right))
    .groupBy(col("WaveNumber"))
    .agg(max(col("WaveStart")).as("from"), min(col("WaveEnd")).as("to"))
    .collectAsList();
```

І фільтруємо new_deaths дані по знайденому проміжку.

```
// Filter deaths data to desired dates.
Dataset<Row> filteredByDate = newDeaths.where(col("Date").between(from, to));
```

За відфільтрованими даними підраховуємо коефіцієнт Пірсона і записуємо в структуру даних для зберігання

```
// Calculate Pearson coefficient for deaths date NOT moved but filtered from later start to early finish.
Double coefficient = calculatePearsonCoefficient(filteredByDate, left, right);

// Compound resulter value by wave number for later writes.
if (!waveNumberToValue.containsKey(waveNumber)) {
    waveNumberToValue.put(waveNumber, Maps.newHashMap());
}
waveNumberToValue.get(waveNumber).put(countriesKey, coefficient);
```

б) Розрахунок зі зсуву:

Перейменовуємо колонки для зручності:

```
// Filter original helper table to contain only data for countries under particular iteration.
Dataset<Row> leftWaves = wavesHelper.where(col("Country").isin(left));
for (String col : leftWaves.columns()) {
    leftWaves = leftWaves.withColumn("leftWaves_" + col, col(col)).drop(col(col));
}
Dataset<Row> rightWaves = wavesHelper.where(col("Country").isin(right));
for (String col : rightWaves.columns()) {
    rightWaves = rightWaves.withColumn("rightWaves_" + col, col(col)).drop(col(col));
}
```

Об'єднуємо дані для кожної пари за номером хвилі.

```
// Join data for both countries by wave index number.
List<Row> countriesWaves = leftWaves.join(rightWaves,
    leftWaves.col("leftWaves_WaveNumber").equalTo(rightWaves.col("rightWaves_WaveNumber"))
).collectAsList();
```

Знаходимо різницю між значенням піків та отримуємо зсув, відштовхуючись від того, у якої країни пік був пізніше.

```
// For each wave.
for (Row r : countriesWaves) {
    // Get peaks dates from joint helper table.
    int waveNumber = r.getAs("leftWaves_WaveNumber");
    LocalDate leftPeak = ((Date) r.getAs("leftWaves_Peak")).toLocalDate();
    LocalDate rightPeak = ((Date) r.getAs("rightWaves_Peak")).toLocalDate();
    System.out.printf("leftPeak is %s and rightPeak is %s\n", leftPeak, rightPeak);
    boolean leftIsAfter = leftPeak.isAfter(rightPeak);
    System.out.printf("left is after %b\n", leftIsAfter);
    // Calculate the amount of dates to which move data for country with later peak.
    long daysToMove = leftIsAfter ? ChronoUnit.DAYS.between(rightPeak, leftPeak) : ChronoUnit.DAYS.between(leftPeak, rightPeak);
```

Для країни, у якої пік був пізніше, перенесемо дату початку та кінця хвилі на значення, знайденого зсуву.

```
// Get wave start and end dates for both countries under this iteration.
System.out.printf("days to move is %d\n", daysToMove);
LocalDate leftStart = ((Date) r.getAs("leftWaves_WaveStart")).toLocalDate();
LocalDate rightStart = ((Date) r.getAs("rightWaves_WaveStart")).toLocalDate();
LocalDate leftEnd = ((Date) r.getAs("leftWaves_WaveEnd")).toLocalDate();
LocalDate rightEnd = ((Date) r.getAs("rightWaves_WaveEnd")).toLocalDate();
System.out.printf("left start before : %s\nright start before %s\n", leftStart, rightStart);
System.out.printf("left end before : %s\nright end before %s\n", leftEnd, rightEnd);

// Calculate new start and end date after moving data.
if (leftIsAfter) {
    leftStart = leftStart.minusDays(daysToMove);
    leftEnd = leftEnd.minusDays(daysToMove);
} else {
    rightStart = rightStart.minusDays(daysToMove);
    rightEnd = rightEnd.minusDays(daysToMove);
}
}
```

Знаходимо дати пізнього старту та раннього закінчення хвилі для даної пари країн

```
// Find from and to dates to include in analyzis. From later start to early end.
LocalDate from = leftStart.compareTo(rightStart) > 0 ? leftStart : rightStart;
LocalDate to = leftEnd.compareTo(rightEnd) > 0 ? rightEnd : leftEnd;
System.out.printf("from %s ; to %s\n", from, to);
```

Аналогічно з датами початку та кінця хвилі робимо зсув для всіх інших значень для країни, у якої пік був пізніше.

```
// Filter deaths data by country.
Dataset<Row> leftData = newDeaths.select(col("Date"), col(left));
Dataset<Row> rightData = newDeaths.select(col("Date"), col(right));

// Move dates for calculated amount of days to match peak dates.
if (leftIsAfter) {
    leftData = leftData.withColumn("Date", date_sub(col("Date"), (int) daysToMove));
} else {
    rightData = rightData.withColumn("Date", date_sub(col("Date"), (int) daysToMove));
}
}
```

Фільтруємо дані по знайденому проміжку (пізній старт – раннє закінчення)

```
// Join deaths data by measure date and filter to calculated `from` and `to` dates.
Dataset<Row> filteredByDate = leftData.join(rightData, leftData.col("Date").equalTo(rightData.col("Date")))
    .where(leftData.col("Date").between(from, to));
```

Підраховуємо коефіцієнт Пірсона і записуємо в структуру даних.

```
// Calculate Pearson coefficient for deaths date moved to match peaks and filtered from later start to early finish.
Double coefficient = calculatePearsonCoefficient(filteredByDate, left, right);

// Compound resulter value by wave number for later writes.
if (!waveNumberToValue.containsKey(waveNumber)) {
    waveNumberToValue.put(waveNumber, Maps.newHashMap());
}
waveNumberToValue.get(waveNumber).put(countriesKey, coefficient);
```

3. Візуалізація роботи цього алгоритму на парі «Україна-Польща».

В якості прикладу розглянемо пару Україна – Польща. Візьмемо дані для нових випадків захворювання. В першу чергу, для явної візуалізації, побудуємо графік смертності від часу для обох країн одразу. Після чого можна знайти піки для кожної хвили та різницю у часі між ними. Тепер можливо зробити зсув, щоб піки співпадали.

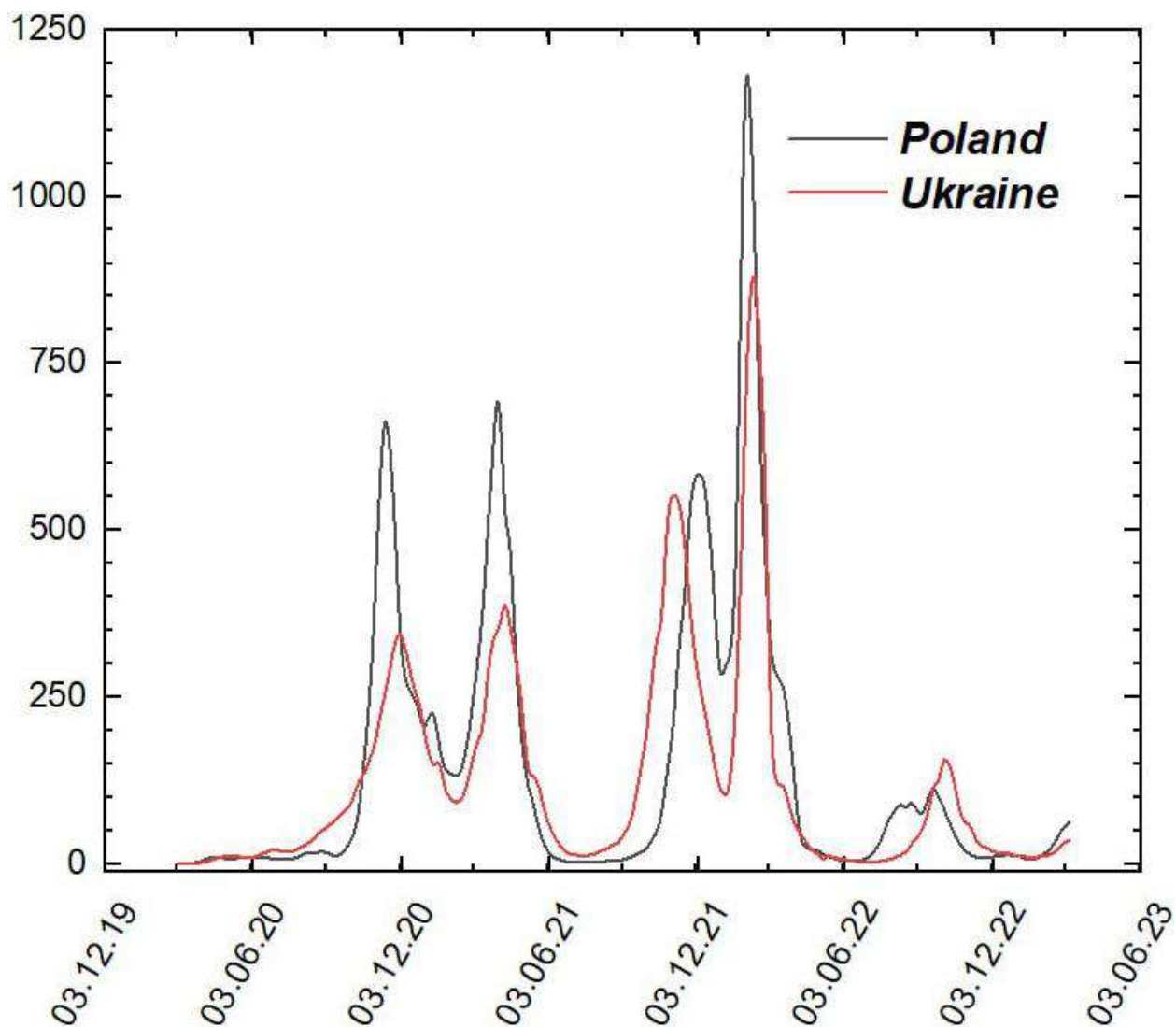


Рис 4. Графік нових випадків, побудований для України і Польщі одночасно.

Для кожної хвили побудовано діаграму розсіювання по осі X відкладено кількість нових випадків COVID-2019 за період хвили у Польщі, а по осі Y – в Україні.

Графіки будуються без зсуву та зі зсувом, у програмному забезпеченні Origin, що дозволяє одразу знайти коефіцієнт Пірсона.

I Хвиля:

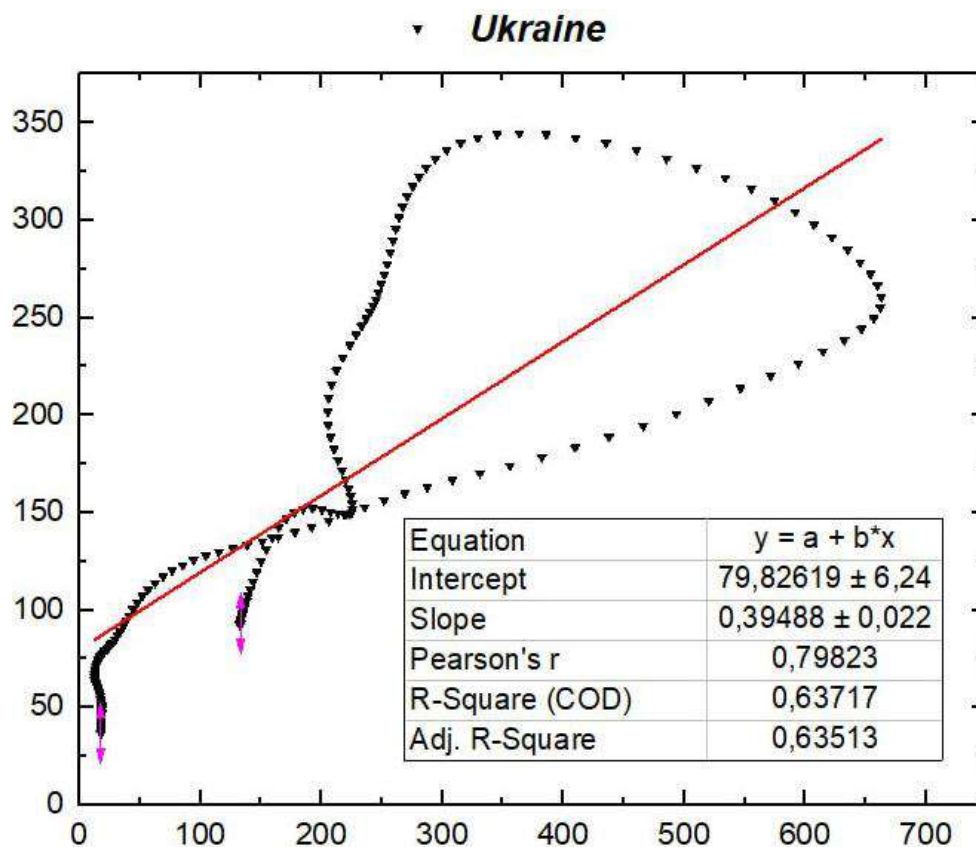


Рис.5. Перша хвиля, без зсуву.

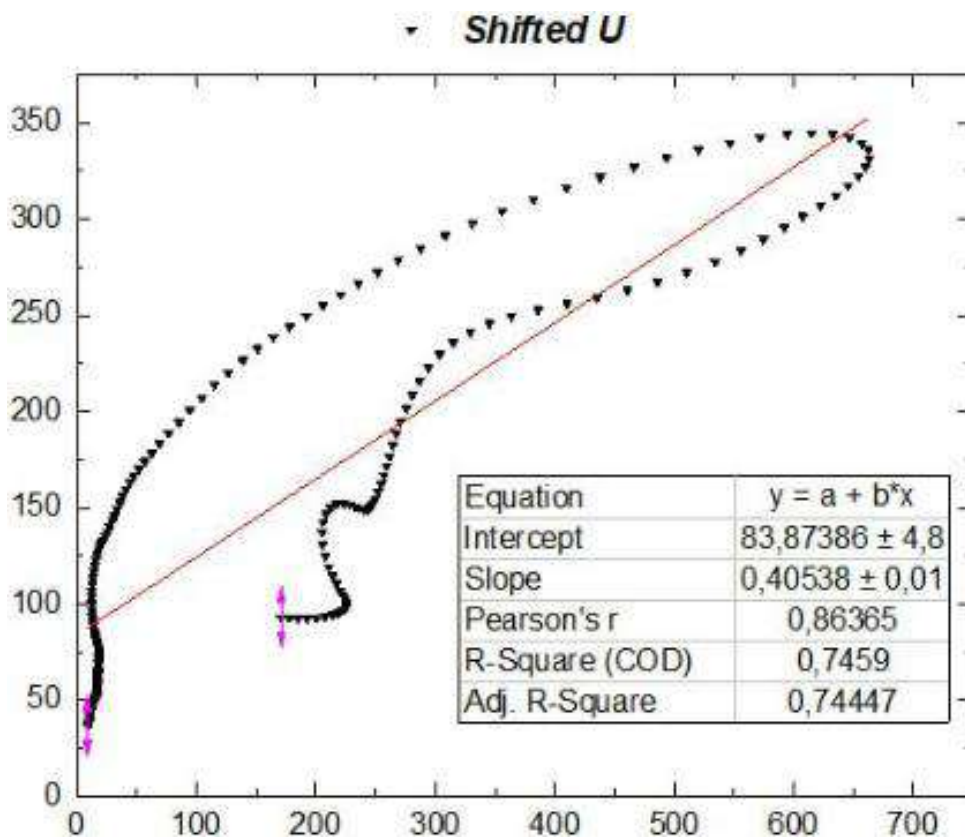


Рис.6. Перша хвиля, зі зсувом 23 дні.

Для кожної наступної хвилі робимо таким самим чином.

II Хвиля:

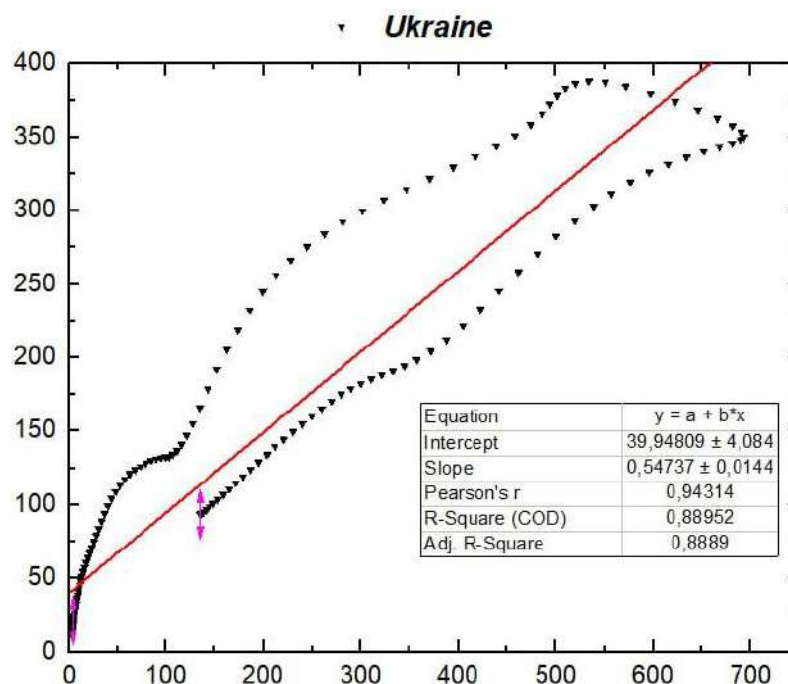


Рис.7. Друга хвиля, без зсуву.

Коефіцієнт Пірсона в даному випадку більше ніж 0,9, значить немає необхідності робити зсув.

III Хвиля:

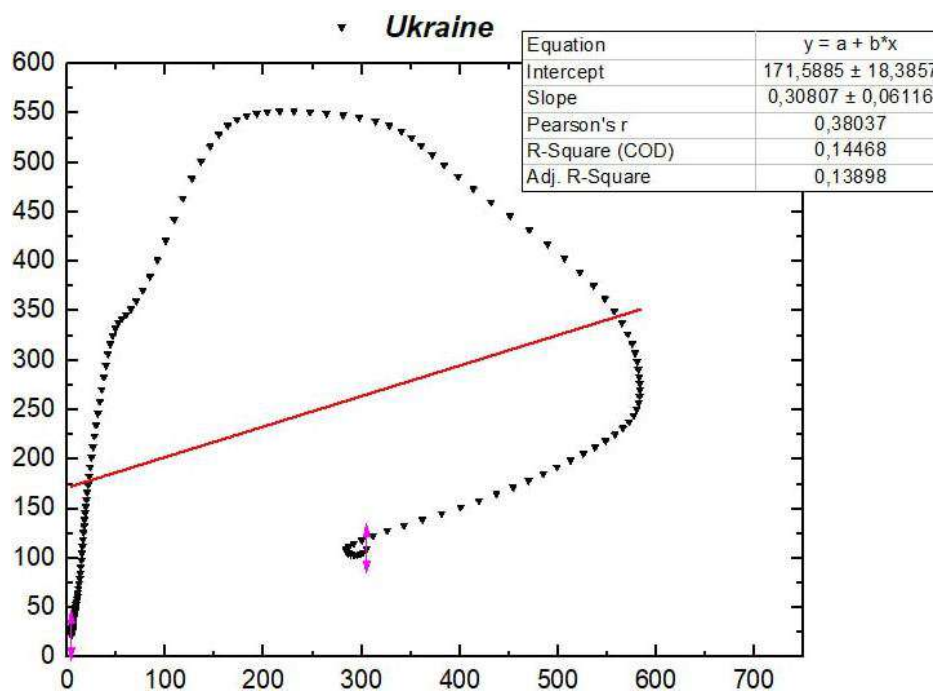


Рис.8. Третя хвиля, без зсуву.

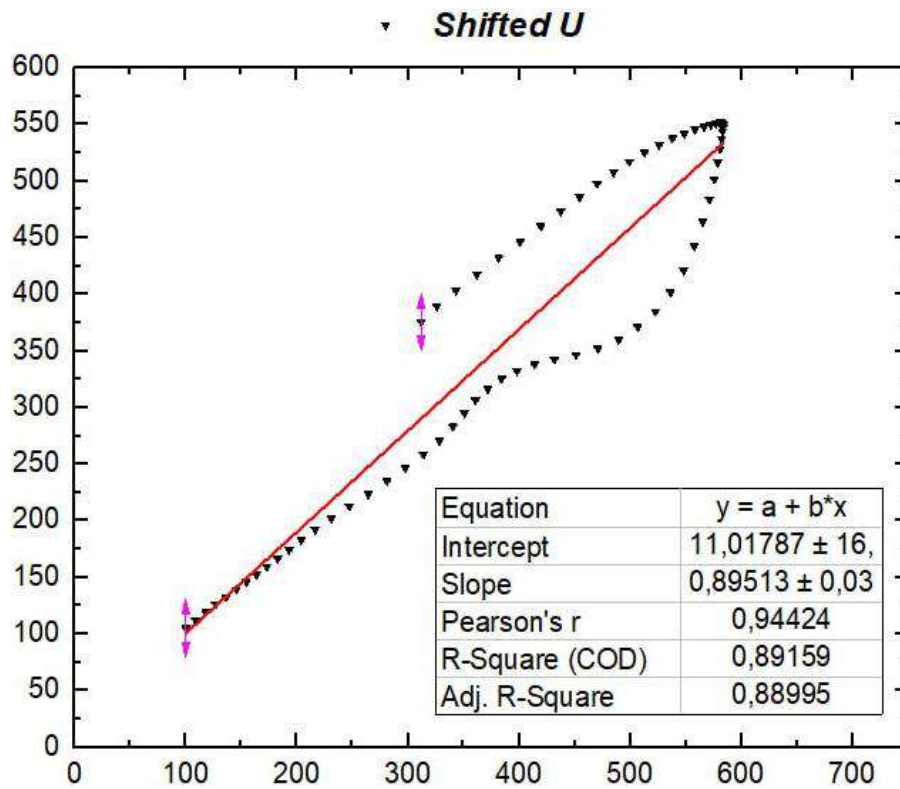


Рис.9. Третя хвиля, зі зсувом 34.

IV Хвиля:

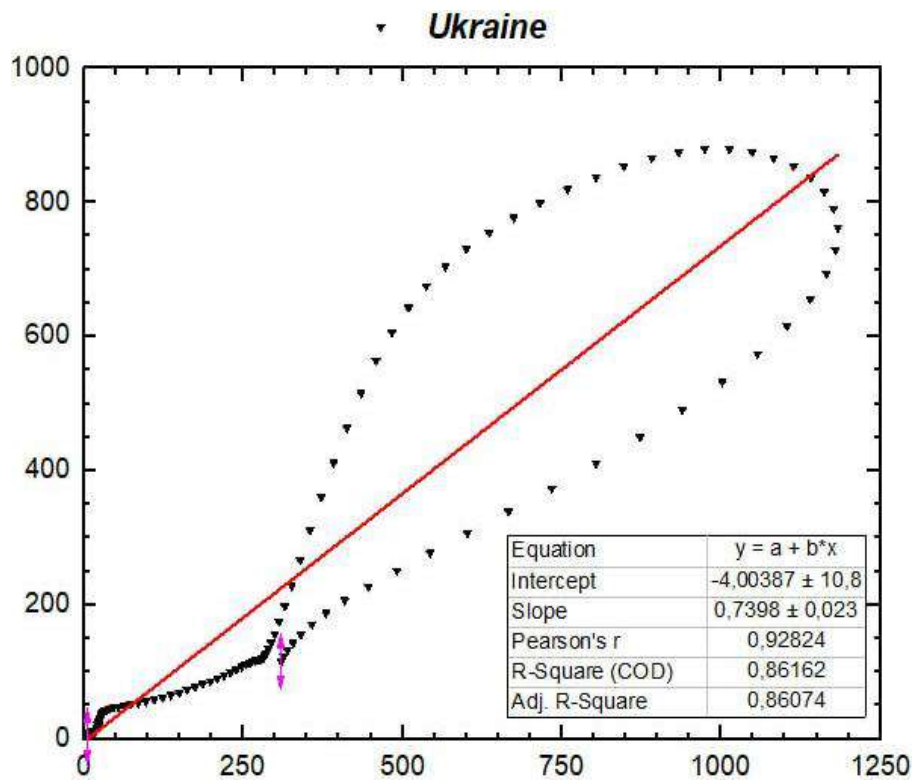


Рис.10. Четверта хвиля, без зсуву.

Аналогічно до другої хвилі, значення коефіцієнту більше ніж 0,9, зсув не робимо.

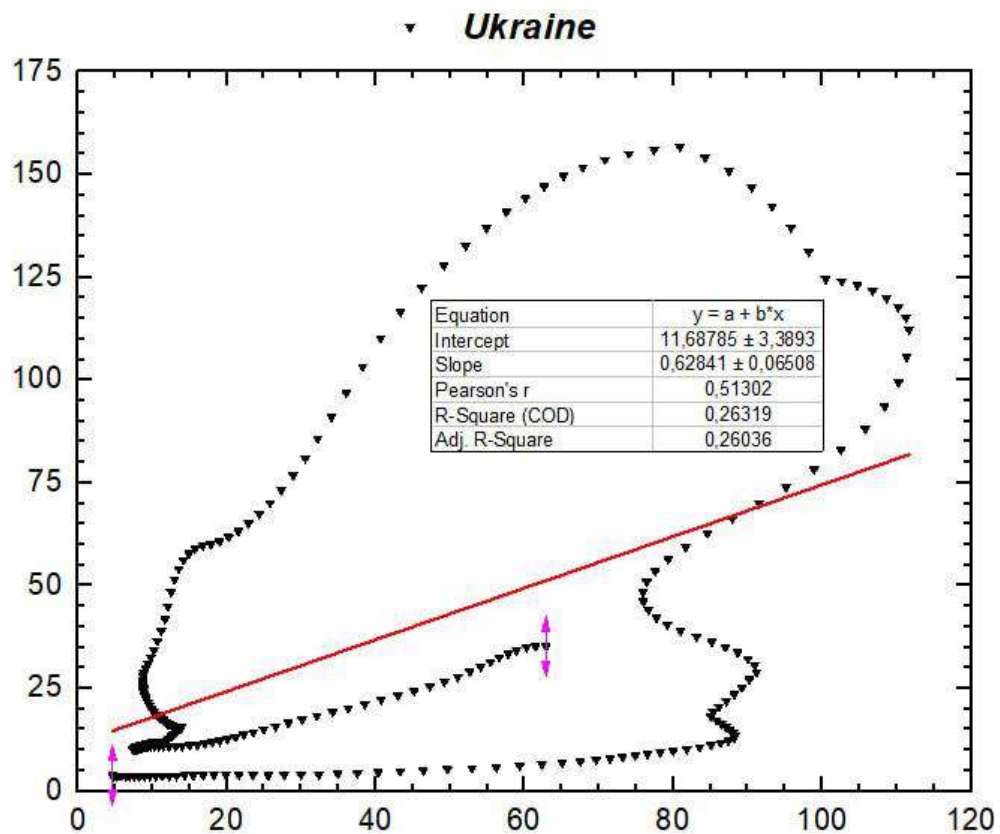


Рис.11. П'ята хвиля, без зсуву.

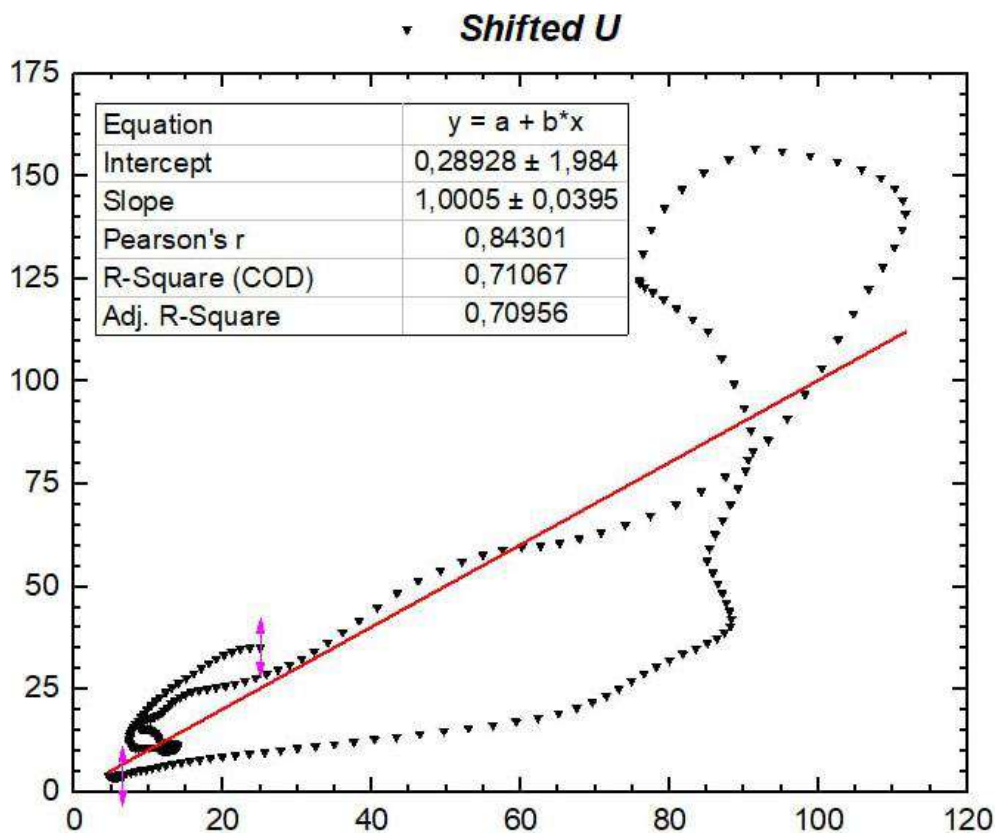


Рис.12. П'ята хвиля, зі хсувом 22 дні.

Отримуємо графік із зсувом:

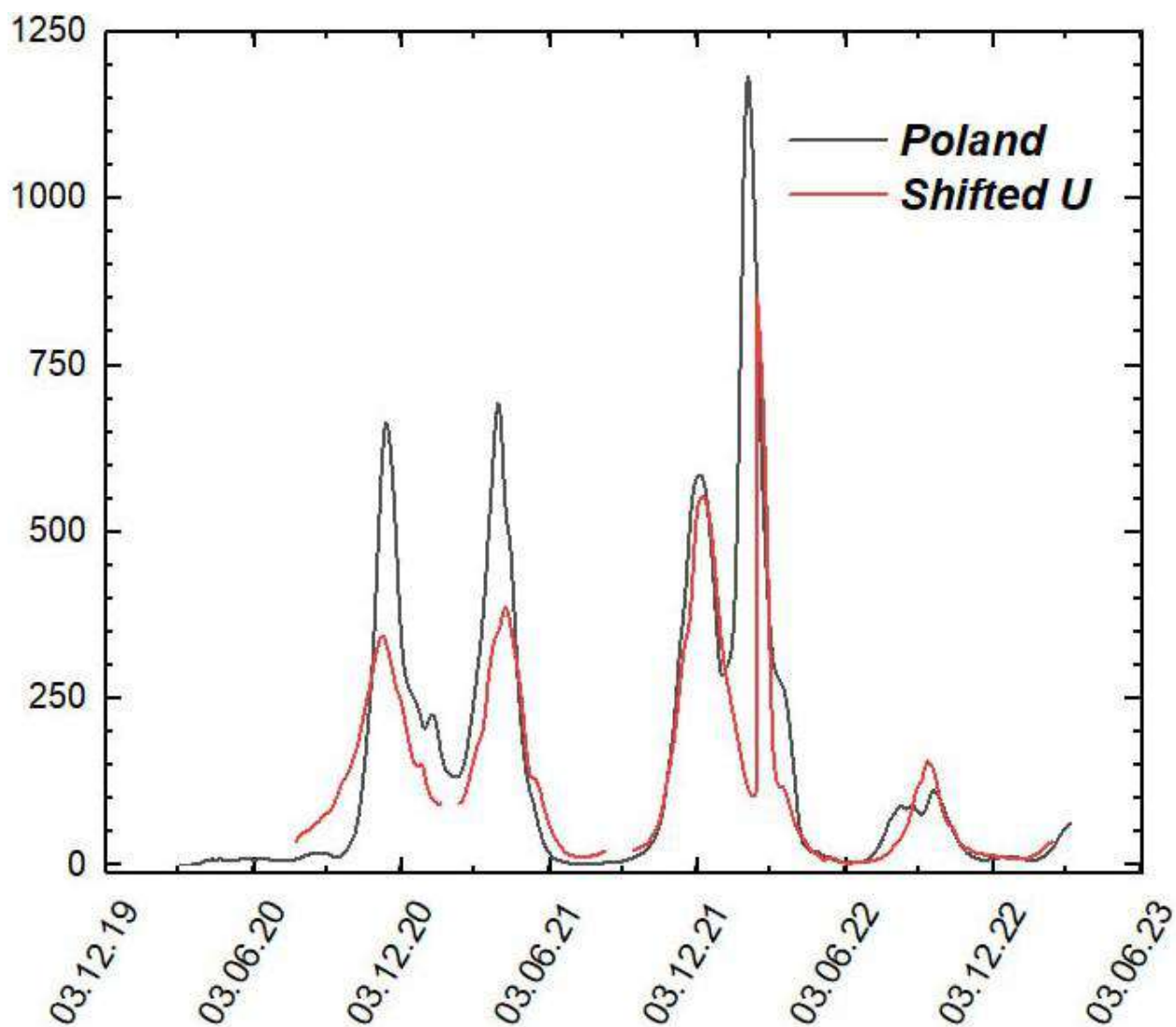


Рис 13. Графік нових випадків, побудований для України і Польщі одночасно, з зсувом кожної хвили.

РЕЗУЛЬТАТИ

№	Назва гіпотези	Результат
1.	Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та середнім віком населення.	$r_{xy} = 0.53$
2.	Існує лінійний зв'язок між кількістю померлих та середнім віком населення.	$r_{xy} = 0.39$
3.	Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та щільністю населення в різних країнах.	$r_{xy} = 0.28$
4.	Існує лінійний зв'язок між смертністю та екологічною ситуацією в різних країнах (індекс EPI)	$r_{xy} = 0.1$
5.	Існує лінійний зв'язок між смертністю та рівнем релігійності в різних країнах	$r_{xy} = 0.58$
6.	Існує лінійний зв'язок між смертністю та кількістю мігрантів в різних країнах	$r_{xy} = 0.42$
7.	Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та часткою населення, яка користується безпечними послугами питної води (%) в різних країнах.	$r_{xy} = 0.46$
8.	Існує лінійний зв'язок між смертністю та стандартизованою за віком поширеністю гіпертонії в різних країнах.	$r_{xy} = 0.46$
9.	Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та щільністю лікарів в різних країнах.	$r_{xy} = 0.42$
10.	Існує лінійний зв'язок між кількістю хворих та кількістю вакцинованих в різних країнах.	$r_{xy} = 0.65$
11.	Існує лінійний зв'язок між смертністю та імовірністю смерті від будь-якого з серцево-судинних захворювань, раку, діабету, хронічних респіраторних захворювань в різних країнах.	$r_{xy} = 0.58$

Для гіпотез 1,5,7,8,10,11 на рівні значущості $q = 0.05$ відхиляємо основну гіпотезу H_0 , приймаємо H_1 і робимо висновок про статистичну значущість коефіцієнту кореляції r . За шкалою Чеддока для гіпотез 1,5,10,11 значення r свідчить про помітний прямий зв'язок, для гіпотез 7,8 – про помірний прямий зв'язок.

Для гіпотез 2,3,4,6,9 с довірчою ймовірністю $\alpha = 0.95$ приймаємо основну гіпотезу H_0 про те, що $r = 0$, і робимо висновок про статистичну незначущість коефіцієнту кореляції r .

Також було отримано 10 таблиць (додаток 1-10) для кожної хвилі в обох випадках : з зсувом та без зсуву. Було розраховано середнє значення коефіцієнтів для п'яти хвиль.

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK
Romania	1.00	0.92	0.74	0.73	0.85	0.82	0.67	0.80	0.68	0.79
Ukraine	0.92	1.00	0.77	0.81	0.91	0.83	0.69	0.77	0.72	0.81
Portugal	0.74	0.77	1.00	0.69	0.80	0.87	0.77	0.70	0.82	0.85
Switzerland	0.73	0.81	0.69	1.00	0.77	0.75	0.64	0.77	0.66	0.68
Albania	0.85	0.91	0.80	0.77	1.00	0.83	0.70	0.79	0.77	0.80
Spain	0.82	0.83	0.87	0.75	0.83	1.00	0.80	0.75	0.77	0.81
Greece	0.67	0.69	0.77	0.64	0.70	0.80	1.00	0.68	0.82	0.84
Austria	0.80	0.77	0.70	0.77	0.79	0.75	0.68	1.00	0.66	0.84
Norway	0.68	0.72	0.82	0.66	0.77	0.77	0.82	0.66	1.00	0.78
UK	0.79	0.81	0.85	0.68	0.80	0.81	0.84	0.84	0.78	1.00
Finland	0.73	0.77	0.63	0.85	0.63	0.70	0.60	0.83	0.58	0.63
Poland	0.68	0.67	0.80	0.65	0.67	0.85	0.81	0.77	0.80	0.68
Denmark	0.85	0.83	0.88	0.72	0.81	0.79	0.90	0.79	0.87	0.93
Italy	0.74	0.75	0.78	0.73	0.78	0.77	0.79	0.76	0.87	0.80
Slovakia	0.42	0.47	0.34	0.40	0.60	0.38	0.53	0.46	0.49	0.49
France	0.66	0.64	0.75	0.66	0.67	0.67	0.76	0.75	0.82	0.71
Lithuania	0.79	0.79	0.68	0.73	0.76	0.58	0.73	0.68	0.81	0.70
Sweeden	0.76	0.80	0.80	0.72	0.85	0.81	0.82	0.70	0.83	0.80
Germany	0.78	0.84	0.77	0.86	0.87	0.78	0.73	0.90	0.77	0.79
Croatia	0.81	0.86	0.78	0.62	0.94	0.84	0.82	0.75	0.78	0.86

	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweeden	Germany	Croatia
Romania	0.73	0.68	0.85	0.74	0.42	0.66	0.79	0.76	0.78	0.81
Ukraine	0.77	0.67	0.83	0.75	0.47	0.64	0.79	0.80	0.84	0.86
Portugal	0.63	0.80	0.88	0.78	0.34	0.75	0.68	0.80	0.77	0.78
Switzerland	0.85	0.65	0.72	0.73	0.40	0.66	0.73	0.72	0.86	0.62
Albania	0.63	0.67	0.81	0.78	0.60	0.67	0.76	0.85	0.87	0.94
Spain	0.70	0.85	0.79	0.77	0.38	0.67	0.58	0.81	0.78	0.84
Greece	0.60	0.81	0.90	0.79	0.53	0.76	0.73	0.82	0.73	0.82
Austria	0.83	0.77	0.79	0.76	0.46	0.75	0.68	0.70	0.90	0.75
Norway	0.58	0.80	0.87	0.87	0.49	0.82	0.81	0.83	0.77	0.78
UK	0.63	0.68	0.93	0.80	0.49	0.71	0.70	0.80	0.79	0.86
Finland	1.00	0.69	0.69	0.64	0.37	0.58	0.59	0.75	0.86	0.69
Poland	0.69	1.00	0.63	0.80	0.26	0.77	0.66	0.78	0.74	0.71
Denmark	0.69	0.63	1.00	0.85	0.49	0.80	0.73	0.83	0.82	0.78
Italy	0.64	0.80	0.85	1.00	0.51	0.92	0.81	0.83	0.74	0.81
Slovakia	0.37	0.26	0.49	0.51	1.00	0.57	0.35	0.42	0.52	0.47
France	0.58	0.77	0.80	0.92	0.57	1.00	0.81	0.74	0.74	0.71
Lithuania	0.59	0.66	0.73	0.81	0.35	0.81	1.00	0.61	0.72	0.59
Sweeden	0.75	0.78	0.83	0.83	0.42	0.74	0.61	1.00	0.77	0.86
Germany	0.86	0.74	0.82	0.74	0.52	0.74	0.72	0.77	1.00	0.74
Croatia	0.69	0.71	0.78	0.81	0.47	0.71	0.59	0.86	0.74	1.00

Рис 14. Середнє арифметичне коефіцієнтів парної кореляції за п'ять хвиль для кожної пари країн зі зсувом

ВИСНОВКИ

На основі порівняльного аналізу поведінки хвиль у різних країнах можна зробити такі висновки:

На початкових етапах (перша хвиля) коефіцієнт парної кореляції приймає високі значення навіть без зсувів. Це може бути обумовлено невідповідністю суспільства до зіткнення з вірусом із настільки високою швидкістю поширення. З початком другої хвилі в більшості країн пройшов (або проходить) період вакцинації і вживаються різні заходи протидії COVID-19, що сильно впливає на показник смертності. Також важливо враховувати, що в деякій групі країн ще не закінчилася перша хвиля, тоді як в іншій вже триває друга. Внаслідок цього можна помітити значне зниження коефіцієнта кореляції для кожної окремої пари країн. Однак, все ще можна виділити пари з досить високим коефіцієнтом кореляції, незважаючи на вищезазначені фактори. Для цього є кілька можливих причин: географічне положення та схожі кліматичні умови або ж схожа політика боротьби з пандемією, включаючи вид вакцини, яка мала найбільше поширення в тій чи іншій державі. Результати, отримані для четвертої хвилі без зсувів, найскладніше піддаються інтерпретації через велику кількість невідповідностей щодо дат початку четвертої хвилі та закінчення третьої. Однак якщо розглянути дані, отримані в результаті зсуву піків, можна помітити високу ступінь кореляції між рядом країн. Кількість нових смертей від захворювання значно зменшилася, сплески були не такими агресивними, і пандемія пішла на спад. Під час аналізу п'ятої хвилі були отримані найнижчі коефіцієнти кореляції, скоріш за все це обумовлено тим, що різниця в часових проміжках для п'ятої хвилі у різних країнах колосальна.

На основі аналізу висунутих гіпотез не можна зробити висновки про високу ступінь кореляції між соціально-політичними, екологічними факторами і смертністю від COVID-19 (або ж кількістю нових випадків), однак

при оцінці ризиків і розробці заходів протидії подібному інфекційному захворюванню їх потрібно враховувати для більш ефективної боротьби з пандемією.

ДЖЕРЕЛА

- [1] Thomas J. Archdeacon. Correlation and Regression Analysis: A Historian's Guide. Univ of Wisconsin Press, 1994. 352 с.
- [2] Турчин В.М. Теорія ймовірностей та математична статистика. Основні поняття, приклади, задачі. – Дніпропетровськ, ІМА-прес, 2014. – 556 с.
- [3] Research and data to make progress against the world's largest problems. [Electronic resource]. Available: <https://ourworldindata.org>
- [4] Н. М. Кізілова. Навчально-методичне видання Методи аналізу «Великих даних». Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна. 2021.
- [5] Hélio Amante Miot. Correlation analysis in clinical and experimental studies. Jornal Vascular Brasileiro. 2018.
- [6] James D. Miller. Statistics for Data Science. Packt Publishing. 2017.
- [7] Cramer H. Mathematical methods of statistics. Princeton University Press. 1946.
- [8] Kendall, M.G. and Stuart, A. The Advanced Theory of Statistics. Volume 3: Design and Analysis, and Time-Series. London : Charles Griffin. 1976.
- [9] Kendall, M.G. and Stuart, A. The Advanced Theory of Statistics. Volume 2: Inference and Relationship. Hafner Publishing Co. 1967.
- [10] Dekking F.M., Kraaikamp C., Lopuhaa H.P., Meester L.E. A Modern Introduction to Probability and Statistics. Understanding Why and How. Springer Science & Business Media. 2005.
- [11] Lora Jones, Daniele Palumbo & David Brown. Coronavirus: How the pandemic has changed the world economy. BBC News. 2021.
- [12] Environmental Performance Index, 2022 Release (1950–2022). Available: <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/epi-environmental-performance-index-2022>
- [13] Vladimir Henao-Cespedes, Yeison Alberto Garcés-Gómez, Silvia Ruggeri, Tatiana María Henao-Cespedes. Relationship analysis between the spread of COVID-19 and the multidimensional poverty index in the city of Manizales, Colombia. Science direct. 2021.

- [14] Tora Fahrudin, Dedy Rahman Wijaya, Anak Agung Gde Agung. COVID-19 Confirmed Case Correlation Analysis Based on Spearman and Kendall Correlation. International Conference on Data Science and Its Applications. 2020.
- [15] Dan Wang, Ruifang Li, Juan Wang, Qunqun Jiang, Chang Gao, Juan Yang, Lintong Ge, Qing Hu. Correlation analysis between disease severity and clinical and biochemical characteristics of 143 cases of COVID-19 in Wuhan, China: a descriptive study. BMC Infect Dis. 2020.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Коефіцієнт парної кореляції для першої хвилі

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.97	-0.03	0.15	0.94	0.17	0.92	0.32	-0.16	-0.20	-0.10	0.97	0.35	-0.21	0.51	0.19	0.73	-0.49	0.14	0.91
Ukraine	0.97	1.00	-0.83	-0.91	0.91	-0.93	0.88	-0.85	-0.60	-0.75	-0.73	0.94	0.45	-0.88	0.65	-0.84	0.81	-0.66	-0.92	0.92
Portugal	-0.03	-0.83	1.00	0.86	-0.29	0.81	0.86	0.96	0.96	0.98	0.96	0.66	0.97	0.77	0.76	0.96	0.04	0.89	0.81	0.66
Switzerland	0.15	-0.91	0.86	1.00	-0.06	0.99	0.96	0.94	0.89	0.83	0.92	0.24	0.93	0.94	0.52	0.94	-0.16	0.57	0.99	0.55
Albania	0.94	0.91	-0.29	-0.06	1.00	0.37	0.93	-0.10	-0.35	-0.47	-0.32	0.91	0.29	-0.40	0.60	-0.22	0.74	-0.62	0.35	0.90
Spain	0.17	-0.93	0.81	0.99	0.37	1.00	0.97	0.88	0.81	0.76	0.86	0.14	0.89	0.97	0.41	0.88	N	0.47	0.99	0.40
Greece	0.92	0.88	0.86	0.96	0.93	0.97	1.00	0.90	0.72	0.76	0.83	0.95	0.42	0.92	0.55	0.90	0.80	0.28	0.96	0.95
Austria	0.32	-0.85	0.96	0.94	-0.10	0.88	0.90	1.00	0.97	0.94	0.98	0.43	0.97	0.81	0.67	0.99	0.95	0.74	0.90	0.69
Norway	-0.16	-0.60	0.96	0.89	-0.35	0.81	0.72	0.97	1.00	0.96	0.99	0.57	0.95	0.79	0.76	0.98	0.20	0.82	0.83	0.54
UK	-0.20	-0.75	0.98	0.83	-0.47	0.76	0.76	0.94	0.96	1.00	0.96	0.65	0.97	0.77	0.77	0.96	-0.31	0.93	0.76	0.62
Finland	-0.10	-0.73	0.96	0.92	-0.32	0.86	0.83	0.95	0.99	0.96	1.00	0.52	0.97	0.83	0.75	0.98	-0.09	0.80	0.87	0.60
Poland	0.97	0.94	0.66	0.24	0.91	0.14	0.95	0.43	0.57	0.65	0.52	1.00	0.37	0.16	0.82	0.51	0.81	0.75	0.14	0.92
Denmark	0.15	0.45	0.97	0.93	0.29	0.89	0.42	0.97	0.95	0.97	0.97	0.37	1.00	0.87	0.50	0.97	0.84	0.85	0.89	0.58
Italy	-0.21	-0.88	0.77	0.94	-0.40	0.97	0.92	0.81	0.79	0.77	0.83	0.16	0.87	1.00	0.46	0.82	0.26	0.56	0.93	0.31
Slovakia	0.51	0.65	0.76	0.52	0.60	0.41	0.55	0.67	0.76	0.77	0.75	0.82	0.50	0.46	1.00	0.69	0.60	0.67	0.88	0.55
France	0.19	-0.84	0.96	0.94	-0.22	0.88	0.90	0.99	0.98	0.96	0.98	0.51	0.97	0.82	0.69	1.00	0.53	0.79	0.90	0.62
Lithuania	0.73	0.81	0.64	-0.16	0.74	N	0.80	0.95	0.20	-0.31	-0.09	0.81	0.84	0.26	0.60	0.53	1.00	-0.36	N	0.92
Sweden	-0.49	-0.66	0.89	0.57	-0.62	0.47	0.28	0.74	0.82	0.93	0.80	0.75	0.85	0.56	0.67	0.79	-0.36	1.00	0.47	0.23
Germany	0.14	-0.92	0.81	0.99	0.35	0.99	0.96	0.90	0.83	0.76	0.87	0.14	0.89	0.93	0.38	0.90	N	0.47	1.00	0.47
Croatia	0.91	0.92	0.66	0.55	0.90	0.50	0.95	0.69	0.54	0.62	0.60	0.92	0.58	0.31	0.55	0.62	0.92	0.23	0.47	1.00

Додаток 2. Коефіцієнт парної кореляції для другої хвилі

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.72	-0.22	0.39	-0.02	0.08	0.64	0.65	0.74	-0.28	0.03	0.92	N	0.56	N	0.52	-0.42	0.44	0.63	0.57
Ukraine	0.72	1.00	-0.46	0.63	0.97	-0.48	0.98	0.84	0.80	-0.65	0.39	0.91	N	0.88	N	0.76	0.93	0.59	0.81	0.87
Portugal	-0.22	-0.46	1.00	0.45	0.25	0.92	-0.63	0.47	0.51	0.92	0.46	0.41	N	0.50	N	0.60	N	0.61	0.57	-0.48
Switzerland	0.39	0.63	0.45	1.00	0.26	0.56	0.29	0.94	0.57	0.59	0.72	0.86	N	0.81	N	0.78	N	0.78	0.87	0.57
Albania	-0.02	0.07	0.25	0.26	1.00	0.28	-0.12	0.53	0.23	0.18	0.83	-0.93	N	0.56	N	0.66	N	0.27	0.33	-0.06
Spain	0.08	-0.48	0.92	0.56	0.28	1.00	-0.71	0.55	0.33	0.85	0.35	0.28	N	0.49	N	0.72	N	0.45	0.55	-0.22
Greece	0.64	0.98	-0.63	0.29	-0.12	-0.71	1.00	0.66	0.69	-0.81	0.26	-0.25	N	0.73	N	0.56	N	0.23	0.56	0.91
Austria	0.65	0.84	0.47	0.94	0.53	0.55	0.66	1.00	0.71	0.55	0.87	0.90	N	0.94	N	0.84	0.85	0.80	0.89	0.69
Norway	0.74	0.80	0.51	0.57	0.23	0.33	0.69	0.71	1.00	0.64	0.77	0.84	N	0.79	N	0.65	N	0.82	0.81	0.78
UK	-0.28	-0.65	0.92	0.59	0.18	0.85	-0.81	0.55	0.64	1.00	0.54	0.89	N	0.55	N	0.61	N	0.78	0.73	-0.73
Finland	0.03	0.19	0.46	0.72	0.83	0.35	0.26	0.87	0.77	0.54	1.00	0.18	N	0.50	N	0.75	N	0.79	0.82	0.28
Poland	0.92	0.91	0.41	0.66	-0.93	0.28	-0.25	0.90	0.84	0.89	0.38	1.00	N	0.97	N	0.38	N	0.92	0.90	N
Denmark	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Italy	0.66	0.88	0.50	0.81	0.56	0.49	0.73	0.94	0.79	0.55	0.90	0.97	N	1.00	N	0.92	0.96	0.77	0.84	0.65
Slovakia	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	1.00	N	0.34	N	N	N
France	0.52	0.76	0.60	0.78	0.66	0.72	0.56	0.84	0.65	0.61	0.75	0.38	N	0.92	N	1.00	N	0.62	0.73	0.71
Lithuania	-0.42	0.93	N	N	N	N	N	0.85	N	N	N	N	N	0.96	0.34	N	1.00	N	N	-0.10
Sweden	0.44	0.59	0.61	0.78	0.27	0.45	0.23	0.80	0.82	0.79	0.79	0.92	N	0.77	N	0.62	N	1.00	0.98	0.59
Germany	0.63	0.81	0.57	0.87	0.33	0.55	0.56	0.89	0.81	0.73	0.82	0.90	N	0.84	N	0.73	N	0.98	1.00	0.62
Croatia	0.57	0.87	-0.48	0.57	-0.06	-0.22	0.91	0.69	0.78	-0.73	0.28	N	N	0.65	N	0.71	-0.10	0.59	0.62	1.00

Додаток 3. Коефіцієнт парної кореляції для третьої хвилі

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.81	-0.65	-0.17	0.69	-0.89	0.07	0.27	0.07	0.37	0.09	0.97	-0.19	-0.34	N	-0.64	N	-0.05	0.37	0.28
Ukraine	0.81	1.00	-0.26	0.24	0.48	-0.81	0.40	0.74	0.77	0.00	0.12	0.93	0.06	-0.19	N	-0.35	0.99	-0.16	0.82	0.68
Portugal	-0.65	-0.26	1.00	0.41	-0.26	0.87	0.67	0.16	0.37	0.72	0.63	-0.85	0.70	0.94	-0.16	0.94	0.64	0.91	0.30	0.38
Switzerland	-0.17	0.24	0.41	1.00	0.17	-0.24	0.87	0.73	0.28	0.41	0.25	0.13	0.40	0.40	0.84	0.50	0.91	0.34	0.73	0.83
Albania	0.69	0.48	-0.26	0.17	1.00	-0.44	0.27	0.23	0.23	0.62	0.27	-0.22	0.17	-0.14	N	-0.55	N	0.49	0.41	0.24
Spain	-0.89	-0.81	0.87	-0.24	-0.44	1.00	-0.52	-0.74	-0.26	0.18	-0.54	-0.55	-0.32	-0.16	N	0.94	N	-0.27	-0.41	-0.75
Greece	0.07	0.40	0.67	0.87	0.27	0.52	1.00	0.81	0.30	0.67	0.41	0.52	0.52	0.69	0.81	0.72	0.84	0.59	0.85	0.89
Austria	0.27	0.74	0.16	0.73	0.23	0.74	0.81	1.00	0.85	-0.01	0.29	0.99	0.46	0.05	N	0.04	N	-0.09	0.98	0.92
Norway	0.07	0.57	0.37	0.28	0.23	-0.26	0.30	0.85	1.00	0.37	0.88	-0.33	0.84	0.27	0.79	0.23	0.38	0.50	0.89	0.05
UK	0.37	0.00	0.72	0.41	0.62	0.18	0.67	-0.01	0.37	1.00	0.79	-0.69	0.55	0.84	-0.91	0.69	-0.96	0.69	0.36	0.42
Finland	0.09	0.12	0.63	0.25	0.27	-0.54	0.41	0.29	0.88	0.79	1.00	-0.52	0.85	0.60	0.77	0.52	0.47	0.68	0.47	0.06
Poland	0.97	0.93	-0.85	0.13	-0.22	-0.55	0.52	0.99	-0.33	-0.69	-0.52	1.00	-0.10	0.77	N	-0.52	N	-0.01	-0.32	0.98
Denmark	-0.19	0.06	0.70	0.40	0.17	-0.32	0.52	0.46	0.84	0.55	0.85	-0.10	1.00	0.66	0.96	0.65	0.89	0.85	0.57	0.25
Italy	-0.34	-0.19	0.95	0.40	-0.14	-0.16	0.69	0.95	0.27	0.84	0.60	0.77	0.66	1.00	0.65	0.95	0.77	0.89	0.13	0.41
Slovakia	N	N	-0.16	0.84	N	N	0.81	N	0.79	-0.91	0.77	N	0.96	0.65	1.00	0.62	0.87	0.79	N	0.55
France	-0.64	-0.36	0.94	0.50	-0.55	0.94	0.72	0.04	0.23	0.69	0.52	-0.52	0.65	0.94	0.62	1.00	0.81	0.83	0.06	0.44
Lithuania	N	0.99	0.64	0.91	N	N	0.84	N	0.38	-0.96	0.47	N	0.89	0.77	0.87	0.81	1.00	0.96	N	0.83
Sweden	-0.05	-0.19	0.91	0.34	0.49	-0.27	0.59	-0.09	0.50	0.69	0.68	-0.01	0.85	0.89	0.79	0.83	0.96	1.00	0.14	0.33
Germany	0.37	0.82	0.30	0.73	0.41	-0.41	0.85	0.98	0.89	0.36	0.47	-0.32	0.57	0.13	N	0.06	N	0.14	1.00	0.95
Croatia	0.28	0.68	0.38	0.83	0.24	-0.75	0.89	0.92	0.05	0.42	0.06	0.98	0.25	0.41	0.55	0.44	0.83	0.33	0.95	1.00

Додаток 4. Коефіцієнт парної кореляції для четвертої хвилі

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.99	-0.99	0.67	0.72	0.30	N	0.44	0.53	0.23	-0.11	0.76	N	N	N	N	-1.00	N	0.72	0.73
Ukraine	0.99	1.00	-0.30	-0.54	0.94	0.76	-0.46	0.36	-0.54	0.14	-0.57	0.97	0.39	-0.53	1.00	-0.44	-0.50	-0.14	0.92	0.93
Portugal	-0.99	-0.30	1.00	-0.18	0.66	N	1.00	-0.92	0.02	-0.95	-0.71	-0.72	0.07	0.03	-0.33	0.08	-0.51	-0.89	0.91	-0.73
Switzerland	0.67	-0.54	-0.18	1.00	N	N	0.37	-1.00	0.06	0.96	0.83	-0.70	0.29	0.74	-0.25	0.89	-0.03	0.08	N	0.27
Albania	0.72	0.94	0.66	N	1.00	0.96	N	-0.20	N	-0.36	N	0.86	N	N	N	N	N	N	N	0.24
Spain	0.30	0.76	N	N	0.96	1.00	N	-0.90	N	-0.92	N	-0.12	N	N	N	N	N	N	N	-0.68
Greece	N	-0.48	-0.41	0.37	N	N	1.00	N	0.42	N	0.90	-0.99	0.85	0.89	0.63	0.68	0.58	0.69	N	0.92
Austria	0.44	0.36	-0.92	-1.00	-0.20	-0.90	N	1.00	-0.81	0.76	-0.54	0.40	N	N	N	N	N	N	0.89	-0.97
Norway	0.53	-0.54	0.02	0.96	N	N	0.42	-0.81	1.00	0.90	0.56	-0.58	0.28	0.73	0.06	0.87	-0.05	-0.10	-0.80	0.23
UK	0.23	0.14	-0.95	0.96	-0.36	-0.92	N	0.76	0.90	1.00	-0.92	0.25	N	N	N	N	N	N	0.57	0.95
Finland	-0.51	-0.57	-0.72	0.61	N	N	0.90	-0.54	0.56	-0.92	1.00	-0.74	0.82	0.89	0.87	0.74	0.46	0.79	0.86	0.79
Poland	0.76	0.97	-0.72	-0.70	0.86	-0.12	-0.99	0.40	-0.58	0.25	-0.74	1.00	N	-0.99	N	-0.85	-0.82	-0.86	0.64	-0.42
Denmark	N	0.39	-0.07	0.29	N	N	0.85	N	0.28	N	0.82	N	1.00	0.74	0.62	0.54	0.55	0.37	N	0.51
Italy	N	-0.53	0.03	0.74	N	N	0.89	N	0.73	N	0.89	-0.99	0.74	1.00	0.36	0.92	0.33	0.38	N	0.89
Slovakia	N	1.00	-0.33	-0.25	N	N	0.63	N	0.06	N	0.87	N	0.62	0.36	1.00	0.04	0.19	0.20	N	0.22
France	N	-0.44	0.08	0.89	N	N	0.68	N	0.87	N	0.74	-0.88	0.54	0.92	0.04	1.00	0.20	0.26	N	0.45
Lithuania	-1.00	-0.50	-0.53	-0.03	N	N	0.58	N	-0.05	N	0.46	-0.82	0.55	0.33	0.19	0.20	1.00	0.64	N	0.61
Sweden	N	-0.51	-0.89	0.08	N	N	0.69	N	-0.10	N	0.79	-0.96	0.37	-0.38	0.20	0.36	0.64	0.30	N	0.81
Germany	0.72	0.65	0.93	N	N	0.24	-0.68	N	0.89	-0.80	0.57	0.96	0.64	N	N	N	N	N	1.00	-1.00
Croatia	0.73	0.82	-0.73	0.27	N	N	0.92	-0.97	0.23	0.95	0.79	-0.42	0.51	0.89	0.22	0.43	0.61	0.83	1.00	1.00

Додаток 5. Коефіцієнт парної кореляції для п'ятої хвили

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	-0.66	-0.89	-0.73	0.69	0.06	-0.95	0.24	-0.34	0.11	-0.89	0.32	N	-0.82	N	-0.83	N	N	-0.26	N
Ukraine	-0.66	1.00	-0.19	0.53	-0.47	-0.55	-0.38	0.18	-0.19	-0.07	0.70	0.47	-0.26	-0.07	-0.37	-0.13	-0.01	-0.27	0.47	-0.20
Portugal	-0.89	-0.19	1.00	0.41	-0.07	0.74	0.16	-0.07	0.58	-0.07	0.29	-0.20	0.19	0.59	0.01	0.50	0.26	0.25	0.21	0.35
Switzerland	-0.73	0.53	0.41	1.00	0.16	0.45	-0.02	0.69	0.31	0.30	0.91	0.32	0.34	0.71	-0.16	0.62	0.24	0.48	0.86	0.55
Albania	0.69	-0.47	-0.07	0.16	1.00	0.65	-0.51	0.51	-0.24	0.39	0.07	0.11	-0.17	-0.05	-0.53	0.03	0.30	0.02	0.16	-0.17
Spain	0.06	-0.55	0.74	0.45	0.65	1.00	0.28	0.29	0.87	0.37	0.11	-0.26	0.52	0.88	-0.31	0.93	0.51	0.70	0.14	0.70
Greece	-0.95	-0.38	0.16	-0.02	-0.51	0.28	1.00	-0.10	0.53	0.33	-0.07	-0.48	0.69	0.43	0.87	0.45	0.22	0.60	-0.22	0.66
Austria	0.24	0.18	-0.07	0.69	0.51	0.29	-0.10	1.00	0.17	0.82	0.65	0.25	0.79	0.36	-0.01	0.47	0.68	0.90	0.77	0.84
Norway	-0.34	-0.39	0.58	0.31	-0.24	0.87	0.53	0.17	1.00	0.37	0.24	-0.21	0.84	0.83	0.24	0.89	0.57	0.91	0.26	0.94
UK	0.11	-0.07	-0.07	0.30	0.59	0.37	0.33	0.82	0.37	1.00	0.26	-0.11	0.89	0.54	0.37	0.55	0.70	0.87	0.57	0.79
Finland	-0.89	0.70	0.29	0.91	0.07	0.11	-0.07	0.65	0.24	0.26	1.00	0.40	0.43	0.60	-0.04	0.48	0.29	0.50	0.82	0.59
Poland	0.32	0.47	-0.20	0.32	0.11	-0.26	-0.48	0.25	-0.21	-0.11	0.40	1.00	0.51	-0.10	-0.32	-0.10	0.58	0.52	0.25	0.47
Denmark	N	-0.26	0.19	0.34	-0.17	0.52	0.69	0.79	0.86	0.89	0.47	0.51	1.00	0.63	0.46	0.77	0.64	0.96	0.40	0.94
Italy	-0.82	0.07	0.59	0.71	0.05	0.88	0.43	0.35	0.83	0.34	0.60	-0.10	0.62	1.00	0.04	0.95	0.43	0.78	0.53	0.79
Slovakia	N	-0.37	0.01	-0.16	-0.53	0.31	0.87	-0.01	0.24	0.37	-0.04	-0.32	0.46	0.04	1.00	0.07	0.01	0.30	-0.23	0.37
France	-0.83	-0.13	0.50	0.62	0.03	0.93	0.45	0.47	0.89	0.55	0.48	-0.10	0.77	0.45	0.07	1.00	0.53	0.89	0.50	0.89
Lithuania	N	-0.01	0.26	0.24	0.30	0.51	0.22	0.68	0.57	0.70	0.29	0.58	0.64	0.43	0.01	0.53	1.00	0.64	0.33	0.47
Sweden	N	-0.27	0.25	0.48	0.02	0.70	0.60	0.90	0.91	0.87	0.50	0.52	0.96	0.74	0.30	0.89	0.64	1.00	0.60	0.96
Germany	-0.26	0.47	0.21	0.86	0.16	0.14	-0.22	0.77	0.26	0.57	0.82	0.25	0.40	0.53	-0.23	0.50	0.33	0.60	1.00	0.60
Croatia	N	-0.20	0.35	0.55	-0.17	0.70	0.66	0.84	0.94	0.79	0.59	0.47	0.94	0.79	0.37	0.89	0.57	0.96	0.60	1.00

Додаток 6. Коефіцієнт парної кореляції для першої хвили зі зсувом

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.97	0.80	0.87	0.95	0.82	0.87	0.85	0.85	0.84	0.92	0.95	0.81	0.82	-0.65	0.83	0.98	0.90	0.86	0.97
Ukraine	0.97	1.00	0.72	0.82	0.91	0.77	0.82	0.83	0.80	0.73	0.86	0.89	0.88	0.73	-0.64	0.79	0.96	0.76	0.82	0.95
Portugal	0.80	0.72	1.00	0.87	0.84	0.58	0.85	0.96	0.96	0.96	0.79	0.87	0.97	0.98	-0.67	0.87	0.79	0.93	0.95	0.73
Switzerland	0.87	0.82	0.97	1.00	0.89	0.99	0.90	0.99	0.99	0.97	0.85	0.96	0.96	0.96	-0.48	0.99	0.87	0.90	0.98	0.84
Albania	0.95	0.91	0.84	0.89	1.00	0.80	0.84	0.92	0.87	0.81	0.95	0.91	0.71	0.70	-0.30	0.85	0.94	0.87	0.93	0.94
Spain	0.82	0.77	0.98	0.99	0.80	1.00	0.94	0.97	0.98	0.99	0.78	0.97	0.98	0.98	-0.56	0.99	0.82	0.91	0.96	0.78
Greece	0.87	0.82	0.95	0.90	0.84	0.94	1.00	0.85	0.90	0.96	0.82	0.97	0.98	0.98	-0.55	0.91	0.85	0.91	0.83	0.85
Austria	0.85	0.83	0.96	0.99	0.92	0.97	0.85	1.00	0.97	0.98	0.88	0.96	0.93	0.93	-0.29	0.98	0.87	0.91	1.00	0.85
Norway	0.85	0.80	0.96	0.99	0.87	0.98	0.90	0.97	1.00	0.96	0.83	0.94	0.96	0.95	-0.59	0.99	0.85	0.88	0.97	0.80
UK	0.84	0.73	0.98	0.97	0.81	0.99	0.96	0.96	0.96	1.00	0.81	0.98	0.99	1.00	-0.69	0.98	0.85	0.95	0.95	0.76
Finland	0.92	0.86	0.79	0.85	0.95	0.78	0.62	0.88	0.83	0.81	1.00	0.79	0.76	0.78	-0.37	0.92	0.93	0.84	0.89	0.92
Poland	0.95	0.89	0.97	0.96	0.91	0.97	0.97	0.96	0.94	0.98	0.79	1.00	0.96	0.97	-0.58	0.94	0.95	0.97	0.93	0.94
Denmark	0.81	0.68	0.97	0.96	0.71	0.98	0.98	0.93	0.96	0.99	0.76	0.96	1.00	0.99	-0.74	0.97	0.83	0.92	0.91	0.72
Italy	0.82	0.73	0.98	0.96	0.70	0.98	0.98	0.93	0.95	1.00	0.78	0.97	0.99	1.00	-0.64	0.97	0.86	0.95	0.92	0.76
Slovakia	-0.65	-0.64	-0.67	-0.48	-0.30	-0.56	-0.55	-0.29	-0.59	-0.69	-0.37	-0.58	-0.74	-0.64	1.00	-0.19	-0.91	-0.71	-0.38	-0.42
France	0.83	0.79	0.97	0.99	0.85	0.99	0.91	0.98	0.99	0.96	0.82	0.94	0.97	0.97	0.59	1.00	0.83	0.88	0.98	0.79
Lithuania	0.98	0.96	0.79	0.87	0.94	0.82	0.85	0.87	0.85	0.85	0.93	0.95	0.83	0.86	-0.91	0.83	1.00	0.87	0.86	1.00
Sweden	0.90	0.76	0.93	0.90	0.87	0.91	0.91	0.91	0.88	0.95	0.84	0.97	0.92	0.95	-0.71	0.88	0.87	1.00	0.90	0.76
Germany	0.86	0.82	0.95	0.98	0.93	0.96	0.83	1.00	0.97	0.95	0.89	0.93	0.91	0.92	-0.38	0.98	0.86	0.90	1.00	0.85
Croatia	0.97	0.95	0.73	0.84	0.94	0.78	0.85	0.85	0.80	0.78	0.92	0.94	0.72	0.76	-0.52	0.79	1.00	0.76	0.85	1.00

Додаток 7. Коефіцієнт парної кореляції для другої хвили зі зсувом

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.70	0.71	0.41	0.77	0.73	0.64	0.67	0.41	0.72	0.36	0.86	0.73	0.53	0.86	0.28	0.76	0.67	0.57	0.72
Ukraine	0.70	1.00	0.91	0.66	0.98	0.92	0.98	0.89	0.58	0.96	0.57	0.94	0.92	0.65	0.93	0.37	0.92	0.97	0.96	0.95
Portugal	0.71	0.91	1.00	0.51	0.95	0.91	0.86	0.72	0.63	0.98	0.49	0.95	0.93	0.42	0.82	0.35	0.65	0.81	0.77	0.94
Switzerland	0.41	0.66	0.51	1.00	0.60	0.30	0.50	0.90	0.53	0.56	0.82	0.32	0.61	0.84	0.76	0.78	0.80	0.72	0.87	0.35
Albania	0.77	0.98	0.95	0.60	1.00	0.96	0.97	0.91	0.99	0.95	0.81	0.95	0.97	0.87	0.84	0.90	0.95	0.98	0.92	0.99
Spain	0.73	0.92	0.91	0.30	0.96	1.00	0.82	0.80	0.29	0.88	0.25	0.84	0.78	0.19	0.58	0.09	0.30	0.56	0.56	0.95
Greece	0.64	0.98	0.86	0.50	0.97	0.82	1.00	0.80	0.77	0.93	0.57	0.94	0.93	0.58	0.93	0.35	0.85	0.97	0.81	0.96
Austria	0.67	0.89	0.72	0.90	0.91	0.50	0.80	1.00	0.73	0.76	0.90	0.98	0.84	0.93	0.94	0.84	0.94	0.91	0.96	0.81
Norway	0.41	0.58	0.63	0.53	0.61	0.29	0.77	0.73	1.00	0.63	0.58	0.87	0.73	0.56	0.86	0.50	0.85	0.82	0.80	0.79
UK	0.72	0.96	0.98	0.56	0.99	0.88	0.93	0.76	0.63	1.00	0.50	0.97	0.94	0.43	0.88	0.34	0.70	0.86	0.82	0.98
Finland	0.36	0.57	0.49	0.82	0.61	0.25	0.57	0.90	0.68	0.50	1.00	0.73	0.88	0.89	0.93	0.90	0.86	0.74	0.83	0.59
Poland	0.86	0.94	0.95	0.32	0.95	0.94	0.94	0.98	0.87	0.97	0.73	1.00	0.94	0.93	0.79	0.94	0.98	0.95	0.90	0.96
Denmark	0.73	0.92	0.93	0.61	0.97	0.78	0.93	0.84	0.73	0.94	0.68	0.94	1.00	0.56	0.93	0.46	0.80	0.93	0.86	0.99
Italy	0.53	0.65	0.42	0.84	0.67	0.19	0.58	0.93	0.56	0.43	0.89	0.93	0.56	1.00	0.87	0.94	0.91	0.69	0.81	0.55
Slovakia	0.72	0.93	0.82	0.76	0.94	0.58	0.93	0.94	0.86	0.88	0.93	0.79	0.93	0.87	1.00	0.87	0.93	0.95	0.94	0.88
France	0.28	0.37	0.35	0.78	0.40	0.09	0.35	0.84	0.50	0.34	0.90	0.94	0.46	0.94	0.87	1.00	0.84	0.56	0.68	0.36
Lithuania	0.76	0.92	0.65	0.80	0.95	0.30	0.85	0.94	0.85	0.70	0.86	0.98	0.80	0.91	0.93	0.84	1.00	0.92	0.92	0.90
Sweden	0.67	0.97	0.87	0.73	0.98	0.56	0.97	0.91	0.82	0.86	0.74	0.95	0.93	0.89	0.95	0.86	0.92	0.92	0.88	0.89
Germany	0.87	0.96	0.77	0.87	0.92	0.56	0.91	0.96	0.80	0.82	0.83	0.90	0.86	0.81	0.94	0.88	0.92	0.96	1.00	0.85
Croatia	0.72	0.95	0.94	0.35	0.99	0.55	0.96	0.81	0.79	0.98	0.59	0.96	0.99	0.55	0.89	0.36	0.90	0.97	0.85	1.00

Додаток 8. Коефіцієнт парної кореляції для третьої хвили зі зсувом

	Romania	Ukraine	Port
--	---------	---------	------

Додаток 9. Коефіцієнт парної кореляції для четвертої хвилі зі зсувом

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.99	0.97	0.90	0.98	0.87	0.99	0.86	0.97	0.95	0.83	0.85	0.98	0.99	0.85	0.90	0.94	0.74	0.82	0.87
Ukraine	0.99	1.00	0.99	0.97	0.96	0.96	0.98	0.99	0.97	0.97	0.80	0.89	0.98	0.98	0.61	0.91	0.94	0.79	0.97	0.89
Portugal	0.97	0.99	1.00	0.95	0.97	0.95	0.95	0.91	0.94	0.98	0.78	0.91	0.97	0.95	0.39	0.82	0.81	0.62	0.89	0.76
Switzerland	0.90	0.97	0.95	1.00	0.87	0.98	0.93	0.78	0.84	0.92	0.91	0.90	0.90	0.87	0.26	0.60	0.50	0.74	0.73	0.88
Albania	0.98	0.96	0.97	0.87	1.00	0.86	0.98	0.97	0.99	0.99	0.37	0.87	0.94	0.98	0.70	0.92	0.82	0.71	0.97	0.91
Spain	0.87	0.96	0.95	0.98	0.86	1.00	0.88	0.88	0.78	0.91	0.97	0.91	0.29	0.82	0.08	0.55	0.24	0.69	0.85	0.84
Greece	0.99	0.98	0.95	0.93	0.98	0.88	1.00	0.70	0.97	0.96	0.76	0.76	0.93	0.98	0.52	0.86	0.49	0.71	0.65	0.94
Austria	0.86	0.99	0.91	0.78	0.97	0.88	0.70	1.00	0.75	0.93	0.87	0.79	0.52	0.81	0.29	0.73	0.33	0.31	0.99	0.50
Norway	0.97	0.97	0.94	0.84	0.99	0.78	0.97	0.75	1.00	0.92	0.54	0.73	0.94	0.99	0.56	0.94	0.88	0.66	0.73	0.84
UK	0.95	0.97	0.98	0.92	0.99	0.91	0.96	0.93	0.92	1.00	0.61	0.82	0.96	0.95	0.55	0.83	0.83	0.53	0.90	0.85
Finland	0.83	0.80	0.78	0.91	0.37	0.97	0.76	0.87	0.44	0.61	1.00	0.91	0.48	0.51	-0.01	0.14	-0.08	0.90	0.81	0.79
Poland	0.85	0.89	0.91	0.90	0.87	0.91	0.76	0.79	0.73	0.82	0.91	1.00	0.08	0.70	0.14	0.52	0.17	0.67	0.84	0.70
Denmark	0.98	0.98	0.97	0.90	0.94	0.29	0.93	0.52	0.94	0.96	0.48	0.08	1.00	0.97	0.41	0.78	0.43	0.45	0.51	0.64
Italy	0.99	0.98	0.95	0.87	0.98	0.82	0.98	0.81	0.99	0.95	0.51	0.70	0.97	1.00	0.61	0.93	0.92	0.64	0.75	0.90
Slovakia	0.66	0.61	0.39	0.26	0.70	0.08	0.52	0.29	0.56	0.55	-0.01	0.14	0.41	0.61	1.00	0.60	0.24	0.01	0.40	0.30
France	0.90	0.91	0.82	0.60	0.92	0.55	0.86	0.73	0.94	0.83	0.14	0.52	0.78	0.93	0.90	1.00	0.86	0.48	0.70	0.75
Lithuania	0.94	0.94	0.81	0.50	0.82	0.24	0.49	0.33	0.88	0.83	-0.08	0.17	0.43	0.92	0.24	0.86	1.00	-0.30	0.24	-0.03
Sweden	0.74	0.79	0.62	0.74	0.71	0.59	0.71	0.31	0.66	0.53	0.90	0.67	0.45	0.64	0.01	0.48	-0.30	1.00	0.28	0.82
Germany	0.82	0.97	0.89	0.73	0.97	0.85	0.65	0.99	0.73	0.90	0.81	0.84	0.51	0.75	0.40	0.70	0.24	0.28	1.00	0.41
Croatia	0.87	0.89	0.76	0.88	0.91	0.84	0.94	0.50	0.84	0.85	0.79	0.70	0.64	0.90	0.30	0.75	-0.03	0.82	0.41	1.00

Додаток 10. Коефіцієнт парної кореляції для п'ятої хвилі зі зсувом

	Romania	Ukraine	Portugal	Switzerland	Albania	Spain	Greece	Austria	Norway	UK	Finland	Poland	Denmark	Italy	Slovakia	France	Lithuania	Sweden	Germany	Croatia
Romania	1.00	0.99	0.29	0.62	0.83	0.70	0.29	0.63	0.19	0.66	0.89	-0.24	0.75	0.43	0.62	0.40	0.32	0.59	0.67	0.71
Ukraine	0.99	1.00	0.32	0.66	0.85	0.55	0.19	0.21	0.29	0.60	0.79	-0.33	0.67	0.39	0.52	0.29	0.23	0.51	0.49	0.67
Portugal	0.29	0.32	1.00	0.08	0.43	0.58	0.38	-0.08	0.71	0.55	0.20	0.33	0.61	0.60	0.36	0.99	0.33	0.73	0.29	0.57
Switzerland	0.62	0.66	0.08	1.00	0.58	0.61	0.34	0.28	0.07	0.09	0.89	0.24	0.35	0.06	0.56	0.20	0.67	0.34	0.78	0.13
Albania	0.83	0.85	0.43	0.58	1.00	0.51	0.64	0.37	0.64	0.42	0.56	0.07	0.92	0.68	0.79	0.64	0.51	0.82	0.67	0.93
Spain	0.70	0.55	0.58	0.61	0.81	1.00	0.83	0.46	0.82	0.39	0.62	0.51	0.98	0.93	0.94	0.94	0.60	0.98	0.55	0.96
Greece	0.29	0.19	0.38	0.34	0.64	0.83	1.00	0.35	0.80	0.59	0.14	0.47	0.86	0.89	0.87	0.85	0.56	0.87	0.56	0.87
Austria	0.63	0.21	-0.08	0.28	0.37	0.46	0.35	1.00	-0.10	0.75	0.60	0.15	0.70	0.22	0.69	0.29	0.31	0.51	0.57	0.69
Norway	0.19	0.29	0.71	0.07	0.64	0.82	0.80	-0.10	1.00	0.51	-0.05	0.49	0.78	0.92	0.72	0.60	0.57	0.87	0.37	0.77
UK	0.66	0.60	0.53	0.09	0.42	0.39	0.59	0.75	0.51	1.00	0.34	-0.17	0.95	0.74	0.78	0.74	0.56	0.86	0.47	0.89
Finland	0.89	0.79	0.20	0.89	0.66	0.62	0.14	0.60	-0.05	0.34	1.00	0.05	0.55	0.15	0.43	0.18	0.29	0.41	0.82	0.43
Poland	-0.24	-0.33	0.33	0.24	0.07	0.51	0.47	0.15	0.49	-0.17	0.05	1.00	0.19	0.47	0.03	0.30	0.23	0.38	0.09	0.24
Denmark	0.75	0.67	0.61	0.35	0.92	0.98	0.86	0.70	0.78	0.95	0.55	0.19	1.00	0.89	0.94	0.91	0.60	0.96	0.85	0.96
Italy	0.43	0.39	0.60	0.06	0.68	0.93	0.80	0.22	0.92	0.74	0.15	0.47	0.89	1.00	0.83	0.93	0.53	0.94	0.24	0.93
Slovakia	0.62	0.52	0.36	0.56	0.79	0.94	0.87	0.69	0.72	0.78	0.43	0.03	0.94	0.83	1.00	0.86	0.59	0.86	0.87	0.90
France	0.40	0.29	0.69	0.20	0.64	0.85	0.29	0.90	0.74	0.18	0.40	0.50	0.91	0.91	0.86	1.00	0.60	0.96	0.43	0.89
Lithuania	0.32	0.23	0.33	0.67	0.51	0.60	0.56	0.31	0.57	0.56	0.29	0.23	0.60	0.53	0.59	0.60	1.00	0.64	0.69	0.45
Sweden	0.59	0.51	0.73	0.34	0.82	0.98	0.87	0.51	0.87	0.88	0.41	0.38	0.96	0.94	0.86	0.96	0.64	1.00	0.78	0.91
Germany	0.67	0.49	0.29	0.78	0.67	0.55	0.46	0.57	0.37	0.47	0.82	0.09	0.85	0.24	0.87	0.43	0.69	0.78	1.00	0.62
Croatia	0.71	0.67	0.57	0.13	0.93	0.96	0.87	0.69	0.77	0.89	0.43	0.24	0.96	0.93	0.90	0.89	0.41	0.91	0.62	1.00