
ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 004.89

Д.І. УГРИН, Ю.О. УШЕНКО, О.М. ЯЦЬКО, А.Я. ДОВГУНЬ, Ю.Г. ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ЗМІН ТА ЇХ ВПЛИВ НА МАРКЕТИНГОВІ СТРАТЕГІЇ В ІТ-ІНДУСТРІЇ

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна

Анотація. Стаття присвячена розробці інтелектуальної системи для прогнозування демографічних змін, що є важливим завданням у сучасному світі. Традиційний аналіз демографічних даних стикається з труднощами, такими як обмежений доступ до актуальної інформації та значний обсяг неструктурованих даних. Система автоматизує обробку демографічних показників (народжуваність, смертність, міграція) та їх структуризацію для подальшого аналізу й прогнозування. Автори реалізували моделі ARIMA та Exponential Smoothing, які дозволяють прогнозувати чисельність населення на основі трендів і сезонності. Тестування моделей для України, Бразилії та інших країн показало, що точність прогнозів залежить від соціально-економічних особливостей кожної держави. ARIMA виявила високу точність у прогнозуванні для стабільних регіонів, тоді як Exponential Smoothing адаптується до змін у трендах. Ця система надає аналітикам і урядам важливий інструмент для ухвалення обґрунтованих стратегічних рішень у сфері демографічної політики, дозволяючи враховувати складні взаємозв'язки та динамічні тенденції.

Ключові слова: інтелектуальна система, машинне навчання, нейронна мережа, ІТ-галузь, прогнозування демографічних змін, маркетингові стратегії

Abstract. The article is devoted to the development of an intelligent system for forecasting demographic changes, which is an important task in the modern world. Traditional analysis of demographic data faces difficulties such as limited access to up-to-date information and a significant amount of unstructured data. The system automates the processing of demographic indicators (fertility, mortality, migration) and their structuring for further analysis and forecasting. The authors have implemented ARIMA and Exponential Smoothing models that allow forecasting population size based on trends and seasonality. Testing of the models for Ukraine, Brazil, and other countries showed that the accuracy of the forecasts depends on the socioeconomic characteristics of each country. ARIMA has proven to be highly accurate in forecasting for stable regions, while Exponential Smoothing adapts to changes in trends. This system provides analysts and governments with an important tool for making informed strategic decisions in the field of population policy, allowing them to take into account complex interrelationships and dynamic trends.

Keywords: intelligent system, machine learning, neural network, IT industry, forecasting demographic changes, marketing strategies

DOI: 10.31649/1681-7893-2024-48-2-13-23

ВСТУП

У сучасному світі точне прогнозування чисельності населення стає дедалі важливішим через його вплив на соціальні, економічні та політичні аспекти. Зміни в демографії, викликані різноманітними факторами, вимагають ефективних і зручних інструментів для їх аналізу та прогнозування. Це дослідження спрямоване на розробку комплексної інтелектуальної системи для прогнозування населення, яка об'єднує різні методи, щоб досягти глибшого розуміння цієї складної тематики [1,2,3].

Актуальність роботи полягає у вирішенні проблем, пов'язаних із демографічними змінами, шляхом обґрунтованих рішень, заснованих на прогнозних даних. Прогнозування демографічних тенденцій дозволяє суспільству підготуватися до соціальних, культурних та економічних викликів та успішно ними керувати [4,5,6].

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Основна мета дослідження – створення ефективного інструменту, здатного точно прогнозувати демографічні зміни, що сприятиме ухваленню зважених рішень у різних сферах [7,8,9].

Об'єктом дослідження є демографічні зміни та тенденції розвитку населення, зокрема динаміка чисельності та фактори, що впливають на неї на глобальному рівні. Предмет дослідження – інформаційна система для прогнозування населення. Проект передбачає застосування методів аналізу даних, моделей прогнозування та візуалізації для точного прогнозування демографічних змін, виявлення тенденцій та комплексного розуміння факторів, які їх зумовлюють [10,11,12].

Проект сприяє ефективному плануванню та розподілу ресурсів у відповідь на демографічні зміни. Система підтримує соціально-економічний розвиток, підвищує обізнаність суспільства та сприяє проведенню обґрунтованих дискусій у сфері демографії. Використовуючи інтелектуальні моделі аналізу та прогнозування, система надає цінну інформацію для прийняття рішень і глибшого розуміння демографічної динаміки.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ

Інтелектуальний аналіз демографії є сучасною міждисциплінарною галуззю, яка об'єднує знання з демографії, статистики, соціології та машинного навчання. Її основна мета полягає у всебічному дослідженні змін та структури населення, а також в ідентифікації та оцінці демографічних трендів.

Сучасні методи обробки великих обсягів даних, отриманих із різних джерел, таких як переписи, опитування, реєстраційні записи тощо, дозволяють інтегрувати інформацію для отримання детальної картини про склад населення та його динаміку [13,14,15].

Основні завдання інтелектуального аналізу популяції включають:

1. Аналіз демографічних трендів: дослідження дозволяє виявити та зрозуміти поточні та майбутні процеси, як-от зростання чи зменшення чисельності, вікові зміни, етнічну структуру та географічний розподіл [16,17,18].
2. Прогнозування змін: застосування прогнозних методів допомагає оцінити напрямки розвитку населення, що є важливим для стратегічного планування та прийняття соціально-економічних рішень [20,21].
3. Виявлення ключових факторів: інтелектуальний аналіз допомагає визначати та оцінювати вплив економічних, соціальних і політичних факторів на демографічні процеси.
4. Ця галузь відіграє важливу роль у прогнозуванні соціально-демографічних змін, що впливають на управління в сучасному суспільстві та формування державної політики.
5. Основні поняття інтелектуального аналізу демографічних процесів охоплюють широкий набір термінів і методів з різних наукових сфер. Ось деякі з них:
6. Демографічні тренди: зміни в чисельності й структурі населення, зокрема показники приросту населення, вікова структура, територіальний розподіл та етнічний склад.
7. Прогнозування населення: моделі та методики, які використовують історичні дані й актуальні тренди для прогнозування майбутніх демографічних змін.
8. Соціально-економічні фактори: чинники, що впливають на населення, зокрема економічна стабільність, рівень добробуту, зайнятість, рівень освіти та доступ до медицини.
9. Методи обробки даних: техніки для аналізу великих масивів даних із переписів, опитувань та інших джерел, які використовують статистичні та машинні методи.
10. Міжнародні взаємозв'язки: вплив зв'язків між країною походження та приймаючою країною на демографічні процеси через соціальні й економічні канали.
11. Управління демографічними процесами: політичні, правові й соціальні стратегії для регулювання демографічних змін [22].

Ці поняття дозволяють краще зрозуміти основні аспекти дослідження та аналізу популяційних тенденцій у сучасному світі.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ЗМІН НАСЕЛЕННЯ

Розробка програмного забезпечення для прогнозування демографічних змін є надзвичайно актуальною у сучасному світі. Традиційні підходи до аналізу демографічних даних часто стикаються з такими труднощами, як ручна обробка та обмежений доступ до актуальної інформації, що ускладнює

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

виявлення демографічних трендів. Демографія є багатогранною сферою, яка враховує економічні, соціальні, політичні та екологічні аспекти. Вивчення цих аспектів важливе для органів влади та політиків, щоб розробляти ефективні стратегії та раціонально розподіляти ресурси.

Завдяки сучасним технологіям і розширеному доступу до даних, можливо збирати значні обсяги інформації про демографічні процеси. Однак, ці дані часто є неструктурованими та розсіяними між різними джерелами. Інтелектуальна система прогнозування покликана автоматизувати обробку таких даних, надаючи аналітикам потужний інструмент для отримання важливої інформації, що сприятиме ухваленню обґрунтованих стратегічних рішень.

Отже, інтелектуальний аналіз демографії стає ключовим інструментом сучасних досліджень, забезпечуючи глибоке розуміння демографічних процесів.

Для досягнення мети статті необхідно виконати наступні завдання:

1. Збір даних: акумулювати демографічні дані з різноманітних джерел, таких як статистичні показники, економічні індикатори та соціальні фактори, що мають вплив на динаміку населення.
2. Підготовка даних: структурувати зібрані дані у формат, придатний для подальшого аналізу, і застосувати методи інтелектуального аналізу для отримання ключових висновків.
3. Моделювання та прогнозування: імпортувати та налаштувати моделі ARIMA та Exponential Smoothing для прогнозування змін чисельності населення на основі підготовлених даних, що дозволить отримати обґрунтовані прогнози на основі історичних і поточних демографічних тенденцій.

Для аналізу і прогнозування чисельності населення застосовують різноманітні статистичні моделі та показники. Вивчення популяційних процесів базується на системі індикаторів, які розкривають різні аспекти цього явища. Ключовими джерелами інформації є офіційні статистичні дані та результати переписів населення. Також проводяться вибіркові дослідження для визначення причин та масштабів міграційних процесів.

Основні показники для аналізу населення включають:

1. Загальний коефіцієнт народжуваності (CBR)

$$CBR = \frac{B}{P} \times 1000$$

де B – кількість народжених за рік, а P – середня чисельність населення за цей рік.

2. Загальний коефіцієнт смертності (CDR)

$$CDR = \frac{D}{P} \times 1000$$

де D – кількість померлих за рік, а P – середня чисельність населення за цей рік.

3. Природний приріст населення (RNI)

$$RNI = CBR - CDR$$

4. Загальний коефіцієнт міграційного приросту (NMR)

$$NMR = \frac{I - E}{P} \times 1000$$

де I – кількість іммігрантів за рік, E – кількість емігрантів за рік; P – середня чисельність населення за рік.

5. Загальний коефіцієнт демографічного приросту (AGR)

$$AGR = RNI + NMR$$

6. Коефіцієнт літнього населення:

$$I_{ELD} = \frac{ELD}{P_{ELD}} \times 1000$$

де ELD – кількість осіб похилого віку (65 років і старше), P_{ELD} – середня чисельність осіб похилого віку (65 років і старше).

Обчислення та аналіз цих показників дозволяють оцінити рівень мобільності населення, порівняти мобільність у різних регіонах, незалежно від їхнього рангу та розміру, а також виявити динаміку зміни популяції, незважаючи на коливання чисельності. Це також дає змогу прогнозувати можливі зміни в цих тенденціях у майбутньому. Проте значення цих показників можуть варіюватися під впливом різних чинників, тому для точнішого аналізу слід використовувати додаткові дані.

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ЗМІН ТА ЇХ ВПЛИВ НА МАРКЕТИНГОВІ СТРАТЕГІЇ В ІТ-ІНДУСТРІЇ

Для отримання достовірних даних про населення була використана платформа Kaggle, що пропонує різноманітні набори даних та дослідження, які охоплюють демографічні, економічні та інші чинники, важливі для аналізу популяції.

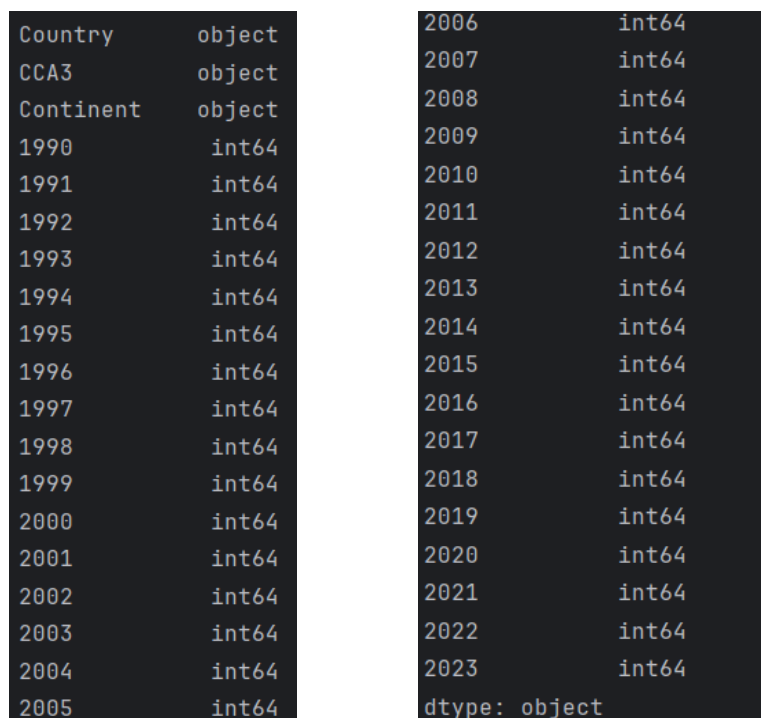
Система надасть засоби для автоматичної обробки даних, що включатиме автоматичне завантаження та оновлення попередньо зібраної інформації з різних надійних джерел, таких як міжнародні організації, урядові бази даних та дослідницькі установи.

Крім того, вона забезпечить форми для редагування та введення даних, включаючи критерії пошуку та параметри моделі, що дозволять користувачам створювати власні моделі прогнозування.

Також система надасть алгоритми та моделі для прогнозування популяції на основі наявних даних і забезпечить зрозуміле подання інформації у вигляді діаграм і графіків для легшого сприйняття тенденцій.

Вона забезпечить можливість пошуку і фільтрації даних про популяцію на основі різних критеріїв, таких як період часу, географічний регіон чи демографічні фактори.

Опишемо метод та реалізацію проведення дослідження. Першим етапом у процесі розробки програмного забезпечення стало збирання та підготовка даних з офіційних джерел щодо популяції населення в усіх країнах світу (рис.1).



```
Country      object
ССА3         object
Continent    object
1990         int64
1991         int64
1992         int64
1993         int64
1994         int64
1995         int64
1996         int64
1997         int64
1998         int64
1999         int64
2000         int64
2001         int64
2002         int64
2003         int64
2004         int64
2005         int64
2006         int64
2007         int64
2008         int64
2009         int64
2010         int64
2011         int64
2012         int64
2013         int64
2014         int64
2015         int64
2016         int64
2017         int64
2018         int64
2019         int64
2020         int64
2021         int64
2022         int64
2023         int64
dtype: object
```

Рисунок 1 – Структура даних населення

Набір даних містить відомості про чисельність населення, включаючи показники народжуваності та смертності для всіх країн світу. Дані були зібрані з різноманітних надійних джерел, таких як національні статистичні агентства та інші офіційні ресурси. Ретельний процес збору даних забезпечив достовірність та актуальність інформації.

Після збору даних було проведено попередню обробку, що включала інтеграцію та очищення, для підготовки їх до аналізу та прогнозування змін популяції.

Другий етап призначений для обробки даних, що проходить через кілька кроків:

1. На початковому кроці дані були перевірені на наявність нульових значень. Для заповнення пропусків використовувалися оцінкові значення або записи з неповними даними видалялися.

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2. Аномальні значення, які суттєво відрізнялися від загальної тенденції, могли негативно впливати на точність моделей. Для їх виявлення застосовувалися різні методи, зокрема інтерквартильний діапазон (IQR). Аномальні дані підлягали видаленню або трансформації з метою зменшення їхнього впливу.

3. Набір даних був проаналізований для виявлення ключових характеристик, що можуть сприяти точному прогнозуванню змін популяції. Для цього використовувалися методи створення нових ознак або перетворення існуючих для виявлення суттєвих закономірностей.

4. Для покращення симетрії розподілу даних застосовувалися методи корекції, такі як логарифмічне або степеневе перетворення.

5. У випадку незбалансованих наборів даних, де один клас суттєво переважає, можуть виникнути проблеми з об'єктивністю прогнозів. Для балансування розподілу застосовувалися методи, такі як надмірна або недостатня вибірка класу меншості й більшості (SMOTE).

6. Категоріальні змінні були перетворені в числові значення або видалені з набору даних для адаптації до моделей прогнозування.

7. Для забезпечення однорідної шкали всіх характеристик була використана нормалізація, що є важливим для деяких моделей.

Ці етапи попередньої обробки даних про популяцію населення дозволили підготувати їх для подальшого аналізу та прогнозування. Видалення пропущених значень, обробка аномалій, створення релевантних ознак і балансування даних сприяли підвищенню точності та надійності моделей прогнозування змін популяції.

Для прогнозування змін в популяції України та в міжнародному контексті було вивчено різні сучасні методи машинного навчання. Було впроваджено та протестовано дві моделі прогнозування: ARIMA та Exponential Smoothing, щоб оцінити їхню прогностичну ефективність.

ARIMA (Автогресивна інтегрована модель ковзного середнього), зображена на рисунку 2, була обрана через її здатність працювати з часовими рядами та надавати точні прогнози для даних із сезонними та трендовими компонентами. Ця модель здатна виявляти складні взаємозв'язки в часових рядах, що забезпечує високу точність прогнозування демографічних змін. Після детального експериментування та налаштування параметрів моделі, ARIMA продемонструвала відмінні результати у прогнозуванні.



Рисунок 2 – Тлумачення абрєвіатури ARIMA

Для навчання моделі ARIMA використовуються такі параметри:

- p — порядок компоненти авторегресії,
- d — порядок різниць для досягнення стаціонарності,
- q — порядок ковзного середнього.

Однак одним із основних недоліків цієї моделі є те, що вона не може враховувати раптові зміни в популяції, такі як війни або значна смертність внаслідок пандемії, що може призводити до великої похибки в прогнозах.

В таблиці 1 показано точність моделі ARIMA для прогнозування популяції в різних країнах, використовуючи три основні показники: середня абсолютна помилка (MAE), середня квадратична помилка (MSE) та середній абсолютний відсоток помилки (MAPE). Ці метрики дозволяють оцінити, наскільки точно модель ARIMA може прогнозувати демографічні зміни в кожній країні.

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Таблиця 1

Точність моделі ARIMA для різних країн

Країна	MAE	MSE	MAPE
Україна	1478552.5	4372234990512.5	3.724
Бразилія	2217896	4919062666816	1.027
Хорватія	35372.5	1259476506.5	0.880
Боснія і Герцеговина	11339.5	257168520.5	0.351
Норвегія	20020.5	801640840.5	0.368

Аналіз в таблиці проведено на основі показників:

1. Середня абсолютна помилка (MAE). Цей показник вказує на середнє відхилення прогнозів моделі від фактичних даних. Чим нижче значення MAE, тим точнішими є прогнози.

2. Середня квадратична помилка (MSE). MSE враховує не лише величину помилок, але й їх квадрат, що робить цей показник чутливішим до великих помилок. Знову ж, менше значення свідчить про кращу точність моделі.

3. Середній абсолютний відсоток помилки (MAPE). MAPE вимірює точність прогнозів у відсотках і дає змогу зрозуміти, наскільки великі помилки в контексті розміру прогнозованого значення.

Аналіз результатів:

1. Україна. Найвища MAE (1478552.5) та MSE (4372234990512.5) серед усіх країн, а також MAPE на рівні 3.724, що свідчить про значні труднощі в прогнозуванні демографічних змін. Це може бути пов'язано з політичними та економічними факторами, які впливають на населення.

2. Бразилія. Має вищі показники MAE (2217896) та MSE (4919062666816), але значно нижче значення MAPE (1.027). Це може вказувати на те, що хоча абсолютні помилки в прогнозах Бразилії великі, вони є пропорційно меншими в порівнянні з її загальною популяцією.

3. Хорватія. Показує найнижчі значення MAE (35372.5), MSE (1259476506.5) і MAPE (0.880), що свідчить про високу точність моделі в прогнозуванні популяції.

4. Боснія і Герцеговина. Має дуже низькі показники, з MAE на рівні 11339.5, MSE 257168520.5 і MAPE 0.351, що вказує на дуже точні прогнози для цієї країни.

5. Норвегія. Має MAE 20020.5, MSE 801640840.5 та MAPE 0.368. Це також свідчить про високий рівень точності прогнозів.

Таким чином дані таблиці вказують на те, що точність моделі ARIMA варіюється в залежності від країни, причому найвищу точність спостерігають у Хорватії та Боснії і Герцеговині, в той час як Україна та Бразилія стикаються з великими труднощами в прогнозуванні. Ці результати можуть бути корисними для подальших досліджень у галузі демографії, оскільки вони підкреслюють важливість адаптації моделей до конкретних соціально-економічних контекстів.

Такого роду дослідження може охоплювати використання прогнозування населення для створення таргетованих маркетингових стратегій. Наприклад, аналіз змін у структурі населення (зростання певних вікових або соціальних груп), що, до прикладу, допоможе IT-компаніям адаптувати свої пропозиції та маркетингові повідомлення під нові демографічні потреби.

Метод експоненціального згладжування (Exponential Smoothing) також був протестований для оцінки його ефективності в прогнозуванні даних. Цей підхід дозволяє враховувати як попередні спостереження, так і їхню зменшену вагу, яка знижується експоненціально з часом. Завдяки цій властивості експоненціальне згладжування може швидко адаптуватися до змін у трендах і сезонних компонентах.

Формула для прогнозування в моделі експоненціального згладжування виглядає так:

$$F = aA + (1 - a)B$$

де F — прогноз, a — константа згладжування, яка має значення в межах від 0.1 до 1.0, A — фактичні дані, B — спрогнозовані дані з попереднього періоду.

Таблиця 2 представляє результати точності моделі експоненціального згладжування для різних країн, зокрема України, Бразилії, Хорватії, Боснії і Герцеговини та Норвегії.

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Таблиця 2

Точність моделі Exponential Smoothing для різних країн

Країна	MAE	MSE	MAPE
Україна	1478552.5	4372234990512.5	3.724
Бразилія	2217896	4919062666816	1.027
Хорватія	35372.5	1259476506.5	0.880
Боснія і Герцеговина	45580.5	2077584430.5	1.415
Норвегія	79781	6365013890	1.463

Аналіз точності моделі Exponential Smoothing для різних країн дозволив зробити такі висновки:

1. Україна має найвищі значення MAE (1,478,552.5) та MSE (4,372,234,990,512.5), що вказує на значні помилки в прогнозах. Значення MAPE (3.724) також є високим, що свідчить про те, що модель не зовсім точно відображає демографічні зміни в Україні.

2. Бразилія демонструє ще вищі показники MAE (2,217,896) та MSE (4,919,062,668,816), хоча MAPE (1.027) набагато нижче, ніж у України, що свідчить про більшу відносну точність прогнозу.

3. Хорватія відзначається найкращими результатами серед представлених країн: MAE становить 35,372.5, MSE – 1,259,476,506.5, а MAPE – 0.880, що вказує на дуже точні прогнози.

4. Боснія і Герцеговина має помірні показники MAE (45,580.5) і MSE (2,077,584,430.5), а MAPE (1.415) вказує на непогану точність, але все ж не таку високу, як у Хорватії.

5. Норвегія показує MAE (79,781) та MSE (6,365,013,890), з MAPE (1.463), що вказує на більшу варіативність у прогнозах в порівнянні з Хорватією, але все ж на нижчому рівні, ніж в Україні та Бразилії.

Такі дані свідчать про те, що модель експоненціального згладжування має різну ефективність для різних країн, з Хорватією, яка демонструє найвищу точність прогнозів, тоді як Україна і Бразилія відзначаються значними помилками. Це може вказувати на те, що для країн із складними демографічними умовами або нестабільними економіками моделі прогнозування можуть бути менш точними. Подальше дослідження може включати адаптацію моделей для покращення їхньої точності в цих контекстах.

Загалом, модель ARIMA продемонструвала кращу прогностичну здатність у порівнянні з експоненціальним згладжуванням для більшості країн. ARIMA показала нижчі показники MAPE, що свідчить про вищу точність прогнозів. У свою чергу, експоненціальне згладжування показала трохи гірші результати, особливо для Боснії і Герцеговини та Норвегії. Таким чином, модель ARIMA можна вважати більш надійною та точною для прогнозування змін популяції на основі проаналізованих даних. Однак друга модель демонструє кращу точність у країнах із різкими змінами внаслідок демографічних факторів, що вказує на її надійність у певних контекстах.

3. ДЕМОНСТРАЦІЯ РОБОТИ СИСТЕМИ

Для забезпечення зручності використання системи прогнозування населення, інтерактивна мапа світу була інтегрована для користувачів з різних аудиторій. Ця мапа дозволяє масштабувати зображення для кращої візуалізації країн з меншою територією, а також надає підказки при наведенні курсору на певну країну.

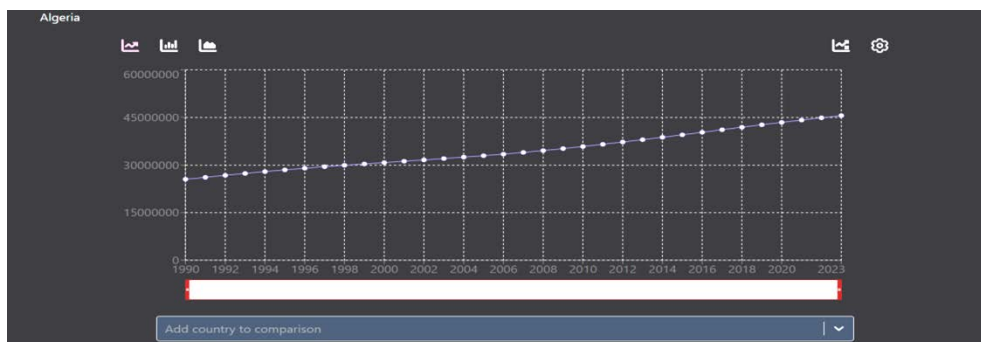


Рисунок 3 – Інтерфейс для перегляду детальної інформації про країну

Користувач має можливість отримати детальну інформацію про конкретну країну, обравши її на

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

карті або скориставшись функцією пошуку. Після вибору країни відображається спеціалізована сторінка з усією необхідною інформацією (рис. 3).

На цій сторінці користувач має можливість візуалізувати дані про населення через інтерактивні графіки. У верхньому правому куті розташовані дві кнопки, які дозволяють користувачу отримати прогнози популяції (рис. 4) та налаштувати параметри моделі для створення власного прогнозу (рис. 4).

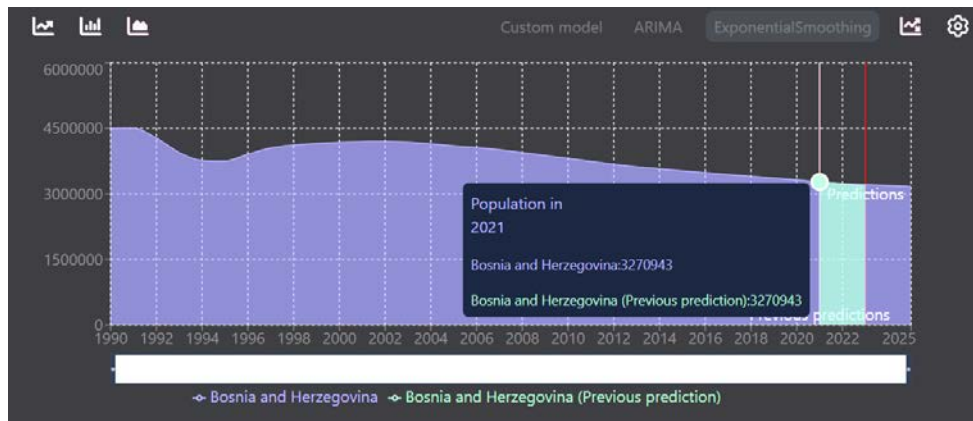


Рисунок 4 – Відображення прогнозів популяції

Користувач має можливість перемикатися між прогнозами різних моделей: ARIMA, Exponential Smoothing, а також моделлю з заданими власними параметрами.

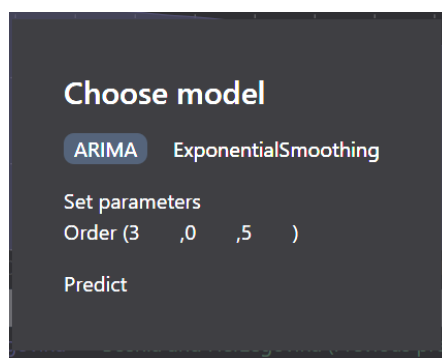


Рисунок 5 – Налаштування параметрів для моделі

У разі необхідності детального перегляду обраного проміжку, користувач може скористатися слайдером (рис. 6), розташованим під графіком, який відображає роки, зазначені на слайдері.

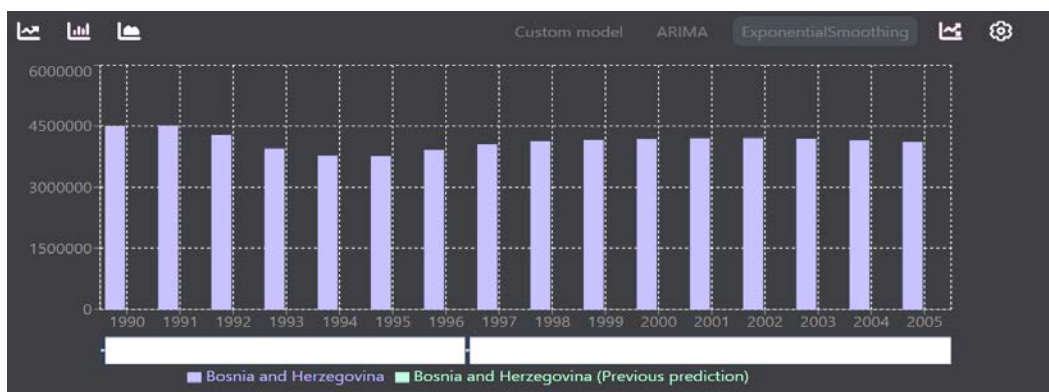


Рисунок 6 – Зміна відображення інтервалу на графіку

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На рисунку 7 представлено порівняння населення різних країн. Для отримання інформації про конкретний рік необхідно навести курсор на відповідний рік, після чого з'явиться підказка з відомостями про всі обрані країни.

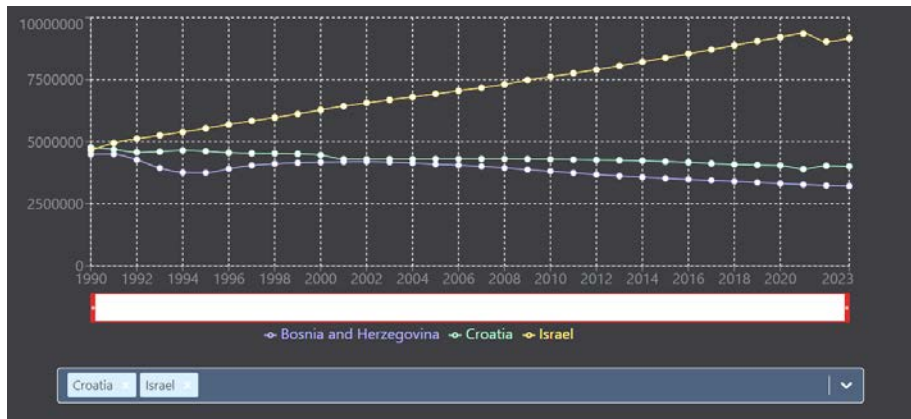


Рисунок 7 – Зіставлення чисельності населення

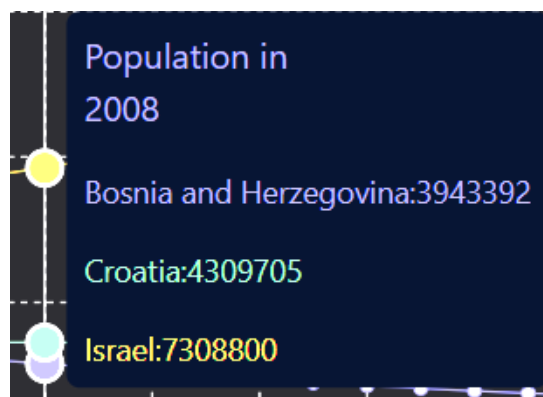


Рисунок 8 – Сповіщення з даними про всі обрані країни

Система забезпечує можливість перегляду та аналізу даних щодо змін населення в різних країнах. Для досліджень по країнам можна вивчати візуалізації даних, включаючи графіки та діаграми, які створені за допомогою бібліотеки Recharts, що спрощує інтерпретацію складних статистичних інформацій.

ВИСНОВКИ

Інтелектуальний аналіз прогнозування демографічних змін та їх вплив на маркетингові стратегії в ІТ-індустрії є важливою міждисциплінарною галуззю, що об'єднує знання з демографії, статистики, соціології та машинного навчання, сприяючи глибшому розумінню змін у складі та динаміці населення. Сучасні методи обробки великих обсягів даних дозволяють інтегрувати інформацію з різних джерел, що робить можливим ефективний аналіз демографічних трендів, прогнозування змін та виявлення ключових факторів, що впливають на демографічні процеси.

В дослідженні опрацьовані і вирішені основні завдання інтелектуального аналізу популяції, такі як дослідження демографічних трендів, прогнозування зміни чисельності та оцінка впливу соціально-економічних факторів, забезпечують інформаційну базу для прийняття обґрунтованих рішень у сфері державної політики та управління ресурсами. Використання сучасних технологій та автоматизація обробки даних дозволяють аналітикам отримувати точні прогнози, що є критично важливим для стратегічного планування.

Бібліотека Recharts була використана для візуалізації складних даних у формі зрозумілих графіків

ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

і діаграм, що підвищило доступність аналізу результатів прогнозування для кінцевих користувачів.

Для прогнозування були обрані моделі ARIMA та Exponential Smoothing, оскільки вони ефективно враховують тренди, сезонність і згладженість даних. Це забезпечило отримання надійних і точних прогнозів, які використовувалися для аналізу динаміки населення.

Загалом, розроблений проект є потужним інструментом для аналізу даних та прийняття політичних рішень щодо приросту населення. Він забезпечує швидкий доступ до даних, їх візуалізацію та точні прогнози на майбутнє. Застосування сучасних технологій дало змогу створити систему, що відповідає актуальним вимогам у галузі обробки даних та їх аналізу.

Розробка програмного забезпечення для прогнозування демографічних змін виступає в якості ключового інструменту для ефективного аналізу і управління демографічними процесами в умовах, коли традиційні підходи стикаються з обмеженнями. Таким чином, інтелектуальний аналіз демографії не тільки поглиблює знання про соціально-демографічні зміни, але й забезпечує практичні рішення для викликів, що постають перед сучасними суспільствами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Shahrizal, K., et al. (2022). Comparison of ARIMA and Exponential Smoothing in Population Forecasting. *Journal of Data Science*, 25(3), p. 15.
2. Bahuguna, A., et al. (2023). Time Series Forecasting of Population Data using ARIMA and Exponential Smoothing Models. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 11(5), p.8.
3. Kim, M., & Lee, J. (2023). Demographic Prediction Using Hybrid Time Series Models." *IEEE Access*, 31(6), p. 10.
4. Gupta, R. & Singh, V. (2021). Forecasting Demographic Changes with ARIMA and Holt-Winters Methods. *Demographic Research Journal*, 44(5), p. 12.
5. Wu, Z., et al. (2022). Accuracy of Forecasting Models in Population Dynamics: A Cross-Country Comparison. *Journal of Population Studies*, 16(1), p. 18.
6. Nguyen, T. & Pham, L. (2020). Using Time Series Analysis for Predicting Population Growth. *Asian Journal of Statistics*, 9(4), p. 6.
7. Santos, E., et al. (2022). Comparative Analysis of ARIMA and Exponential Smoothing for Demographic Forecasting in Emerging Economies. *Global Demographics Review*, 33(2), p. 20.
8. Kumar, S. & Patel, J. (2021). Time Series Methods in Population Forecasting: A Review. *Journal of Statistics and Applications*, 7(3), p. 7.
9. Rodriguez, C., & Hernandez, S. (2023). Population Prediction Models: A Case Study Using ARIMA and ETS Models. *International Journal of Population Studies*, 14(2), p. 9.
10. Hossain, M., et al. (2023). An Adaptive System for Predicting Migration Trends using ARIMA and Seasonal Exponential Smoothing. *Population and Migration Studies*, 20(3), p. 10.
11. Tran, L. & Nguyen, C. (2021). Forecasting Birth and Mortality Rates Using Advanced Time Series Techniques. *Journal of Demographic Studies*, 5(2), p. 8.
12. Smith, K., & Larson, R. (2022). Forecasting Economic Impacts on Demographics with Hybrid Models. *Demography and Economics*, 12(5), p. 11.
13. Huang, J., & Li, X. (2023). Improving Population Forecast Accuracy in Developing Nations Using ARIMA. *Population Studies and Statistics*, 19(4), p. 14.
14. Gomez, M., et al. (2022). Analysis of Seasonal Patterns in Population Dynamics Using ARIMA and ETS Models. *Journal of Seasonal Forecasting*, 11(6), p. 9.
15. Hamada, K., et al. (2020). Comparative Study on the Effectiveness of Time Series Models for Demographic Changes. *International Journal of Forecasting*, 36(2), p. 12.
16. Vander Plas, J. (2016). *The Data Science Guide with Python: Essential Tools for Working with Data*. O'Reilly Media, 578 p.
17. Stepanov A., Kornaga Y., Krylov E., Anikin V.. (2021). Peculiarities of indexing in databases and choosing the optimal implementation. *Adaptive automatic control systems*, 2(37), p. 110–117.
18. Lathkar M. (2023). *High-Performance Web Apps with FastAPI*. California: Apress Berkeley, 2023, 309 p.
19. Romanyuk O., Pavlov S. (2017). Fast ray casting of function-based surfaces, *Przegląd elektrotechny*, 5, p. 83-86.
20. Advancements in CNN Architectures for Computer Vision: A Comprehensive Review. (2023). This paper explores recent developments in CNN architectures and their applications in image classification, object detection, and segmentation. *IEEE*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9654151>.

**ПРИНЦИПОВІ КОНЦЕПЦІЇ ТА СТРУКТУРУВАННЯ РІЗНИХ РІВНІВ
ОСВІТИ З ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

21. A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects. (2022). - A thorough analysis of CNN advancements, covering foundational concepts and current innovations in architecture, along with applications in healthcare, security, and autonomous vehicles. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9451544>.
22. Uhryn D., etc. (2024). Risk management and marketing in the IT industry for the analysis of the exchange rate and forecasting of commodity money, Opt-el. Inf.-Energy Tech., Vol. 47, issue 1, p. 17–27.

Надійшла до редакції 20.06.24 р.

УГРИН ДМИТРО ІЛЛІЧ – доктор технічних наук, професор, доцент кафедри комп’ютерних наук, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна,
e-mail: d.ugryn@chnu.edu.ua

УШЕНКО ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач комп’ютерних наук, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна,
e-mail: y.ushenko@chnu.edu.ua

ЯЦЬКО ОКСАНА МИРОСЛАВІВНА – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри комп’ютерних наук, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна,
e-mail: o.yacko@chnu.edu.ua

ДОВГУНЬ АНДРІЙ ЯРОСЛАВОВИЧ – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп’ютерних наук, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна,
e-mail: a.dovgun@chnu.edu.ua

ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ ЮРІЙ ГЕОРГІЙОВИЧ – доктор технічних наук, професор, професор кафедри програмного забезпечення комп’ютерних систем, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна, *e-mail: y.dobrovolsky@chnu.edu.ua*

DMYTRO UHRYN, YURII USHENKO, OXANA YATSKO, ANDRII DOVHUN, YURII DOBROVOLSKY

**INTELLIGENT SYSTEMS FOR FORECASTING DEMOGRAPHIC CHANGES AND THEIR
IMPACT ON MARKETING STRATEGIES IN THE IT INDUSTRY**

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 2 Kotsjubynskiy Str. Chernivtsi, Ukraine