

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет програмної інженерії та бізнесу

Кафедра інженерії програмного забезпечення

## **Пояснювальна записка до дипломного проєкту**

магістра

(освітній ступінь)

на тему «Інформаційне програмне забезпечення для прогнозування основних  
показників рівня життя населення»

XAI.603.667п2.121.156329.200

Виконав: студент 6 курсу групи № 667п2  
Спеціальність 121 – Інженерія програмного  
забезпечення

(код та найменування)

Освітня програма Хмарні обчислення та  
Інтернет речей

(найменування)

Бова Д.Р.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник Сергієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Ляшенко О.С.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2020

**Міністерство світи і науки України**  
**Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського**  
**«Харківський авіаційний інститут»**

Факультет програмної інженерії та бізнесу  
(повне найменування)

Кафедра інженерії програмного забезпечення  
(повне найменування)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 121 – інженерія програмного забезпечення  
(код та найменування)

Освітня програма хмарні обчислення та Інтернет речей  
(найменування)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**

І. Б. Туркін

(підпис)

(ініціали та прізвище)

“ ”

2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Бові Денису Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломного проєкту Інформаційне програмне забезпечення для прогнозування основних показників рівня життя населення

керівник дипломного проєкту Сергієнко Володимир Володимирович, к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” 2020 року №

2. Термін подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: прототип програмного забезпечення оцінки і прогнозування основних показників рівня життя населення

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
провести огляд кількісних і якісних показників рівня життя населення; провести огляд існуючих методів прогнозування і методів оцінки рівня життя населення; розробити математичне забезпечення задачі прогнозування; розробити інформаційне програмне забезпечення задачі прогнозування; розробити тестовий приклад

5. Перелік графічного матеріалу

РПЗ – стор. 91, рисунків – 19 шт., таблиць – 13 шт., презентація – 16 слайдів.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сергієнко В.В., доц. каф. 603		
2	Сергієнко В.В., доц. каф. 603		
3	Сергієнко В.В., доц. каф. 603		

8. Нормоконтроль \_\_\_\_\_ В.А. Постернакова « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання і затвердження теми диплому	03.09.2019	
2	Аналіз предметної області	04.09.2019	
3	Постановка задачі	20.11.2019	
4	Проведення теоретичних досліджень	22.11.2019	
5	Розробка прототипу ПЗ	02.09.2020	
6	Підготовка пояснювальної записки	22.10.2020	
7	Оформлення пояснювальної записки	10.11.2020	
8	Передзахист дипломного проекту	27.11.2020	
9	Захист дипломного проекту	16.12.2020	

Студент

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Бова Д.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Сергієнко В.В.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту містить 91 стор., 19 рис., 24 джерела.

*Об'єкт дослідження* – процес прогнозування основних показників рівня життя населення.

*Предмет дослідження* – сучасні методи оцінки та прогнозування показників рівня життя населення.

*Метою дослідження* є підвищення ефективності соціально-економічного прогнозування шляхом розробки програмного забезпечення для оцінки та прогнозування рівня життя населення з використанням різних показників соціальної статистики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань: провести огляд кількісних і якісних показників рівня життя населення; провести огляд існуючих методів прогнозування і методів оцінки рівня життя населення; розробити математичне забезпечення задачі прогнозування; розробити інформаційне програмне забезпечення задачі прогнозування; розробити тестовий приклад.

*Методи досліджень.* У роботі було використано методи аналізу, синтезу, системного аналізу, порівняння та логічного узагальнення результатів.

*Наукова новизна.* Удосконалено метод оцінки рівня життя населення, якій на відміну від існуючих використовує комбінацію адаптивних методів прогнозування, що дає змогу підвищити точність прогнозу.

*Практична значимість отриманих результатів.* Програмний продукт, що було одержано у результаті роботи дозволяє наглядно продемонструвати результати аналізу та прогнозу показників оцінки рівня життя населення, а також легко корегувати вхідні дані та аналізувати зміну результатів.

РІВЕНЬ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ, МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ І  
ОЦІНКИ, ІНФОРМАЦІЙНЕ ПРОГРАМНОЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, JAVASCRIPT

## **ABSTRACT**

Explanatory note to the master's thesis 91 pp., 19 fig., 24 sources.

The object of study - the process of forecasting the main indicators of living standards.

The subject of research - modern methods of assessing and forecasting living standards.

The aim of the study is to increase the effectiveness of socio-economic forecasting by developing software for assessing and forecasting living standards using various indicators of social statistics.

To achieve this goal it is necessary to solve a number of tasks: to review the quantitative and qualitative indicators of living standards; to review the existing methods of forecasting and methods of assessing the living standards of the population; develop mathematical support for the forecasting problem; develop information software for forecasting tasks; develop a test case.

Research methods. The methods of analysis, synthesis, system analysis, comparison and logical generalization of results were used in the work.

Scientific novelty. The method of estimating the living standards of the population has been improved, which, in contrast to the existing ones, uses a combination of adaptive forecasting methods, which makes it possible to increase the accuracy of the forecast.

The practical significance of the results obtained. The resulting software product allows you to clearly demonstrate the results of analysis and forecast indicators of living standards, as well as easily adjust the input data and analyze changes in the results.

**LIVING STANDARDS OF THE POPULATION, FORECASTING AND EVALUATION METHODS, INFORMATION SOFTWARE, JAVASCRIPT**

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	9
ВСТУП.....	10
1 ОГЛЯД КІЛЬКІСНИХ І ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ.....	13
1.1 Постановка мети й завдань дослідження.....	13
1.2 Загальне уявлення про показники і нормативи рівня життя населення.....	15
1.2.1 Складові рівня життя населення.....	15
1.2.2 Поняття індексу розвитку людського потенціалу .....	16
1.3 Основні показники і нормативи рівня життя населення.....	19
1.3 Порівняльний аналіз рівня та якості життя населення України та окремих країн світу .....	22
1.5 Висновки по розділу 1 .....	25
2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ І ОЦІНКИ .....	26
2.1 Сутність і зміст соціально-економічного прогнозування.....	26
2.2 Класифікація методів прогнозування .....	29
2.3 Методи групового обліку аргументів (МГОВА). Комбінаторний алгоритм...	33
2.4 Методи регресійного і криволінійного згладжування .....	35
2.5 Формалізовані методи прогнозування .....	36
2.6 Адаптивні методи прогнозування .....	38
2.6.1 Метод Холта .....	38
2.6.2 Метод експонентної середньої.....	40
2.7 Обґрунтування вибору методів до застосування .....	44

2.8 Математичне забезпечення задачі оцінки і прогнозування основних показників рівня життя населення.....	46
2.8.1 Алгоритм метода аналізу ієрархій.....	46
2.8.2 Алгоритм метода Холта.....	49
2.8.3 Алгоритм метода експонентної середньої.....	51
2.8.4 Алгоритм розрахунку узагальнюючих показників оцінки рівня життя населення.....	53
2.9 Висновки по розділу 2 .....	56
3 РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ .....	57
3.1 Опис і характеристика статистичної інформації рівня життя населення регіону .....	57
3.1.1 Статистика чисельності та природного руху населення.....	57
3.1.2 Освіченість населення України .....	59
3.1.3 Валовий внутрішній продукт .....	60
3.1.4 Статистика зайнятості населення і безробіття.....	60
3.2 Розробка специфікацій вимог до програмного забезпечення.....	62
3.3 Засоби розробки програмного забезпечення.....	66
3.4 Розробка структури бази даних .....	67
3.5 Структура програмного забезпечення .....	69
3.6 Опис інтерфейсу користувача.....	72
3.7 Результати прогнозування основних показників та оцінка рівня життя населення .....	75
3.7.1 Вибір основних показників рівня життя населення за допомогою методу аналізу ієрархій для подальшого їх прогнозування.....	75
3.7.2 Результати прогнозування.....	81

3.8 Оцінка рівня життя населення України .....	85
3.9 Висновки по розділу 3 .....	87
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	90



**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ВВП - валовий внутрішній продукт.

ВРП - валовий регіональний продукт.

ІРЛП - індекс розвитку людського потенціалу.

МАІ - метод аналізу ієрархій.

МГОА - методи групового обліку аргументів.

ОПР - особа приймаюча рішення.

## ВСТУП

Народний добробут є одним з ключових об'єктів прогнозування. Зміст цієї категорії розкривається через такі поняття як "умови життя", "рівень життя", "якість життя".

Інформація, яку можна отримати завдяки аналізу різних показників, що характеризують рівень життя населення допоможе відстежити зміни та вчасно скорегувати різноманітні чинники для стимуляції росту загального рівня життя населення у майбутньому. Крім цього, здатність прогнозувати такі зміни дає можливість для завчасного планування та підготовки до негативних змін, або їх корегування для усунення впливу негативних чинників.

Обробка великої кількості інформації завжди є проблемою, оскільки необхідно визначити, як цю інформацію отримати, обробити, зберігати та надавати користувачеві у зрозумілому вигляді. Тут на допомогу приходять сучасні технології у сфері програмної інженерії, оскільки комп'ютери і були розроблені для роботи з даними, а програмування покликане автоматизувати, пришвидшити та вдосконалювати підходи до обробки даних.

Інтерес до майбутнього витікає з безпосередньої і гострої практичної потреби сьогоdnішнього дня. Необхідність передбачення ймовірного результату подій в майбутньому ніколи раніше не була такою актуальною, як зараз. Це насамперед пов'язано з бурхливим розвитком економіки, високими темпами науково-технічного прогресу і багатьма іншими явищами сучасності. Передбачення подій дає можливість завчасно приготуватися до них, врахувати їх позитивні і негативні наслідки, а якщо це можливо - втрутитися в життя однієї з виявлених альтернатив майбутнього. Рішення, що приймаються сьогодні, спираються на оцінки розвитку явищ у майбутньому; в свою чергу, вони більшою чи меншою мірою впливають на це майбутнє.

Зростання протягом 2003 - 2018 рр. відбулося головним чином у руслі відновних процесів, базувалося на використанні створених ще за радянських

часів потужностей, консервувало застарілу виробничу структуру і закріплювало економіку України як сировинний придаток більш розвинених економік. Окрема проблема української економіки - її надзвичайне обтяження соціальними виплатами.

Важливою умовою і надійною гарантією подальшого розвитку суспільства є гармонізація економічних інтересів господарюючих суб'єктів, працюючої маси населення та інших суспільних верств, які прагнуть підвищити рівень особистого добробуту[1]. Тому надзвичайно важливо розкрити найоптимальніші шляхи стимулювання виробництва і визначити ефективні механізми державного регулювання процесів розподілу і перерозподілу суспільного продукту, що дозволить у подальшому уникнути невинуватеної маргіналізації населення, попередить небажане загострення соціальних конфліктів і сприятиме підвищенню рівня життя населення.

Задача оцінки рівня життя населення та прогнозування його росту у майбутньому складається аналізу цілого ряду показників, що впливають на загальну оцінку, зокрема:

- соціально-демографічні показники;
- умови праці;
- узагальнюючі вартісні показники номінальних і реальних доходів населення;
- стан здоров'я;
- показники споживання населенням основних продуктів харчування та непродовольчих товарів;
- узагальнюючі показники сфери обслуговування;
- показники освіти та інші[2].

Для того, щоб отримати найбільш точну оцінку треба врахувати якомога більшу кількість факторів, що впливають на загальний рівень життя. Крім цього усі фактори мають різний вплив на кінцевий результат. Задачу ускладнює те, що багато з цих чинників впливають один на інший, тому в де-яких випадках

розглядати їх необхідно комплексно, в іншому випадку отримані дані будуть мати низьку достовірність.

*Об'єкт дослідження* – процес прогнозування основних показників рівня життя населення.

*Предмет дослідження* – сучасні методи оцінки та прогнозування показників рівня життя населення.

*Метою дослідження* є підвищення ефективності соціально-економічного прогнозування шляхом розробки програмного забезпечення для оцінки та прогнозування рівня життя населення з використанням різних показників соціальної статистики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань:

- провести огляд кількісних і якісних показників рівня життя населення;
- провести огляд існуючих методів прогнозування і методів оцінки рівня життя населення;
- розробити математичне забезпечення задачі прогнозування;
- розробити інформаційне програмне забезпечення задачі прогнозування;
- розробити тестовий приклад.

*Методи досліджень.* У роботі було використано методи аналізу, синтезу, системного аналізу, порівняння та логічного узагальнення результатів.

*Наукова новизна.* Удосконалено метод оцінки рівня життя населення, якій на відміну від існуючих використовує комбінацію адаптивних методів прогнозування, що дає змогу підвищити точність прогнозу.

*Практична значимість отриманих результатів.* Програмний продукт, що було одержано у результаті роботи дозволяє наглядно продемонструвати результати аналізу та прогнозу показників оцінки рівня життя населення, а також легко корегувати вхідні дані та аналізувати зміну результатів.

# 1 ОГЛЯД КІЛЬКІСНИХ І ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ

## 1.1 Постановка мети й завдань дослідження

Кожна система прогнозування характеризується набором понять і характеристик, що утворюють у сукупності її понятійний апарат, який відображає з достатньою повнотою і доступністю сутність процесу і об'єкта прогнозування.

Метою дослідження є підвищення ефективності соціально-економічного прогнозування шляхом розробки програмного забезпечення для оцінки та прогнозування рівня життя населення з використанням різних показників соціальної статистики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань:

- провести огляд кількісних і якісних показників рівня життя населення;
- провести огляд існуючих методів прогнозування і методів оцінки рівня життя населення;
- розробити математичне забезпечення задачі прогнозування;
- розробити інформаційне програмне забезпечення задачі прогнозування;
- розробити тестовий приклад

Керуючись особливостями розвитку країни, метою створення програмного забезпечення для прогнозування рівня життя населення України є передбачення механізму зростання або, навпаки, падіння рівня життя населення, збагачення або збідніння тих чи інших суспільних верств.

Початковим джерелом інформації, яка використовується при прогнозуванні, є дані спостережень, опитувань, статистичного та оперативного обліку про стан економіки та її вплив на рівень життя населення, про споживчу сторону життєвого рівня, про стан задоволення соціально-економічних потреб населення та умови, що сприяють всебічному розвитку особи та інші.

Зовнішнім середовищем для рівня життя населення є державна політика, а також ситуація, що складається в економіці країни. Ефективна державна політика, спрямована на забезпечення досягнення відповідного життєвого рівня населення, може бути реалізована лише за умови всебічного врахування системної дії комплексу соціально-економічних чинників, що його зумовлюють, та застосування повної системи показників оцінки рівня життя. Виконання зазначеної умови надає можливість застосувати варіантне прогнозування наслідків сукупного впливу комплексу цих чинників на існуючі механізми формування доходів населення, а також забезпечити базу для свідомого визначення оптимальних економічних пропорцій в процесі реалізації загальних засад соціально-економічної політики держави в цілому і окремих її напрямків, зокрема.

Система прогнозування призначена для побудови середньострокових прогнозів рівня життя населення на основі оцінки існуючих тенденцій розвитку життєвого рівня за допомогою статистичних методів прогнозування, а саме методу Холта та методу експонентної середньої. В даному випадку здійснюється згладжування статистичної інформації, щоб уникнути різких розкидів інформації, а потім будується прогноз на необхідний період упередження. У процесі прогнозування отримані прогнозні показники рівня життя населення порівнюються із наявною статистичною інформацією минулих періодів, визначається позитивний і негативний вплив чинників на ці показники, досліджуються причини їх зміни, формуються висновки і пропозиції щодо подальшого їх розвитку. Таким чином, система прогнозування забезпечує виконання комплексу функціональних задач:

- введення статистичної інформації про рівень життя населення України за період, що розглядається;
- оцінка рівня життя населення;
- введення періоду упередження, на який треба здійснити прогнозування;

- реалізація моделюючого алгоритму, що визначає зміни у часі основних показників рівня життя населення;
- формування вихідних документів, що містять у собі характеристику динаміки зміни рівня життя населення для періоду упередження.

В рамках даної роботи ставилося завдання створення інформаційної системи, яка б змогла забезпечити оцінку і прогнозування рівня життя населення України.

Виконання цього завдання має здійснюватися в кілька етапів. Перш за все, потрібно створити інформаційну систему, яка б дозволяла зберігати статистичні дані за показниками рівня життя населення України. На другому етапі необхідно виділити найбільш важливі показники рівня життя населення України. Надалі реалізувати програмно алгоритми та протестувати їх роботу, спрогнозувати показники, які були відібрані.

## **1.2 Загальне уявлення про показники і нормативи рівня життя населення**

### **1.2.1 Складові рівня життя населення**

Рівень життя (добробут) населення - складне соціально-економічне поняття. Знання про рівень життя, насамперед, дає аналіз умов (потреб), задоволення яких необхідно для життєдіяльності. Найважливіші серед них (перша група потреб) - харчування, споживання одягу, взуття й інших предметів, що становлять фізичні (фізіологічні) елементи рівня життя. Другу групу потреб утворюють духовні (інтелектуальні) умови життя й, нарешті, третю - соціальні потреби, що задовольняються в процесі суспільної діяльності [1].

Найважливіший зовнішній кореспондент показників рівня життя - матеріальне виробництво. Від нього, насамперед, залежить дохід, що формується в матеріальному виробництві й за вартістю, і по натуральному речовинному складу. Природно споживання матеріальних благ безпосередньо пов'язане з

матеріальним виробництвом. Крім того, з багатьма показниками рівня життя матеріальне виробництво має опосередковані зв'язки. Від фінансів залежить і забезпеченість населення комунальними послугами, а також реальні доходи у вигляді пенсій, стипендій, посібників. Показники рівня життя впливають на всі інші показники народного господарства, перераховані вище. І матеріальне виробництво, і трудові, і фінансові, та інші показники формуються з урахуванням тих завдань, які вирішуються в області підвищення добробуту.

Основою для вираховування цих всіх показників рівня життя служить національний дохід - джерело споживання населенням матеріальних благ. Він має прямі й зворотні зв'язки з фондом споживання, що, у свою чергу, характеризує загальну величину реальних доходів; остання може бути отримана й шляхом додавання їхніх окремих елементів. Нарешті, показники забезпеченості населення послугами залежать і від реальних доходів (і, отже, від фонду споживання національного доходу), і від показників споживання в натуральному вираженні.

### **1.2.2 Поняття індексу розвитку людського потенціалу**

Поняття індексу розвитку людського потенціалу (ІРЛП) як методу вимірювання людського розвитку був введений Програмою розвитку ООН в 1990 р. у Доповіді про розвиток людини. На відміну від попередніх теорій, концепція людського розвитку сфокусована на людину і проголошує добробут людини основною і єдиною метою розвитку.

Індекс розвитку людського потенціалу - розрахунковий статистичний показник, в якому враховуються не тільки обсяги споживання матеріальних благ, а й можливості для розвитку людини, що забезпечуються системами охорони здоров'я та освіти.

Оцінка якості життя з використанням індексу розвитку людського потенціалу будується на мінімальному наборі базових показників. Кожен з



базових показників кількісно представляє одне з основних напрямів людського розвитку: довголіття, освіченість і власне рівень життя [3].

Довголіття характеризує здатність прожити довге і здорове життя, що становить природний життєвий вибір і одну з основних універсальних потреб людини. Базовий показник довголіття - середня тривалість майбутнього життя при народженні. Цей показник, який обчислюється окремо для чоловічого і жіночого населення, розраховується на основі умовного покоління, яке складається із сукупності людей різних віків, померлих в даному році. Середня тривалість майбутнього життя при народженні єдиним числом висловлює інтенсивність смертності населення даної країни в даний календарний рік, тобто характеризує довголіття гіпотетичного новонародженого, який проживає все життя в умовах даної інтенсивності смертності. В умовах вдосконалення системи охорони здоров'я та підвищення якості життя реальному новонародженому, що з'явився на світ в даному році, в середньому вдасться прожити довше, ніж гіпотетичному.

Освіченість розглядається як здатність до отримання та накопичення знань, до спілкування, обміну інформацією. Характеристиками освіченості є грамотність дорослого населення та повнота охоплення навчанням. Під грамотністю розуміється здатність людини прочитати, зрозуміти і написати короткий простий текст, що зустрічається у його повсякденному житті. Рівень грамотності дорослого населення - частка грамотних у віці 15 років і старше - служить найважливішим базовим показником даного напрямку людського розвитку. Рівень грамотності відноситься до реального населення і є показником стану освіти, в значній мірі залежать від грамотності протягом попередніх 10 -20 років. Для індустриальних країн з ринковою економікою рівень грамотності апріорі встановлюється рівним 99%. Враховуючи тенденції підвищення освітнього рівня і необхідність більш адекватного відображення відмінностей між індустриальними країнами, освіченість стала оцінюватися комбінацією двох базових показників: рівнем грамотності дорослого населення та сукупної частки учнів. Останній показник розраховується як відношення загального числа учнів

(зарахованих) на всіх ступенях навчання (початкової, середньої (середньої спеціальної), вищої, після університетської) незалежно від їх віку до загальної чисельності населення у віці від 6 до 24 років [4].

Рівень життя характеризує доступ до матеріальних ресурсів, необхідних для гідного існування, включаючи «ведення здорового способу життя, забезпечення територіальної та соціальної мобільності, обмін інформацією та участь у житті суспільства». Рівень життя, на відміну від довголіття та освіченості, тільки відкриває можливості, наявні у людини, але не визначає їх використання. Іншими словами, це засіб, що розширює можливість вибору, але не власне вибір. Рівень життя є непрямим індикатором можливостей. Вибір базового показника, адекватно відображає даний напрямок людського розвитку, являє собою серйозну проблему. Ідеальний показник рівня життя мав би враховувати численні фактори: особистий дохід; розподіл доходів між верствами суспільства; раніше накопичена власність; доступ до земельних ресурсів і кредитів; розвиненість інфраструктури та механізм доступу до суспільних фондів споживання (охорони здоров'я, освіти, транспорту, комунальним послугами та ін.), індивідуальний стиль життя; розмір і структуру сім'ї; блага, вироблені в домашньому господарстві; природно - кліматичні та екологічні умови в місці проживання і т.д.

Велике число факторів, що підлягають обліку, відсутність інформації, яка регулярно збирається, складність і / або неспівмірність обчислення інших - все це порушує принцип формування інтегрального показника і робить практично неможливою оцінку рівня життя за допомогою будь-якого прямого показника.

У зв'язку з цим для оцінки рівня життя використовується непрямий базовий показник - валовий внутрішній продукт (ВВП) на душу населення. Для міждержавного порівняння використовується реальний ВВП на душу населення, розрахований відповідно з паритетом купівельної спроможності (ПКС) валюти. Для міжрегіонального порівняння суб'єктів однієї країни, рівень життя має оцінюватися аналогічним макроекономічним показником - реальним валовим регіональним продуктом (ВРП) на душу населення.

Таким чином, величина ІРЛП служить критерієм поділу країн на групи з різним рівнем людського розвитку. Незалежно від рівня економічного розвитку (будь це індустріальні або країни, що розвиваються) до країн з дуже високим рівнем людського розвитку належать ті, в яких  $0,9 < \text{ІРЛП} < 1$ , до країн з високим рівнем людського розвитку належать ті, в яких  $0,8 < \text{ІРЛП} < 0,9$ ; до країн із середнім рівнем людського розвитку - ті, в яких  $0,5 < \text{ІРЛП} < 0,8$ ; до країн з низьким рівнем людського розвитку - ті, в яких  $\text{ІРЛП} < 0,5$ . Крім ранжирування і поділу країн на групи, обчислення ІРЛП та індексів окремих вимірювань дозволяє оцінити відповідність сформованої ситуації якимось орієнтирам, вираженим оптимальними значеннями показників людського розвитку, і її зміна з плином часу. Порівняння індексів довголіття, освіченості та рівня життя дає можливість, при інших рівних умовах, уточнити пріоритетність відповідних програм людського розвитку.

### **1.3 Основні показники і нормативи рівня життя населення**

Цілісна система показників рівня життя населення має складатися не тільки з кількісних, а й з якісних показників, згрупованих за певними ознаками. На думку В.Я. Райцина [5], зведені показники рівня життя населення повинні поділятися на три групи: синтетичні показники, до яких належать національний доход, реальні доходи населення, середня оплата праці робітників і службовців, співвідношення мінімальної і середньої заробітної плати робітників і службовців, мінімальна пенсія та ін.; показники споживання населення конкретних благ і послуг; показники забезпеченості населення дитячими закладами і різного роду послугами охорони здоров'я, комунального господарства тощо.

Наведена схема структурування показників рівня життя населення не є достатньо повною. На думку Мандибури В.О. [2], більш чітко і повно система цих показників може бути представлена шістьма основними групами.

До першої групи належать інтегральні показники, що віддзеркалюють досягнутий рівень реальних доходів та майнової забезпеченості населення. Вони

показують, які фінансові та майново-речові ресурси (передусім нерухомість) є у розпорядженні населення країни: номінальні та середні реальні доходи населення країни в цілому та основних соціальних груп, сукупні доходи на одну особу або на одного члена сім'ї; середній рівень заробітної плати в народному господарстві країни в цілому та в окремих галузях і сферах виробничої та комерційної діяльності; величина національного доходу або валового внутрішнього продукту, що припадає на душу населення; обсяги національного багатства та питома вага у ньому особистого майна населення; обсяги як організованих, так і неорганізованих накопичень (грошових заощаджень та страхових внесків), що має у своєму розпорядженні населення.

До другої групи належать показники споживання матеріальних благ, культурних і побутових послуг всіма верствами населення країни. Вони показують, яка кількість і яких предметів споживання та послуг на тому чи іншому етапі розвитку країни перебуває у середньодушовому розпорядженні населення та окремих суспільних верств.

На рівні цієї групи розкриваються також і показники, які характеризують структуру матеріальних та культурних благ, що диференційовано використовуються для задоволення особистих потреб конкретних людей або сімей. До цієї групи можуть бути віднесені такі показники: обсяги споживання найважливіших продовольчих товарів (обсяг, структура, калорійна збалансованість, раціональність харчування, за складом мінералів, вітамінів, амінокислот тощо); рівень забезпеченості задоволення потреб у предметах одягу та взутті; обсяги споживання найважливіших предметів культурно-побутового призначення, гігієни, санітарії, косметики та товарів довгострокового користування; рівень побутового обслуговування населення; стан забезпечення послугами торгівлі, громадського харчування; рівень транспортного обслуговування і зв'язку, житлові умови (забезпеченість житловою площею, якість житла та комунальних послуг, які мають ті чи інші категорії населення або сім'ї).

Для оцінки рівня життя можуть використовуватися і деякі інші узагальнені показники, що також можуть бути включені до складу цієї групи. До них, наприклад, можна віднести загальний обсяг матеріальних благ і послуг, що споживаються населенням за рік, питому вагу продуктів харчування у структурі споживання (чим нижчою є ця частка, тим вищим вважається рівень життя, оскільки більш значущими і різноманітними стають інші потреби) тощо [6].

Третя група показників розкриває соціально-економічні чинники, що характеризують рівень забезпечення працюючих належними умовами, які необхідні їм у виробничому процесі. Ці показники віддзеркалюють стан ринку праці, дозволяють оцінити на мікрорівні умови праці і характер трудової діяльності на окремих підприємствах, установах і в організаціях (навіть на окремих робочих місцях), а на макрорівні - умови праці на рівні економіки в цілому, а також в окремих галузях суспільного виробництва. До числа цих показників належать: рівень зайнятості населення; тривалість робочого тижня, робочого дня та часу відпочинку; характеристики рівня продуктивності та інтенсивності праці; стан охорони праці та рівень техніки безпеки, надійність системи соціального страхування та рівень гарантованого соціального забезпечення працюючих; стан загальної культури виробництва та його технічне оснащення (питома вага засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, скорочення питомої ваги ручної праці тощо).

До четвертої групи мають включатися показники, що характеризують стан задоволення потреб людини у сферах фізичного, духовного та соціального розвитку. Ці показники найбільш повно свідчать про те, який фактичний рівень досягнуто у сфері розвитку людьми духовної культури (або як це визначалось до недавнього часу: "у сфері формування всебічно і гармонійно розвинутої особистості").

До показників цієї групи можна віднести: умови і якісний рівень медичного обслуговування населення (із урахуванням статево-вікових чинників): рівень забезпеченості потреб населення у сфері фізичної культури і спорту; умови надання та загальний якісний рівень освіти населення (динаміка і

структура забезпечення населення в цілому і його окремих соціальних та статеві-вікових груп), наявність і характер функціонального використання культурно-освітніх та інших естетичних установ.

До п'ятої групи входять показники, що визначають такі якісні характеристики здоров'я населення, як стан здоров'я та середня тривалість життя населення в цілому та його статеві-вікових груп; тривалість активного трудового довіліття; динаміка зростання та абсолютна величина вільного часу і характеристики можливості його раціонального використання різними верствами населення гармонійного розвитку людини; рівень суспільно-політичної активності населення, характеристики участі особи як суб'єкта-громадянина у суспільному житті країни тощо.

До шостої групи мають включатись показники, що визначають рівень існуючих суспільно-правових гарантій, які має населення країни та його певні соціальні верстви, а також надійність забезпечення політичних свобод громадян у суспільстві.

Незважаючи на умовність наведеного класифікаційного групування показників, що характеризують рівень життя населення, принцип системного підходу до визначення ознак, за якими ці показники та відповідні економічні індикатори мають структуруватись, а також послідовність їх переліку, ступінь охоплення ними тих чи інших сторін життєдіяльності людини може дати досить повне, об'ємне і об'єктивне уявлення про стан задоволення соціально-економічних потреб населення та умови, що сприяють всебічному розвитку особи.

Прогнозування оцінки якості життя в даній роботі будемо здійснювати з використанням індексу розвитку людського потенціалу, який будується на мінімальному наборі базових показників.

### **1.3 Порівняльний аналіз рівня та якості життя населення України та окремих країн світу**

Сучасна держава може стабільно розвиватися тільки за умови, якщо її економічна політика направлена на поліпшення рівня і якості життя громадян, розширення їх можливостей формувати власне майбутнє. Для цього необхідно не тільки збільшувати доходи населення, а й покращувати багато інших компонент рівня і якості життя населення: створювати реальну рівність для здобуття освіти та працевлаштування; забезпечувати рівні можливості для чоловіків і жінок; високий рівень медичного обслуговування; якісне харчування та ін. До цього також необхідно додати чистоту і сталість навколишнього середовища, в якому живе людина.

У концепції ООН наголошується, що в економічному розвитку будь-якої держави, головну роль необхідно відводити людині, розширенню варіантів його вибору, підвищенню рівня добробуту людей. При цьому необхідно в першу чергу створювати сприятливі умови, щоб життя людей було довгим, здоровим і наповненим творчістю.

Методологія розрахунку інтегрального значення ІРЛП передбачає, крім кількісної, якісну оцінку і має таку градацію:

- $ІРЛП > 0,8$  - група країн з високим рівнем людського розвитку;
- $0,5 < ІРЛП < 0,799$  - група країн із середнім рівнем людського розвитку;
- $ІРЛП < 0,49$  - група країн з низьким рівнем людського розвитку.

Країни з високим рівнем ІРЛП - висока тривалість життя населення, високий доступний рівень освіти і високий рівень валового внутрішнього продукту (ВВП) на душу населення.

Країни із середнім рівнем ІРЛП - середня тривалість життя населення, середній доступний рівень освіти і середній рівень ВВП на душу населення.

Країни з низьким рівнем ІРЛП - низька тривалість життя населення, низький доступний рівень освіти і низький рівень ВВП на душу населення

Проаналізуємо, як змінилися рівень та якість життя населення України за останні 10 років в порівнянні з іншими країнами світу.

Значення індексу людського розвитку України за 2014 рік становить 0,729. Україна знаходиться у середній категорії людського розвитку - що ставить країну на 76 позицію з 187 країн і територій.

Першими 10-ма країнами в рейтингу є Норвегія, Австралія, Нова Зеландія, Сполучені Штати Америки, Ірландія, Ліхтенштейн, Нідерланди, Канада, Швеція та Німеччина. Цьогорічний рейтинг країн з ІРЛП сформований з огляду на останні п'ять років, а не лише за поточний рік, як це було прийнято раніше, для кращого відображення довготермінових тенденцій розвитку.

Згідно з оцінкою ІРЛП країни світу за кількісним складом розподілилися на такі групи: з високим рівнем - 49 держав (28,3%); із середнім рівнем - 74 держави (42,8%); з низьким рівнем - 50 держав (28,9%).

У таблиці 1.1 наведено дані по компонентному складу ІРЛП деяких країн світу для наочного порівняння основних показників, що впливають на рівень життя населення між собою. За даними наведеними у таблиці видно, що в Україні по компоненті "Освіта" (доступний рівень освіти) ІРЛП знаходиться практично на одному рівні з розвиненими країнами світу, істотно поступається їм по компоненті "Довголіття" (очікувана тривалість життя) і значно відстає по компоненті "Доходи" (ВВП на душу населення).

По компоненті "Довголіття" ІРЛП країни світу за кількісним складом розподілилися на групи таким чином: з високим рівнем - 54 держави (31,2%), з середнім рівнем - 94 держави (54,3%) і низьким рівнем - 25 держав (14,5%).

Україну, за цим показником, було віднесено до країн з середнім рівнем (80-е місце серед 173 країн світу).

Тривалість життя населення в Україні склала 68,1. За компонентою "Освіта" ІРЛП країни світу за кількісним складом розподілилися на групи так: високий рівень - 122 держави (70,5%), середній рівень - 31 держава (17,9%) і низький рівень - 20 держав (11,6%).

За компонентою "Доходи" ІРЛП країни світу за кількісним складом розподілилися на такі групи: високий рівень - 18 держав (10,5%), середній рівень - 25 держав (14,5%) і низький рівень - 130 держав (75,0%).



Таблиця 1.1 - Компонентний склад ІРЛП деяких країн світу

Країна	ІЛР		Тривалість життя		Освіта		ВВП на душу нас.	
	показник	ранг	показник	ранг	показник	ранг	показник	ранг
США	0,939	6	0,87	25	0,98	8	0,97	2
Японія	0,933	9	0,93	1	0,93	26	0,93	11
Франція	0,928	12	0,89	9	0,97	12	0,92	18
Великобританія	0,928	13	0,88	19-20	0,99	1-7	0,91	20
Германія	0,925	17	0,88	19-20	0,97	12	0,92	15
Польща	0,833	37	0,81	47-49	0,94	20	0,75	53
Росія	0,781	60	0,68	111	0,92	30	0,74	58
Україна	0,729	76	0,72	99	0,92	33	0,61	101

Отже, рівень і якість життя населення України відповідають групі країн з низьким рівнем людського розвитку. Хоча значення індексу ІРЛП для України лежить практично на кордоні між країнами з низьким рівнем розвитку і країнами із середнім рівнем.

### 1.5 Висновки по розділу 1

В першому розділі зроблено постановку мети й завдань дослідження. Зроблено критичний огляд та аналіз предметної області, а саме розглянуті показники та нормативи рівня життя населення, зокрема індексу розвитку людського потенціалу як методу вимірювання людського розвитку. Для України цей показник лежить практично на кордоні між країнами з низьким рівнем розвитку і країнами із середнім рівнем. Проведено порівняльний аналіз рівня та якості життя населення України та окремих країн світу.

## **2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ І ОЦІНКИ**

### **2.1 Сутність і зміст соціально-економічного прогнозування**

Найважливішою соціально-економічною категорією, що визначає народний добробут, є рівень життя. Рівень життя - це ступінь забезпеченості населення матеріальними і духовними благами виходячи зі сформованих потреб та рівня економічного розвитку країни.

У перекладі з грецької слово «прогноз» означає передбачення, пророкування про розвиток чого-небудь, засноване на певних фактичних даних. У загальному вигляді під прогнозом слід розуміти науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єкта в майбутньому, про альтернативні шляхи і терміни його здійснення. Процес розробки прогнозів називається прогнозуванням [7].

Прогнозування - складання прогнозу розвитку, становлення, поширення чого-небудь (наприклад, науки, галузі виробництва, процесу, відносин і т.д.) на підставі вивчення ретельно відібраних даних. У проблемі прогнозування розрізняють два аспекти: теоретико-пізнавальний, що припускає опис можливих чи бажаних перспектив, станів, рішень проблем майбутнього; і управлінський, що припускає використання інформації про майбутнє при прийнятті рішень. Соціально-економічне прогнозування є одним з найважливіших напрямків суспільного розвитку. Це процес розробки прогнозів, заснований на наукових методах пізнання соціально-економічних явищ і використанні всієї сукупності методів, засобів і способів економічної прогностики. Основним завданням прогнозування в сфері соціального розвитку є, перш за все, визначення на перспективний період потреб населення і можливостей їхнього задоволення в продуктах харчування, промислових товарах, побутових послугах, житлу, освіті, послугах охорони здоров'я, в культурі, мистецтві.

За масштабом прогнозування виділяють макроекономічні (народно-господарські), міжрегіональні та міжгалузеві прогнози розвитку народно-господарських комплексів (паливно-енергетичного, агропромислового, інвестиційного, інфраструктурного, соціального та ін), галузеві прогнози (промисловості, сільського господарства, будівництва; транспорту, освіти, охорони здоров'я та інших галузей матеріального виробництва та невиробничої сфери) та регіональні (національно-державних і адміністративно-територіальних утворень у складі держави), первинних ланок народногосподарської системи (підприємств та організацій), а також окремих виробництв і продуктів.

За часом попередження прогнози поділяються на оперативні (період попередження до одного місяця), короткострокові (період попередження від одного місяця до року), середньострокові (період попередження від року до 5 років), довгострокові (період попередження від 5 до 15, 20 років) і далекострокові (період попередження понад 20 років).

Під періодом попередження при прогнозуванні розуміється відрізок часу від моменту, для якого є останні статистичні дані про досліджуваний об'єкт, до моменту, до якого відноситься прогноз [8].

У найзагальнішому вигляді послідовність складання прогнозів соціального розвитку і рівня життя населення може бути представлена наступним чином:

- гіпотеза формування підвищення рівня життя визначається в загальному вигляді трьома складовими: зростанням ВВП, зростанням суспільних потреб, зростанням ресурсів для майбутнього споживання.

- прогноз темпів зростання ресурсів для споживання базується на прогнозованих розрахунках економічного зростання, підвищення ефективності виробництва, збільшення інвестицій та ін.

- аналіз досягнутого рівня життя включає в себе комплекс показників, які забезпечують взаємну ув'язку і логічну послідовність розробки прогнозів.

- Основними серед цих показників є такі:

- соціально-демографічні показники, що характеризують динаміку чисельності та складу населення, коефіцієнти народжуваності, смертності, тривалість життя;
- умови праці (чисельність працюючих, зайнятих важкою фізичною працею, кваліфікаційна структура робочих місць, тривалість робочого тижня, оплачуваної відпустки);
- узагальнюючі вартісні показники номінальних і реальних доходів населення (заробітної плати, доходів від власності, соціальних виплат і т.д.);
- стан здоров'я і його зміни по населенню в цілому і окремим соціальним групам;
- показники споживання населенням основних продуктів харчування та непродовольчих товарів;
- узагальнюючі показники сфери обслуговування (витрати населення на оплату послуг, індекс цін (тарифів) на певні види платних послуг населення;
- житлові умови та комунальне обслуговування (середня забезпеченість населення житлом, забезпеченість основними видами комунального обслуговування і т.д.);
- показники освіти (рівень освіченості населення, кількість учнів у школах, чисельність студентів ВНЗ і середніх спеціальних навчальних закладів, у тому числі на 10 тис. населення та ін);
- показники культури (число бібліотек, театрів, музеїв, клубів, їх відвідуваність, тираж книг, журналів, газет);
- стан навколишнього середовища.

Система прогнозів соціального розвитку і рівня життя впливає з того комплексу показників, які розглянуті вище. Це означає, що зміну кожного показника необхідно прогнозувати з метою отримання досить повного і об'єктивного уявлення про динаміку соціального розвитку і рівня життя в прогнозованому періоді. Наприклад, розробляються прогнози динаміки реальних доходів населення, зміни індексу роздрібних цін, розвитку житлового будівництва і т.д.

## 2.2 Класифікація методів прогнозування

Методів прогнозування багато. А для того, щоб вивчити множину методів прогнозування, необхідно здійснити їхній ретельний аналіз, що, звичайно ж, починається з їхньої класифікації.

Методи прогнозування класифікуються за різними критеріями:

- за формою надання результату прогнозу діляться на кількісні і якісні. Перші базуються на чисельних, математичних процедурах, а другі - на використанні наявного досвіду, знань й інтуїції дослідника;
- по величині періоду попередження виділяють короткострокові, середньострокові, довгострокові;
- по охопленню прогнозуванням об'єкта дослідження прогнози бувають загальними (прогноз загального розвитку народного господарства) і частковим (прогноз для окремих галузей, інфраструктури, окремих показників).

Наведемо трьохрівневу класифікацію основних методів прогнозування. Критеріями класифікації є наступні принципи: достатня повнота охоплення основних методів прогнозування, єдність класифікаційної ознаки на кожному рівні, неперемежованість розділів класифікації, відкритість класифікаційної схеми (тобто можливість її доповнення новими методами). У свою чергу кожен рівень у схемі визначається своєю класифікаційною ознакою: ступенем формалізації, загальним принципом дії, способом одержання прогнозової інформації.

По ступені формалізації методи прогнозування діляться на інтуїтивні (також їх прийнято називати експертними) і формалізовані (фактографічні).

Експертні (інтуїтивні) методи прогнозування (у літературі, присвяченій методології прогностики, зазначені методи часто називають евристичними, або інтуїтивними) базуються на інформації, що поставляють фахівці-експерти в процесі систематизованих процедур виявлення й узагальнення думки. Із цієї причини ці методи жадають від експерта глибоких теоретичних знань і

практичних навичок у зборі й узагальненні всієї доступної інформації про об'єкт прогнозу.

Класифікація методів прогнозування відповідно до даної класифікаційної ознаки представлена на рисунку 2.1.

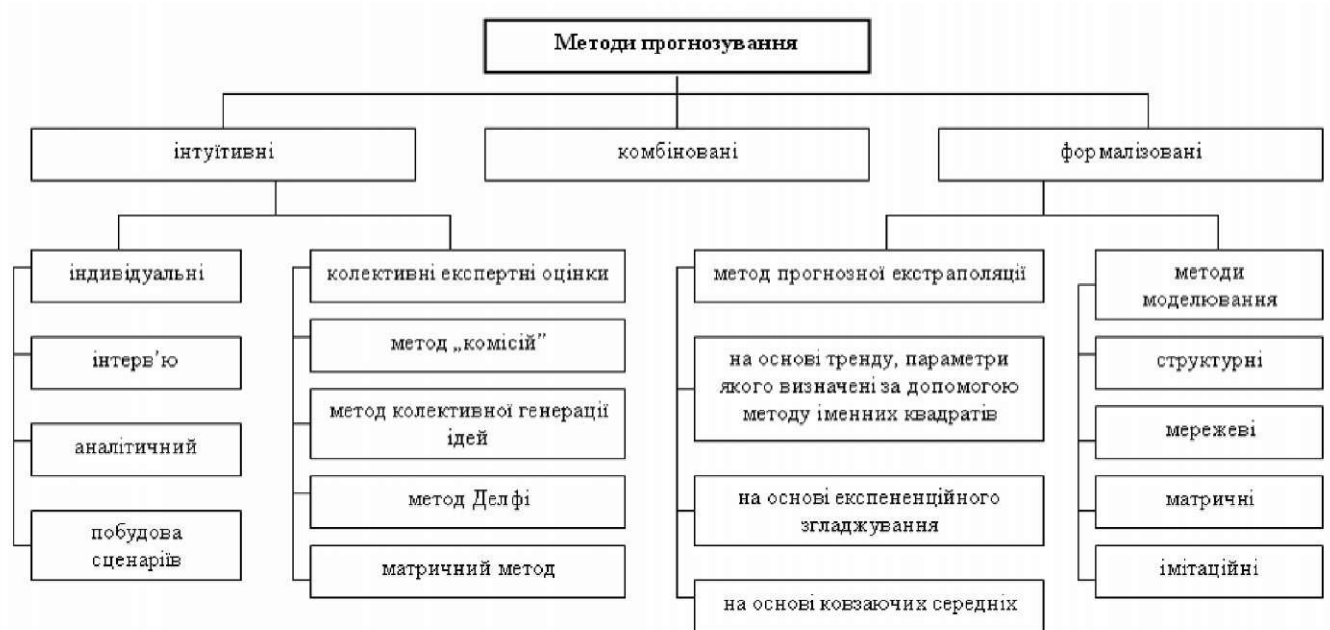


Рисунок 2.1 - Класифікація методів прогнозування

Інтуїція (неструктуровані знання) допомагає експертові у виявленні тенденцій розвитку об'єкта прогнозування в умовах відсутності інформаційної бази про нього. Прикладом може служити прогноз попиту на нові товари й послуги, ефективності впровадження нововведення, строків закінчення періоду реформування економіки, світових цін на енергоносії, метали (кольорові, дорогоцінні) і навіть курсів валют. Експертні методи прогнозування, як правило, використовуються у випадках:

- коли неможливо врахувати вплив багатьох факторів через значну складність об'єкта прогнозування;

- наявності високого ступеня невизначеності інформації, наявної в прогностичній базі, або зовсім при відсутності інформації про об'єкт прогнозування.

Тобто, інтуїтивні методи застосовуються тоді, коли об'єкт прогнозування або занадто простий, або настільки складний і непередбачений, що аналітично врахувати вплив багатьох факторів практично неможливо.

Оцінки експертів по способу їхнього одержання й відповідно методи експертного прогнозування розділяються на індивідуальні й колективні.

До числа індивідуальних експертних методів прийнято відносити наступні: метод опитування у формі інтерв'ю (метод "інтерв'ю"), аналітичний метод, метод побудови сценаріїв, метод психо-інтелектуальної генерації ідей. До часних методів відносяться асоціативні прийоми, прийоми аналогій, морфологічний аналіз.

При використанні методу "інтерв'ю" фахівець задає питання експерту щодо об'єкту прогнозування. Потім результати обробляються й будується прогноз.

Основою для методу написання сценарію є логіка подальшого розвитку економічного процесу.

Під час прогнозу аналітичним методом експерт на основі аналізу подальшого розвитку подій пише аналітичні записки для прийняття рішень менеджментом підприємства.

Під час використання всіх методів індивідуальних оцінок точність результату залежить від особистих здібностей експерта.

Формалізовані або фактографічні методи засновані на фактично наявній інформації про об'єкт прогнозування і його минулому розвитку.

Там, де можлива формалізація зв'язків між основними показниками розвитку системи використовуються фактографічні методи. Перевага фактографічних методів перед інтуїтивними полягає в зростанні об'єктивності прогнозу, розширенні можливості розгляду різних варіантів. Однак при

формалізації багато чого залишається за межами аналізу, і чим більше ступінь формалізації, тим у загальному випадку виявляється бідніше модель.

Формалізовані методи діляться по загальному принципу дії на чотири групи: екстраполяційні (статистичні), системно-структурні, асоціативні й методи випереджальної інформації.

Методи екстраполяції складаються з методу ковзних середніх, методу експонентного згладжування, методу екстраполяції трендів, авторегресивних моделей.

Системно-структурні методи містять морфологічний аналіз, системний аналіз, регресійні методи, економетричні методи, функціонально-ієрархічне моделювання, мережне моделювання, матричне моделювання.

Асоціативні методи містять у собі імітаційне моделювання, історико-логічний аналіз (метод історичних аналогій), методи штучних нейронних мереж.

Методи випереджальної інформації складаються з методів аналізу потоків публікацій, оцінки значимості винаходів, аналізу патентної інформації.

У практиці прогнозування економічних процесів переважними, принаймні до останнього часу, є статистичні методи. Це викликано, головним чином, тим, що статистичні методи опираються на апарат аналізу, розвиток і практику, застосування яких мають досить тривалу історію. Процес прогнозування, що опирається на статистичні методи, розпадається на два етапи.

Перший полягає в узагальненні даних, що збирають за деякий період часу, а також створенні на основі цього узагальнення моделі процесу. Модель описується у вигляді аналітично вираженої тенденції розвитку (екстраполяція тренда) або у вигляді функціональної залежності від одного або декількох факторів-аргументів (рівняння регресії). Побудова моделі процесу для прогнозування, який би вид вона не мала, обов'язково включає вибір форми рівняння, що описує динаміку й взаємозв'язок явищ, і оцінювання його параметрів за допомогою того або іншого методу.



Другий етап - сам прогноз. На цьому етапі на основі знайдених закономірностей визначається очікуване значення прогнозованого показника, величини або ознаки.

Безумовно, отримані результати не можуть розглядатися як щось остаточне, тому що при їхній оцінці й використанні повинні прийматися до уваги фактори, умови й обмеження, які не брали участь в описі й побудові моделі.

### **2.3 Методи групового обліку аргументів (МГОА). Комбінаторний алгоритм**

Більшість інтерполяційних задач кібернетики, що вирішуються за допомогою алгоритмів МГОА, зводяться до прямого виявлення функції по невеликій кількості заданих її точок (вузлів інтерполяції). Так, наприклад, в задачі ідентифікації потрібно відновити по ряду експериментальних точок характеристику об'єкта (його «гіперповерхню відгуку»). Особливість цього завдання полягає в тому, що необхідно забезпечити «протекцію» всіх аргументів. Алгоритм МГОА не повинен виключати неефективні аргументи.

В задачах прогнозування та розпізнавання образів, навпаки, всяка протекція знижує ефективність. Тут знаходять застосування алгоритми МГОА «без протекції змінним». В алгоритмах МГОА для оптимального управління та нормативного прогнозу потрібно зберегти в рівняннях регулюючі дії. Таким чином, невеликі відмінності завдань призводять до невеликих розбіжностей у відповідних алгоритмах МГОА. Всі ці алгоритми мають загальну підставу - принцип селекції або самоорганізації [9].

Алгоритми МГОА відтворюють схему масової селекції. У них є генератори дедалі складніших з ряду в ряд комбінацій і порогові самовідбори найкращих з них. Так званий «повний» опис об'єкта.

$$P = f(x_1, x_2, x_3, \dots, Xx_m) \quad (2.1)$$

де  $f$  - деяка елементарна функція.

Наприклад, степеневий поліном замінюється декількома рядами «приватних» описів:

$$\begin{aligned} 1\text{-й ряд селекції: } y_1 &= f(x_1x_2), y_2 = f(x_1x_3), y_s = f(x_{m-1}x_m), \\ 2\text{-й ряд селекції: } z_1 &= f(y_1y_2), z_2 = f(y_1y_3), z_p = f(y_{s-1}y_s), \end{aligned} \quad (2.2)$$

де  $s = c^2$ ,  $p = c^2_s$ .

Вхідні аргументи і проміжні змінні сполучаються попарно, і складність комбінацій на кожному ряду обробки інформації зростає (як при масовій селекції), поки не буде отримана єдина модель оптимальної складності.

Кожен приватний опис є функцією тільки двох аргументів. Тому його коефіцієнти легко визначити за даними навчальної послідовності при малому числі вузлів інтерполяції. Виключаючи проміжні змінні (якщо це вдається), можна отримати «аналог» повного опису.

З ряду в ряд селекції пропускається тільки деяка кількість самих регулярних змінних. Ступінь регулярності оцінюється за величиною середньоквадратичної помилки (середньої для всіх обраних в кожному поколінні змінних або для однієї найбільш точної змінної) на окремій перевірочній послідовності даних. Іноді в якості показника регулярності використовується коефіцієнт кореляції.

Комбінаторний алгоритм заснований на повному переборі моделей, наведеному в таблиці 2.1.

Тут вже немає небезпеки пропуску степені або втрати аргументу. Проте обсяг повного перебору практично такий, що вже при 4-х-7-и аргументах він стає неможливим. Розроблено комбінаторні алгоритми МГОА, в яких для скорочення обсягу перебору використовується принцип селекції найбільш регулярних (або незміщених) моделей.

Таблиця 2.1 - Комбінаторний алгоритм МГОА

Число поліномів	$2^0=1$	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$	$2^4=16$	$2^5=32$
Праві частини часткових описів	$z_1=a_0$	$z_2=a_1x_1$	$z_3=a_2x_2$	$z_4=a_3x_i$	$z_5=a_4x^2$	$Z_6=a_5X_iX_2$
		$z_2+z_1$	$z_3+z_1$	$z_4+z_1$	$z_5+z_1$	$Z_6+Z_1$
			$z_3+z_2$	$z_4+z_2$	$z_5+z_2$	$Z_6+Z_2$
			$z_3+z_2+z_1$	$z_4+z_2+z_1$	$z_5+z_2+z_1$	$Z_6+Z_2+Z_1$
				$z_4+z_1$	$z_5+z_1$	$Z_6+Z_3$
				$z_4+z_3+z_1$	$z_5+z_3+z_1$	$Z_6+Z_3+Z_1$
				$z_4+z_3+z_2$	$z_5+z_3+z_2$	...
				$Z_4+Z_3+Z_2+Z_1$	$Z_5+Z_3+Z_2+Z_1$	...
				$Z_5+Z_4$	...	

## 2.4 Методи регресійного і криволінійного згладжування

Середньострокове прогнозування, як правило, доцільно у випадках, коли:

- є щорічні дані і їх можна взяти з офіційних джерел;
- прогнози є одноразовими, тобто не повторюються і не підправляються (адаптуються) з надходженням нових даних;
- прогнози здійснюються для часових рядів щодо малої довжини;
- прогнозується, наприклад, динаміка не окремого об'єкта або попиту на деякий товар, а процесу, що має більш загальну природу, такого, як обсяг капіталовкладень, прибутку або суми продажів на деякому ринку товарів.

Очевидно, що в подібних випадках, прогностичні моделі повинні бути достатньо складними, зокрема, складнішими, ніж моделі короткострокового прогнозування. Метод лінійної регресії, коли пряма лінія підбирається так, щоб найкращим чином апроксимувати значення, які спостерігаються, виявився досить надійним, а відповідна статистична модель достатньо обґрунтованою.

Цей метод, який насправді може використовуватися не тільки для лінійної, але і для криволінійних регресій, одночасно поєднує в собі не тільки відносну простоту обчислень, пов'язаних із застосуванням методу, але і можливість опису досить широкого класу процесів.

Прогностичні моделі, засновані на методах лінійної регресії, мають ряд характерних особливостей:

- для застосування цих методів ряди даних повинні бути довше, ніж для методів експоненціального згладжування;
- вони, взагалі кажучи, не допускають адаптації: з додаванням нових даних процедура побудови прогнозу повинна бути повторена заново;
- ці методи непридатні для сезонного прогнозування;
- відповідна прогностична модель супроводжується додатковою інформацією про її адекватність та якість прогнозування.

## **2.5 Формалізовані методи прогнозування**

До цієї групи методів прогнозування відносять такі:

- екстраполяційні методи;
- експоненціальне згладжування;
- методи інтерполяції.

В методичному плані основним інструментом будь-якого прогнозу є схема екстраполяції. Розрізняють формальну і прогнозу екстраполяцію. Формальна базується на припущенні про збереження в майбутньому минулих і справжніх тенденцій розвитку об'єкта прогнозу. При прогнозній екстраполяції фактичний розвиток пов'язується з гіпотезами про динаміку досліджуваного процесу з урахуванням в перспективі її фізичної і логічної сутності.

Основу екстраполяційних методів прогнозування складає вивчення часових рядів, що представляють собою впорядковані в часі набори вимірювань тих чи інших характеристик досліджуваного об'єкта, процесу.

Досить ефективним і надійним методом прогнозування є експоненціальне згладжування. Основні переваги методу полягають у можливості обліку ваг вихідної інформації, в простоті обчислювальних операцій, в гнучкості описів різних динамік процесів. Метод експоненціального згладжування дає можливість отримати оцінку параметрів тренда, що характеризують не середній рівень процесу, а тенденцію, що склалася до моменту останнього спостереження. Найбільше застосування метод знайшов для реалізації середньострокових прогнозів. Для методу експоненціального згладжування основним і найбільш важким моментом є вибір параметра згладжування  $\alpha$ , початкових умов і ступеня прогнозуючого полінома [10].

Одним з найпростіших прийомів згладжування динамічного ряду з урахуванням «старіння» є розрахунок спеціальних показників, що одержали назву експоненціальних середніх, які широко застосовуються в короткостроковому прогнозуванні. Основна ідея методу полягає у використанні в якості прогнозу лінійної комбінації минулих і поточних спостережень.

Досить часто необхідно побудувати прогноз для значень показників якого - небудь ряду усередині періоду спостережень (на ретроспективному інтервалі). Наприклад, це характерно для даних із пропусками, коли деякі значення ряду відсутні (не проводилися виміри, дані за ці періоди не представлені в статистичних збірниках чи іншій звітності). При цьому, аналізуючи розташування точок тимчасового ряду на площині, береться до уваги деяка нелінійна тенденція, що відбиває ділянки зростання і спаду значень показників. Для відносно невеликої кількості точок тимчасового ряду (до 10) як таку тенденцію, що не має властивості суворої монотонності, може бути підібрана функція у вигляді полінома відповідного ступеня. Коефіцієнти для цих поліномів знаходяться за допомогою методу інтерполяції. Дані поліноми (їх називають інтерполяційними) можуть бути представлені в різних формах (у формі Ньютона, у формі Лагранжа і т. д.).

## 2.6 Адаптивні методи прогнозування

Адаптивні методи в основному базуються на використанні часових рядів. У силу цього передбачається, що мається ретроспективна інформація у вигляді значень прогнозованого показника, що спостерігаються за визначений проміжок часу. Тобто мається часовий ряд  $y_1, y_2, \dots, y_t$ , де  $y_t$  можуть бути векторними величинами, що розглядається як характеристика поведження процесу в минулому (ретроспективна інформація).

Ключовим моментом у прогнозуванні є оцінка його надійності. Надійність прогнозу залежить у першу чергу від вірогідності інформації, від правильної ідентифікації моделі.

Важливим моментом у прогнозуванні є можливість відновлення прогнозу з появою додаткових спостережень. При виборі методу прогнозування варто віддати перевагу тому методу, який за подібних інших умов дозволяє з меншими витратами обнови (виправити) прогноз [11].

### 2.6.1 Метод Холта

У методі Холта параметри  $a_0(t)$  і  $a_1(t)$  оцінюються за допомогою двох ковзних середніх, що мають різні незалежні параметри згладжування. Коефіцієнт  $a_1(t)$  оцінюється як експонентна середня приростів параметра  $a_0(t)$ . Введемо позначення для приросту параметра  $a_0(t)$  у момент  $t$ :

$$p(t) = a_0(t) - a_0(t-1) \quad (2.3)$$

Тоді відповідно до моделі Холта:

$$a_1(t) = \alpha_1 p(t) + (1 - \alpha_1) a_1(t-1) \quad (2.4)$$

де  $0 < \alpha_1 < 1$  — перший параметр згладжування.

Коефіцієнт  $a_0(t)$  є експонентна середня рівнів ряду, обчислена з урахуванням виправлення на попередній приріст  $a_1(t - 1)$ :

$$a_0(t) = \alpha_0 y_t + (1 - \alpha_0)a_0(t - 1) + (1 - \alpha_0)a_1(t - 1) \quad (2.5)$$

де  $0 < \alpha_1 < 1$  — другий параметр згладжування, що не залежить від  $\alpha_1$ .

Прогноз у момент  $t$  на  $L$  кроків уперед здійснюється за формулою:

$$\hat{y}_{t+L} = a_0(t) + a_1(t)L \quad (2.6)$$

Якщо позначити помилку прогнозу, зробленого в момент  $t - 1$  на момент  $t$  через  $e_t$ , тобто

$$e_t = y_t - \hat{y}_t = y_t - a_0(t - 1) - a_1(t - 1), \quad (2.7)$$

то співвідношення (2.4) і (2.5) можна переписати у вигляді:

$$a_0(t) = a_0(t - 1) + a_1(t - 1) + a_0 e_t$$

$$a_1(t) = a_1(t - 1) + a_0 a_1 e_t \quad (2.8)$$

Ці формули можна використовувати для виправлення прогнозів при одержанні додаткових даних.

У моделі Холта, таким чином, використовується два незалежні параметри згладжування –  $a_0$  і  $a_1$  але залишаються ті ж питання, що і при застосуванні експонентної середньої:

- які повинні бути значення  $a_0$  і  $a_1$ ;
- як задати початкове значення  $a_1(0)$  і  $a_0(0)$ ?

Холт використовував значення  $\alpha_0 = 0,1$ ,  $\alpha_1 = 0,01$ . Значення  $a_0$  варто вибрати як середнє декількох початкових значень рівнів ряду, а значення  $a_1$  - як середнє декількох початкових значень перших різниць рівнів.

Для загального випадку оцінка помилки прогнозу при використанні моделі Холта,- досить трудомістка задача. Наближене її значення, що цілком виправдане при використанні моделі, можна одержати з узагальненої моделі. Для лінійної моделі будемо мати:

$$\text{var}(\hat{y}_{t+L}) \cong (1.25(1 - \beta_1^2) + (1 - \beta_1^2)^2 L)\sigma_\varepsilon^2 \quad (2.9)$$

де  $\beta_1 = \alpha_0\alpha_1$ — узагальнений параметр згладжування.

## 2.6.2 Метод експонентної середньої

Експонентна середня досить часто використовується для побудови різних прогнозних моделей економічних процесів. Це пояснюється рядом її позитивних властивостей, з яких відзначимо такі:

- дисперсія експонентної середньої залежить від обраного параметра згладжування  $a$ , змінюючи який, ми можемо у деякому розумінні керувати мінливістю експонентної середньої;
- при збільшенні  $a$  значення експонентної середньої  $q_t$  будуть близькі до значень рівнів і добре реагуватимуть на зміни (стрибки) у рівнях.

Прогноз на крок уперед знаходиться за формулою:



$$\hat{y}_{t+1} = q_t = q_{t-1} + \alpha e_t \quad (2.10)$$

який інтерпретують як прогноз у момент  $t$ , який дорівнює прогнозу в момент  $t-1$  плюс деяке виправлення, що залежить від помилки прогнозу на момент  $t$ . Деякі автори приписують експонентній середній адаптивні властивості, якими вона в такому вигляді не володіє, оскільки параметр  $\alpha$  не змінюється навіть якщо прогнози стають явно зміщеними. Як було відзначено вище, змінюючи значення  $\alpha$ , можна змінювати поведінку експонентної середньої, а отже, і моделей, побудованих на її основі. При цьому при збільшенні значення  $\alpha$  експонентна середня наближається до рівнів ряду, але зростає її дисперсія; зменшення значення  $\alpha$  приведе до сильного згладжування і зсуву, але зменшення дисперсії середньої. Таким чином, параметр  $\alpha$  має властивості керуючого параметра. Природно ввести деякий показник, за допомогою якого можна було б визначати моменти, коли модель стає «поганою», тобто дає незадовільні (зміщені) прогнози, і в ці моменти змінювати значення  $\alpha$ . Включення такого показника в модель переводить її до класу адаптивних моделей. В даний час розроблені і застосовуються на практиці багато моделей, заснованих на вищевикладеній ідеї. Тут розглядаються деякі найбільш прості.

Розглянемо застосування експонентного згладжування для прогнозування часового ряду. Нехай є часовий ряд спостережень  $y_1, y_2, \dots, y_n$ . Формула для обчислення експонентної середньої така:

$$q_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)q_{t-1}, (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (2.11)$$

Значення  $q_t$ , обчислене для моменту  $t$ , можна розглядати як прогноз значення рівня  $y_t$  на момент  $t+1$ , тобто

$$\hat{y}_{t+1} = q_t \quad (2.12)$$

де  $\hat{y}_{t+1}$  — прогнозне значення рівня на момент  $t+1$ .

Прогнозом для рівня  $y_t$  є значення експонентної середньої  $q_{t-1}$ , обчислене на момент  $t-2$ . Тоді помилка прогнозу в момент  $t$  буде дорівнювати:

$$e_t = y_t - \hat{y}_t = y_t - q_{t-1}, \text{ або } y_t = q_{t-1} + e_t \quad (2.13)$$

Підставляючи (2.12) у (2.13) і замінюючи  $y_t$  за формулою (2.11), одержимо:

$$\hat{y}_{t+1} = q_t = q_{t-1} + \alpha e_t, \quad (2.14)$$

З (2.14) можна укласти, що прогноз, зроблений за допомогою експонентної середньої в момент  $t$ , дорівнює прогнозу, зробленому в момент  $t-1$  плюс деяке виправлення, що залежить від помилки прогнозу для моменту  $t$ . Іноді цю властивість експонентної середньої називають адаптацією. По суті, тут немає адаптації, тому що усі виправлення беруться з постійним коефіцієнтом  $\alpha$ . Більш того, якщо ми хочемо використовувати для прогнозування на подальші моменти часу, то одержимо:

$$\hat{y}_{t+2} = q_{t+1} = q_t + \alpha e_{t+1} \quad (2.15)$$

Оскільки нам невідомо фактичне значення  $y_{t+1}$ , а отже, і помилка  $e_{t+1}$ , то ми повинні  $e_{t+1}$  замінити його математичним чеканням  $E[e_{t+1}]$ , що дорівнює нулю для будь-якого  $t$ . Тоді

$$\hat{y}_{t+2} = q_{t+1} = q_t = \hat{y}_{t+1} \quad (2.16)$$

Таким чином, усі прогнози, виконані в момент  $t$ , будуть постійні і дорівнюватимуть  $q_t$ . Помилка прогнозу буде визначатися через дисперсію  $q_t$ .

$$\text{var}(q_t) = \frac{1-\beta}{1+\beta} \text{var}(y_t) = \frac{1-\beta}{1+\beta} \sigma_y^2 \quad (2.17)$$

Довірчий інтервал прогнозу для заданого рівня значимості  $\alpha$  і кількості спостережень  $n$  визначається за формулою:

$$[q_t - t_\alpha(n-2)\Delta_t; q_t + t_\alpha(n-2)\Delta_t] \quad (2.18)$$

де  $t_\alpha(k)$  — критичне значення критерію Стьюдента;

$$\Delta_t^2 = \left(1 + \frac{1-\beta}{1+\beta}\right) \sigma_y^2 \quad \text{— дисперсія індивідуального прогнозу.}$$

Щоб скористатися формулою (2.18), треба знати дисперсію  $y_t$ , що нам невідома і яка, за припущенням, дорівнює дисперсії помилок  $\varepsilon_t$ . Замінивши помилки відхиленнями  $e_t = y_t - \hat{y}_t$ , знаходимо незміщену оцінку дисперсії помилок:

$$\sigma_\varepsilon^2 = s_e^2 = \frac{\sum_t e_t^2}{n-1} \quad (2.19)$$

що і використовуємо при побудові довірчого інтервалу.

Вираз для обчислення дисперсії прогнозу теоретичного значення  $y_{t+1}$ :

$$\text{var}(\hat{y}_{t+L}) = \frac{1-\beta}{(1+\beta)^3} [1 + 4\beta + 5\beta^2 + 2(1 + 2\beta - 3\beta^2)L + 2(1 - \beta)^2 L^2] \sigma_\varepsilon^2 \quad (2.20)$$

З формули (2.20) видно, що із зростанням величини попередження прогнозу  $L$  дисперсія прогнозованого значення  $y_{t+1}$  зростає пропорційно

квадрату попередження. Позначимо коефіцієнт при  $\sigma_\varepsilon^2$  у формулі (2.21) через  $\gamma(\beta, L)$ . Тоді:

$$\text{var}(\hat{y}_{t+L}) = \gamma(\beta, L)\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_y^2 \quad (2.21)$$

Оскільки нам невідоме значення  $\sigma_\varepsilon^2$ , то його заміняють оцінкою, що дорівнює середньому квадрату відхилень теоретичних значень від фактичних:

$$s_e^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n-1} = \frac{\sum_t e_t^2}{n-1} \quad (2.22)$$

## 2.7 Обґрунтування вибору методів до застосування

Процеси прийняття рішень у різних сферах діяльності багато в чому подібні між собою. Тому необхідно обрати метод, що дозволяє надавати підтримку прийняттю рішень за універсальними правилами, при цьому він повинен відповідати природному ходу мислення осіб, що приймають рішення.

У зв'язку із цим виникають наступні питання:

- який метод необхідно використовувати;
- як формулювати завдання ухвалення рішення.

Метод повинен враховувати той факт, що часто (особливо для завдань великої розмірності) є безліч рішень. Як наслідок несистематичний процес прийняття рішень несе в собі невизначеність, що позначається на якості рішень. Крім того, для вибору кращого рішення далеко не завжди вдається побудувати логічний ланцюжок міркувань, коли із двох варіантів можна вибрати тільки один і компроміси не припустимі. Тому для забезпечення ясності необхідний механізм кількісного ранжирування (установки пріоритетів) для можливих рішень. Метод

повинен припускати обґрунтований і зрозумілий спосіб рейтингування можливих рішень.

Кількісна характеристика рівня життя населення, а також точні критерії, за якими можна було б оцінити реальний рівень життя, не мають однозначного визначення і в статистичних збірниках відсутні. Тому для вибору критеріїв і, отже, для отримання оцінок рівня життя населення залучають експертів і використовують різні експертні методи. Для оцінки рівня життя населення, а точніше для виявлення найбільш важливих компонент, був обраний метод аналізу ієрархій.

Метод аналізу ієрархій є систематичною процедурою для ієрархічного подання елементів, які визначають суть проблеми. Метод полягає у декомпозиції проблеми на більш прості складові частини і в подальшій обробці частин. У результаті може бути визначена відносна ступінь взаємодії елементів ієрархії, яка потім виражається чисельно.

Зазначені передумови приводять до розуміння того, що відповідно до обмежень, що накладаються, метод прогнозування повинен бути адаптивним, адже тільки застосування адаптивних методів, при автоматичній обробці даних на ЕОМ і забезпеченні можливості легко вводити свіжу інформацію про показники, для прогнозування рівня життя населення, дозволяє дати кількісну характеристику зв'язкам між окремими показниками рівня життя й оцінити їхній вплив на добробут, рівень життя населення; здійснювати альтернативний аналіз отриманих результатів прогнозування.

За результатами аналізу при дослідженні існуючих методів прогнозування методи експонентної середньої та Холта привертають найбільшу увагу для використання при середньостроковому прогнозуванні через досить високу точність та можливість праці з великою кількістю аргументів, що планується обробляти для прогнозування.

## 2.8 Математичне забезпечення задачі оцінки і прогнозування основних показників рівня життя населення

### 2.8.1 Алгоритм метода аналізу ієрархій

Метод аналізу ієрархій (МАІ) допомагає структурувати проблему, побудувати набір альтернатив, виділити чинники, які їх характеризують, задати значимість цих факторів, оцінити альтернативи по кожному з факторів, знайти неточності і протиріччя в судженнях особи приймаючої рішення (ОПР), проранжувати альтернативи, провести аналіз рішення і обґрунтувати отримані результати [15].

Суть МАІ полягає в реалізації трьох принципів:

- принцип ідентичності та декомпозиції;
- принцип дискримінації та порівняльних суджень;
- принцип синтезу.

Принцип ідентичності та декомпозиції - реалізація цього принципу здійснюється на першому етапі застосування МАІ, в якому передбачається структурування проблеми у вигляді ієрархії. Ієрархія будується з вершини - це спільна мета чи фокус проблеми. За фокусом йде рівень найбільш важливих критеріїв. Кожен з критеріїв може поділятися на субкритерії, за якими слідує рівень альтернатив.

Принцип дискримінації та порівняльних суджень - цей принцип реалізується на другому етапі МАІ. Суть його полягає в тому, що, використовуючи судження ОПР і певні алгоритми їх обробки, встановлюють ваги об'єктів першого рівня. Іншими словами, елементи завдання порівнюються попарно по відношенню до їх впливу («ваги» або «інтенсивності») на загальну для них мету.

Результати порівнянь записуються у вигляді квадратної матриці. Ця матриця має властивості зворотної симетричності, тобто  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ , де індекси  $i$  та  $j$  відносяться до рядку і стовпцю відповідно (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення	Пояснення
1	Рівна важливість	Рівний внесок двох видів діяльності в мету
3	Помірна перевага	Легке перевага одного виду діяльності над іншим
5	Істотна або сильна перевага	Сильна перевага одного над іншим
7	Значна перевага	Настільки сильна перевага, що воно стає значним
9	Дуже сильна перевага	Очевидність переваги одного виду діяльності над іншим підтверджується найбільш сильно
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями	Застосовується в компромісному випадку

Результати попарних порівнянь відображають не тільки факт, але і ступінь (силу, інтенсивність) переваги. При проведенні попарних порівнянь задається питання: який з двох критеріїв вважається більш важливим і наскільки він важливіший по відношенню до мети? Якщо перший елемент важливіше, ніж другий, то у відповідну позицію матриці заноситься число від 1 до 9. А в симетричну цій позиції, відносно головної діагоналі, клітинку заноситься

зворотне число. Відносна важливість елемента, порівнюваного самим з собою, дорівнює 1, тому головна діагональ матриці містить лише одиниці.

Синтез пріоритетів - реалізація цього принципу складає зміст третього етапу.

Після побудови матриць суджень виникає питання, як ці цифри допоможуть встановити кращі показники?

З групи матриць парних порівнянь ми формуємо набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив множини елементів на елемент верхнього рівня. Будуємо вектор пріоритетів. Для цього потрібно обчислити множину власних векторів для кожної матриці, а потім нормалізувати результат до одиниці, отримуючи тим самим вектор пріоритетів.

Для обчислення власних векторів використовують геометричне середнє. Це можна зробити, перемноживши елементи в кожному рядку і витягуючи корінь  $n$ -ї степені, де  $n$  число елементів. Отриманий таким чином стовпець чисел нормалізується розподілом кожного числа на суму всіх чисел. Інший спосіб полягає в нормалізації елементів кожного стовпця матриці і потім в усередненні кожного рядка.

Алгоритм метода аналізу ієрархій складається з 8 етапів, які слідують у чіткій послідовності.

Крок 1. Визначення проблеми.

Крок 2. Побудова ієрархії, починаючи з вершини (мети - з точки зору управління), через проміжні рівні (критерії, від яких залежать наступні рівні) до самого нижнього рівня (який зазвичай є переліком альтернатив).

Крок 3. Побудова множини матриць парних порівнянь для кожного з нижніх рівнів - по одній матриці для кожного елемента, що примикає зверху. Цей елемент називають направляючим по відношенню до елемента, який знаходиться на нижньому рівні, так як елемент нижнього рівня впливає на розташований вище елемент. У повній простій ієрархії будь-який елемент впливає на кожен елемент, який примикає на рівень зверху. Елементи будь-якого рівня порівнюються один з одним щодо їх впливу на направляючий елемент. Таким чином, отримуємо квадратну матрицю суджень. Попарні порівняння проводяться в термінах домінування одного з елементів над іншим. Ці судження потім виражаються в цілих числах.



Крок 4. На етапі 3 для отримання кожної матриці потрібно  $n(n - 1) / 2$  суджень (при кожному парному порівнянні автоматично приписуються зворотні величини).

Крок 5. Після проведення всіх парних порівнянь і введення даних за власним значенням можна визначити узгодженість.

Крок 6. Кроки 3, 4 і 5 проводяться для всіх рівнів і груп в ієрархії.

Крок 7. Тепер використовується ієрархічний синтез для зважування власних векторів вагами критеріїв і обчислюється сума по всім відповідним виваженим компонентам власних векторів нижнього рівня ієрархії.

Крок 8. Узгодженість всієї ієрархії можна знайти, перемноживши кожен індекс узгодженості на пріоритет відповідного критерію і підсумовуючи отримані числа. Результат потім ділиться на вираз такого ж типу, але з випадковим індексом узгодженості, відповідним розмірам кожної зваженої пріоритетами матриці. Прийнятною є однорідність суджень експерта близько 10% або менше. В іншому випадку якість суджень слід поліпшити, можливо, переглянувши спосіб, слідуючи якому задаються питання при проведенні парних порівнянь. Якщо це не допоможе поліпшити узгодженість, то, ймовірно, задачу слід більш точно структурувати, тобто згрупувати аналогічні елементи під більш значущими критеріями. Буде потрібно повернення до Кроку 2.

Для проведення обґрунтованих чисельних порівнянь не слід порівнювати більш ніж  $7 + 2$  елементів. У такому випадку маленька похибка в кожній відносній величині змінює її не дуже значно.

### **2.8.2 Алгоритм метода Холта**

Побудуємо діаграму етапів роботи з цим методом Холта для рішення задачі прогнозування (див. рис. 2.2).

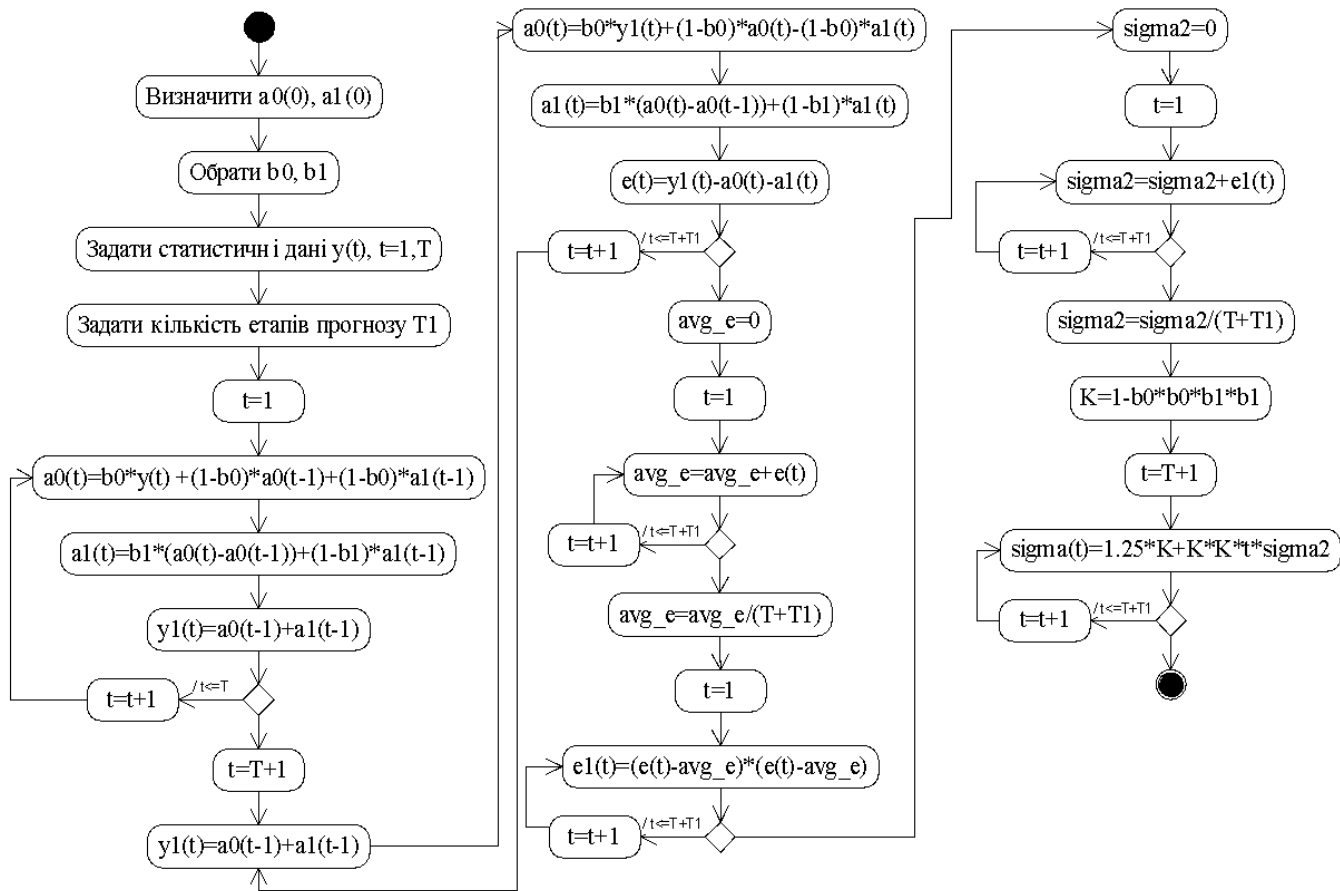


Рисунок 2.2 - Діаграма діяльності методу Холта з розрахунком параметрів для обчислення довірчого інтервалу  $\Delta(t)$

Згідно з побудованою діаграмою, алгоритм методу Холта складається з 10 кроків, які слідують у чіткій послідовності.

- Крок 1. Задаємо статистичні данні  $y(t)$ ,  $t=1, n$ .
- Крок 2. Задаємо кількість етапів прогнозу.
- Крок 3. Обчислюємо прогноз для  $t=1$ .
- Крок 4. Визначаємо  $a_0(0)$  як середнє значення перших п'яти рівнів,  $a_1(0)=0$ .
- Крок 5. Обираємо параметри згладжування  $a_0, a_1$ .
- Крок 6. Обчислюємо  $a_0(t)$  - експонентну середню рівнів ряду і  $a_1(t)$  - експонентну середню приростів параметра  $a_0(t)$ .
- Крок 7. Обчислюємо прогноз у момент  $t$  на  $L$  кроків уперед.

Крок 8. Встановлюємо  $t=t + 1$  і обчислюємо прогноз для наступного кроку.

Крок 9. Позначимо помилку прогнозу, зробленого в момент  $t-1$  на момент  $t$  через  $e_t$ .

Крок 10. Обчислюємо оцінку помилки прогнозу за формулою:

$$\text{var}(\hat{y}_{t+L}) \cong (1.25(1 - \beta_1^2) + (1 - \beta_1^2)^2 L) \sigma_e^2 \quad (2.23)$$

де  $\beta_1 = a_0 * a_1$  — узагальнений параметр згладжування.

### 2.8.3 Алгоритм метода експонентної середньої

Побудуємо алгоритм метода експонентної середньої, він складається з 11 кроків.

Крок 1. Обираємо параметри згладжування  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$ .

Крок 2. Задаємо статистичні данні  $y(t)$ ,  $t=1, n$ .

Крок 3. Задаємо кількість етапів прогнозу.

Крок 4. Визначаємо експонентну середню  $q(0)$  в момент часу  $t=0$ .

Крок 5. Обчислюємо експонентну середню для моменту  $t$  за формулою:

$$q_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) q_{t-1}, (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (2.24)$$

Крок 6. Значення  $q_t$ , обчислене для моменту  $t$ , можна розглядати як прогноз значення рівня  $y_t$  на момент  $t+1$ , тобто  $y_{t+1} = q_t$ , де  $y_{t+1}$  — прогнозне значення рівня на момент  $t+1$ . Прогнозом для рівня  $y_t$  є значення експонентної середньої  $q_{t-1}$  обчислене на момент  $t-2$ .

Крок 7. Обчислюємо помилку прогнозу в момент  $t$ .

Крок 8. Заміняємо помилку  $e_{t+1}$  його математичним очікуванням  $E[e_{t+1}]$ , що дорівнює нулю для будь-якого  $t$ , оскільки нам невідомо фактичне значення  $y_{t+1}$ , а отже, і помилка  $e_{t+1}$ . Таким чином, усі прогнози, виконані в момент  $t$ , будуть постійні і дорівнюватимуть  $q_t$ .

Крок 9. Обчислюємо помилку прогнозу через дисперсію  $q_t$ .

Крок 10. Знаходимо незміщену оцінку дисперсії помилок

Крок 11. Заміняємо значення  $\sigma^2$  оцінкою, що дорівнює середньому квадрату відхилень теоретичних значень від фактичних.

На рисунку 2.3 наведено діаграму діяльності методу експонентної середньої з розрахунком параметрів для обчислення довірчого інтервалу ( $\Delta(t)$ ,  $q_t(t)$ ).

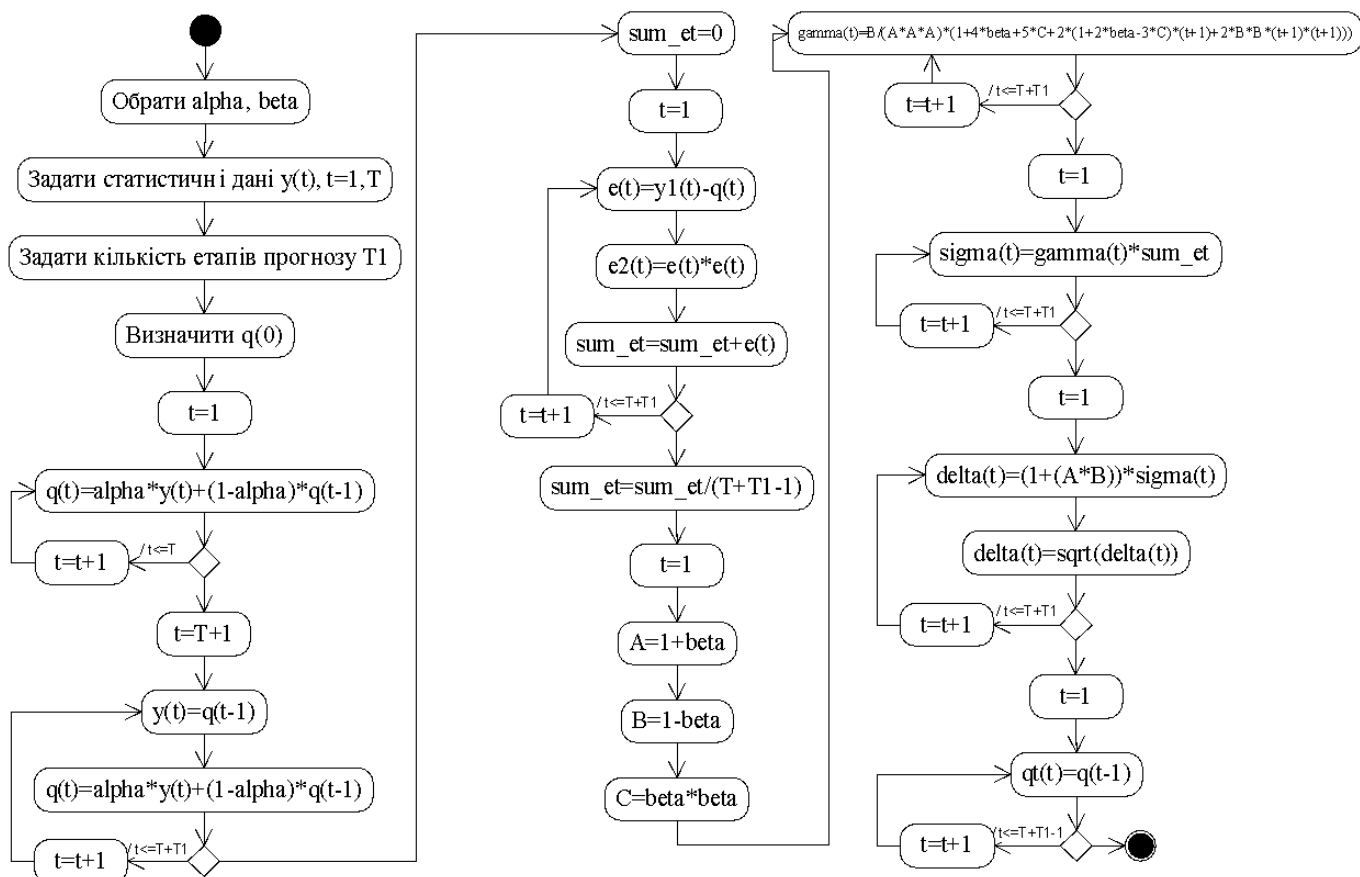


Рисунок 2.3 - Діаграма діяльності методу експонентної середньої з розрахунком параметрів для обчислення довірчого інтервалу ( $\Delta(t)$ ,  $q_t(t)$ )

### 2.8.4 Алгоритм розрахунку узагальнюючих показників оцінки рівня життя населення

Для того, щоб вирішити головну задачу дипломної роботи, а саме провести аналіз і зробити прогноз загального рівня життя населення, необхідно провести інтегральну оцінку найважливіших показників, що впливають на загальний рівень життя населення з метою оцінки та прогнозування цього рівня. Ця оцінка буде базуватися на узагальнюючих показниках рівня життя населення. Розглянемо поступово, як знаходиться саме цей показник, що наведено на рисунку 2.4.

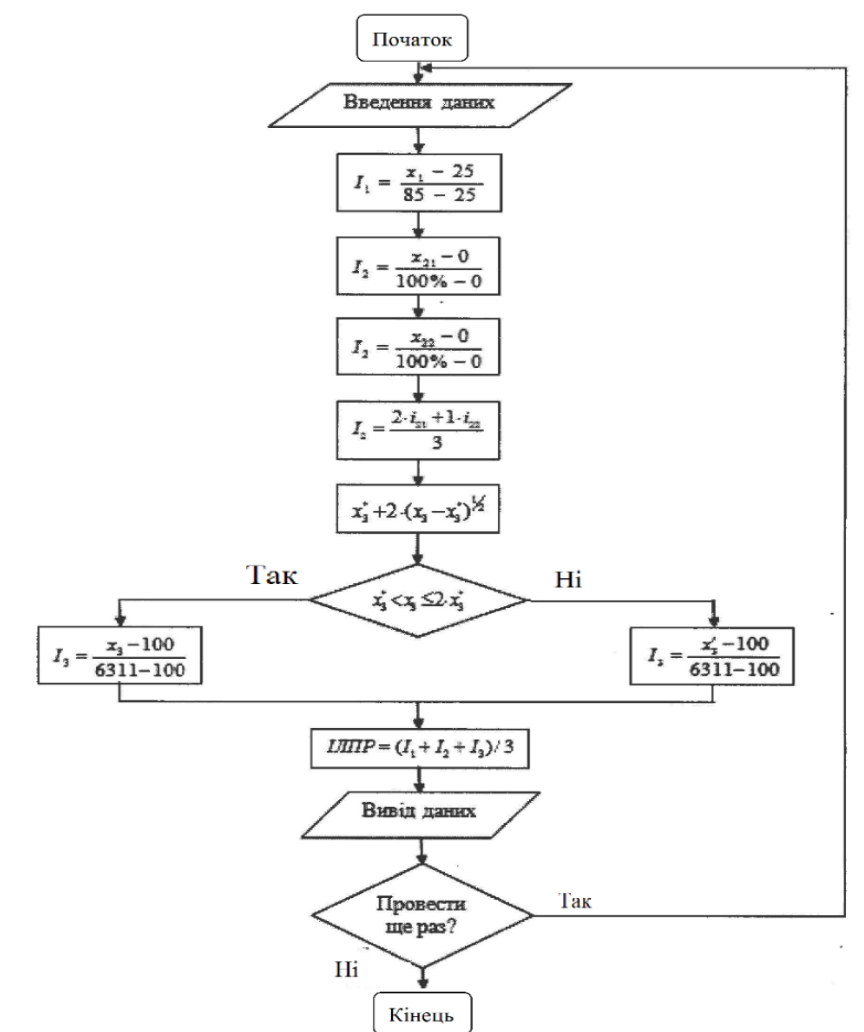


Рисунок 2.4 - Схема алгоритму вирішення задачі знаходження узагальнюючого рівня життя населення регіону

Показник має назву «Індекс людського потенціалу розвитку» (ІЛПР) і складається з трьох окремих показників: очікуваної тривалості життя при народженні, досягнутий рівень освіти, середньодушовий обсяг ВВП.

Для розрахунку першого показника, а саме очікуваної тривалості життя при народженні, користуються формулою:

$$I_i = \frac{(x_i - x_{imin})}{(x_{imax} - x_{imin})}, \quad (2.25)$$

де  $x_i$  — фактичне значення  $i$ -го показника, який береться зі статистичних довідників (за оцінками ООН, очікувана тривалість життя при народженні в Україні становила в 2009-2018 рр. 68 років). Вважають, що мінімальне значення  $x_{imin} = 25$  років, а максимальне значення  $x_{imax} = 85$  років.

Підставляючи значення в формулу, маємо:  $I_i = (x_i - 25) / 60$ .

Для нашого випадку, так як  $x_i = 68$ , значить,  $I_i = 0,717$ .

Наступним етапом розрахунку ІЛПР - є визначення досягнутого рівня освіти. Він розраховується за допомогою формули (2.26) і складається з двох складових, а саме з індексу грамотності серед дорослого населення ( $i_{21}$ ) вагою  $2/3$  і індексу сукупної частки учнів початкових, середніх і вищих навчальних закладів ( $i_{22}$ ) вагою  $1/3$ , які беруться також з статистичних довідників:

$$I_2 = i_{21}x \frac{2}{3} + i_{22}x \frac{1}{3} \quad (2.26)$$

Індекс грамотності серед дорослого населення ( $i_{21}$ ) (у віці від 15 років і більше), розраховується за тією ж формулою, що і показник очікуваної тривалості життя. Але за умови, що  $x_{21max} = 100\%$ , а  $x_{22min} = 0$ .

Індекс сукупної частки учнів розраховується для осіб менше ніж 24 роки за допомогою формули (2.26), а граничні значення частки приймаються такі ж, як і в індексі грамотності (0 і 100%).

Метод розрахунку індексу реального обсягу ВВП у розрахунку на душу населення більш складний. Реальний обсяг ВВП розраховується в доларах на основі паритету купівельної спроможності валют, а потім коригується з урахуванням того, що для гідного рівня життя необов'язково мати занадто високий дохід. В якості порогового значення, достатнього для розумно високого рівня добробуту, приймається середньодушовий обсяг ВВП по світу в цілому, рівний 5990 дол. ППС:  $x_3^* - 5990$ .

Якщо фактичний дохід в даній країні ( $x_3$ ) перевищує пороговий рівень, тобто якщо  $x_3 > x_3^*$ , то величина перевищення дисконтується виходячи з передумови про те, що значимість більш високого доходу різко зменшується. Поточна вартість ( $x_3'$ ) розраховується за такими формулами:

$$x_3' = \begin{cases} x_3^* + 2(x_3 - x_3^*)^{1/2} \text{ для } x_3^* < x_3 < 2x_3^* \\ x_3^* + 2(x_3^*)^{1/2} + 3(x_3 - 2x_3^*)^{1/3} \text{ для } 2x_3^* < x_3 < 3x_3^* \\ \dots \\ x_3^* + 2(x_3^*)^{1/2} + 3(x_3^*)^{1/3} + \dots + (n-1)(x_3^*)^{1/n-1} \\ + n[(x_3 - (n-1)x_3^*)]^{1/n} \text{ для } (n-1)x_3^* < x_3 < nx_3^* \end{cases} \quad (2.27)$$

Якщо  $x_3 < x_3'$ , то при розрахунку індексу реального обсягу ВВП ( $I_3$ ) береться фактичне значення цього показника. Мінімальне значення реального обсягу ВВП розраховуючи на душу населення приймається рівним 100 дол. ППС, а максимальне дисконтне значення становить 6311 дол. США і розраховується за формулою:

$$I_3 = \frac{x_3 - 100}{6311 - 100} \text{ для } x_3 \leq 5990 \text{ дол. ППС} \quad (2.28)$$

$$I_3 = \frac{x_3^* - 100}{6311 - 100} \text{ для } x_3 > 5990 \text{ дол. ППС} \quad (2.29)$$

У результаті отримуємо результат загального рівня життя населення регіону за допомогою формули:

$$\text{ІЛРП} = \frac{(I_1 + I_2 + I_3)}{3} \quad (2.30)$$

Опираючись на дані наведені вище ми маємо змогу розрахувати конкретні значення для рівня життя населення та на основі цих даних можна побудувати графіки оцінки та прогнозу рівня життя населення виконуючи ці розрахунки для кожного проміжку часу базуючись показниках наведених у статистичних збірках. На основі результатів оцінки можна побудувати прогнози на майбутні періоди.

## 2.9 Висновки по розділу 2

В другому розділі наведено класифікацію методів прогнозування. Детально розглянуті методи оцінки та прогнозування основних показників рівня життя населення, що дозволило зробити обґрунтований вибір математичного забезпечення задачі оцінки і прогнозування основних показників рівня життя населення.



### 3 РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ

#### 3.1 Опис і характеристика статистичної інформації рівня життя населення регіону

##### 3.1.1 Статистика чисельності та природного руху населення

Успіхи в соціально-економічному розвитку тієї чи іншої держави в значній мірі залежать від його людських ресурсів та інтелектуального потенціалу. Дійсно, демографічні фактори грають визначальну роль у формуванні та еволюції структури трудового потенціалу країни, ситуації на ринку робочої сили та інші. Рівень освіти та кваліфікації населення значною мірою впливають на технологічний рівень, якість і конкурентоздатність продукції (див. рис. 3.1).

Таблиця 3.1 - Природний рух населення України в 2008-2018 роках

Показник / Рік	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Кількість населення, млн. чол.	48,9	48,5	48,0	47,6	47,3	46,9	46,6	46,4	46,1	46,0	45,8
Кількість народжених, тис. чол.	7,7	8,1	8,5	9,0	9,0	9,8	10,2	11,0	11,1	10,8	10,6
Кількість померлих, тис. чол.	15,3	15,7	16,0	16,0	16,6	16,2	16,4	16,3	15,3	15,2	15,4
Природний прирост, тис. чол.	-7,6	-7,6	-7,5	-7,0	-7,6	-6,4	-6,2	-5,3	-4,2	-4,4	-4,8

Серед чинників зростання дітородної активності населення протягом останніх років слід окремо виділити заходи державної політики, зокрема запровадження вагової одноразової допомоги при народженні дитини, розвитку рівня соціальної допомоги [16].

«Реакція» певної частини населення на значне підвищення розміру одноразової допомоги при народженні втілилась у зрушеннях у традиційному «календарі народжень» і реалізації частини запланованих на більш пізній термін народжень в Україні.

Однією з найбільших проблем є надзвичайно високий рівень передчасної смертності. За статистикою, у 2016 р. більше третини померлих не досягли 63 років (за критеріями ВООЗ ці смерті вважалися передчасними). Основні втрати від передчасної смертності припадають на працездатний вік (73% серед передчасних смертей). Тенденції очікуваної тривалості життя в Україні наведено в таблиці 3.2 [16-19].

Таблиця 3.2 - Середня очікувана тривалість життя при народженні

Рік	Усього (років)
2007-2008	67,9
2008-2009	68,3
2009-2010	68,3
2010-2011	68,2
2011-2012	68,2
2012-2013	68
2013-2014	68,099
2014-2015	68,14
2015-2016	68,18
2016-2017	68,2
2017-2018	68,9

Надмірна смертність населення та низька середня тривалість життя в Україні зумовлені, по-перше, специфічною «консервативною» структурою причин смерті, у якій високий рівень смертності від неінфекційних хронічних захворювань поєднується з не менш значущим рівнем смертності від інфекційних патологій та зовнішніх причин смерті; по-друге, низьким середнім віком смертності від практично всіх класів причин смерті; по-третє, високим рівнем смертності від так званих соціально детермінованих причин, жертвами яких є особи молодого та середнього віку. Так, значна кількість населення помирає від нещасних випадків, аварій, виробничих травм, самогубств, убивств, алкоголізму, паління, наркоманії, паразитарних та інфекційних хвороб. Постійно зростає чисельність ВІЛ - інфікованих та хворих на СНІД [18].

### 3.1.2 Освіченість населення України

Дані про кількість освічених людей в країні і динаміка цього показника представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Динаміка освічених людей в країні

Рік	Коефіцієнт грамотності серед дорослого населення	Коефіцієнт сукупної частки учнів
2008	98,7	74,7
2009	98,6	76,5
2010	98,8	77,3
2011	98,7	77,1
2012	98,8	77,3
2013	99,0	77,5
2014	99,2	77,8
2015	99	78,0
2016	99,099	78,0
2017	99,199	78,3
2018	99,18	78,7

До складу цього показника також увійшли люди у віці від 6 до 22 років, які здобувають освіту в різних навчальних закладах. Основні коливання цього показника як раз і визначаються часткою учнів [16-19].

### 3.1.3 Валовий внутрішній продукт

ВВП на душу населення визначає рівень економічного розвитку. ВВП на душу населення не можна вважати точною характеристикою, так як чимале значення має галузева структура виробництва, якість товарів, що випускаються, ефективність витрат матеріалів та енергії на одиницю продукції, ці дані наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Валовий внутрішній продукт

Рік	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ВВП в розрахунку на одну особу, грн.	3436	5591	7273	9372	11630	15496	13495	17832	17863	17361	18121

Всі показники для порівнянності між країнами виражаються в єдиній валюті - долар США [20]. Перерахунки з національних валют у долари, як це прийнято в ООН при міжнародних економічних зіставленнях, виконуються не за ринковими обмінними курсами, а за паритетами купівельної спроможності [16-19].

### 3.1.4 Статистика зайнятості населення і безробіття

Економічно активне населення - це частина населення, яка пропонує свою працю для виробництва товарів і послуг. Воно включає дві категорії - зайнятих і безробітних.

До зайнятих відносяться особи обох статей у віці від 16 років і старше, а також особи молодших віків.

Дані про структуру зайнятості населення в Україні наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Структура зайнятості населення в Україні у 2008-2018 роках

Рік	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Кількість (тис.)	20175	20163,3	20295,7	20680	20730,4	20904,7	20972,3	20191,5	20266	202689	203012

До безробітних належать особи від 16 років і старше, які протягом аналізованого періоду:

- не мали роботи (заняття, яке приносило б дохід);
- шукали роботу;
- готові були приступити до роботи.

При віднесенні тієї чи іншої особи до категорії безробітних повинні враховуватися всі три критерії, зазначені вище.

Якщо мова йде про пошуки роботи, то мається на увазі активний пошук роботи: звернення в державні або в приватні служби зайнятості, до адміністрації підприємств і організацій, використання або приміщення оголошень у пресі, спроби організації власної справи та інші [16-19].

До складу безробітних включаються також особи, що навчаються за напрямом служб зайнятості. В якості безробітних враховуються учні та студенти, інваліди та пенсіонери в тому випадку, якщо вони активно займаються пошуками роботи і готові до неї приступити (див. табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Безробітні за тривалістю пошуку роботи

Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Усього безробітних , тис. (у віці від 15-70 років)	2655,8	2008	1906,7	1600,8	1515	1417,6	1425,1	1958,8	1785,6	1865,7	1898,2

Динаміка зареєстрованого безробіття вказує на посилення активності безробітних щодо реєстрації в Державній службі зайнятості. Це збільшення свідчить не так про сезонні коливання безробіття, як про збільшення чисельності незайнятого населення у зв'язку із скороченням обсягів виробництва. Збільшення тривалості безробіття залишається одним з найбільш серйозних викликів розвитку ринку праці, оскільки перебування в стані безробіття протягом тривалого проміжку часу не тільки знижує шанси безробітного на працевлаштування, але й погіршує якість трудового потенціалу країни, призводить до посилення соціального напруження в суспільстві. На тривалість безробіття найбільше впливають вік, стать, освіта та регіон проживання [21].

Однак реальна ситуація з безробіттям в Україні може бути охарактеризована лише з урахуванням обсягів прихованого безробіття, розрахованих за даними про кількість найманих працівників в еквіваленті повної зайнятості, та оцінки незареєстрованого безробіття.

Недостатньо високий розмір допомоги з безробіття, обмежені можливості працевлаштування з належними умовами оплати та найму істотно вплинули на обсяги та масштаби зареєстрованого безробіття [16-19].

### 3.2 Розробка специфікацій вимог до програмного забезпечення

Область дії. У даній специфікації вимог мова піде про програмне забезпечення для прогнозування здоров'я населення регіону.

Програмне забезпечення буде давати прогнози значення рівня життя по заданим оператором ретроспективним значенням показників, які характеризують життєвий рівень. Передбачувані значення показників можуть бути отримані різними методами. В нашому випадку в якості методів оцінки будемо використовувати метод аналізу ієрархій та алгоритм розрахунку узагальнюючих показників оцінки рівня життя населення, а в якості методів прогнозування метод Холта та метод експонентної середньої. Програмне забезпечення дозволить більш чітко уявляти поточну ситуацію в аналізованій предметній області, а також поставляти інформацію для аналітиків, які займаються плануванням здоров'я населення.

Інтерфейси користувача. Передбачається, що ПЗ призначене для одного типу користувачів - аналітик.

Робоче вікно користувача повинно містити:

- область для графічного відображення використовуваних ретроспективних даних;
- графічний елемент для завдання необхідної кількості кроків прогнозу;
- графічний елемент для відображення використовуваного методу прогнозування та його параметрів;
- область для табличного відображення отриманих прогнозних та використовуваних ретроспективних даних;
- меню програми.

Область для графічного відображення використовуваних ретроспективних даних повинна відображати графік, побудований за вхідним значенням показників, що цікавить аналітика і відповідним датам.

Характеристики і обмеження первинної пам'яті. Для того, щоб будь-який з використовуваних на даний момент математичних алгоритмів обробляв вхідні обсяги даних розміром не більше 100 пар значень менш ніж за 10 секунд необхідно, щоб на комп'ютері, на якому робляться обчислення, в будь-який

момент часу роботи ПЗ могло бути доступно не менше 512 МВ первинної пам'яті, що працює на частоті не менше 800 МНz.

Функції виробу. ПЗ повинно виконувати наступні функції:

- візуалізувати вхідні дані;
- дозволяти задавати метод дослідження та його параметри;
- виконувати пошук прогнозних значень;
- візуалізувати результат пошуку прогнозних значень;
- створювати звіт про проведене дослідження і дозволяти зберігати його.

Обмеження. Вимоги до надійності. ПЗ повинно завжди виконувати всі функції, які приведені вище за умови відповідності апаратної частини ПК описаним обмеженням.

Критичність застосування. ПЗ задовольняє потребам в аналітичній інформації специфічну категорію користувачів - аналітиків, приймаючи це до уваги слід зазначити, що питання доступності ПЗ і його працездатності відповідно закладеним алгоритмам повинні бути врегульовані таким чином, щоб ПЗ було завжди доступним і працездатним.

Критерії безпеки і захисту. Хоча ПЗ не повинно забезпечувати безпеку даних, що використовуються для розрахунків, проте слід звернути увагу, що така проблема може існувати, причому як для оперованих даних так і для результатів розрахунків.

Розподіл вимог. Вимоги, які можуть бути відкладені до появи майбутніх версій системи:

- підтримка більшої кількості форматів вхідних даних;
- підтримка інтерфейсів для взаємодії з зовнішньою системою;
- можливість задавати алгоритми отримання прогнозних значень або корегування існуючих алгоритмів користувачем;
- зовнішні інтерфейси.

Інтерфейси користувача. Область для графічного відображення використовуваних ретроспективних даних. У ній має перебувати графік,



побудований за вхідним значенням показників, що характеризують рівень життя. Джерело вхідних даних - вибраний користувачем файл бази даних, що містить вихідну інформацію по показникам.

Область для табличного відображення використовуваних ретроспективних даних. У ній повинна знаходитися таблиця, яка містить стовпець, заповнена вхідними значеннями показників і відповідними датами. Джерело вхідних даних - вибраний користувачем файл бази даних, що містить вихідну інформацію по показникам.

Функції: ПЗ повинно візуалізувати вхідні дані. Візуалізація представляє собою відображення вхідних даних у графічному та табличному видах.

Послідовність операцій, що реалізують візуалізацію:

- виклик діалогу відкриття файлу бази даних;
- вибір файлу;
- підтвердження вибору;
- отримання візуалізованих даних.

Крім цього - ПЗ повинно дозволяти задавати метод дослідження та його параметри. ПЗ повинно візуалізувати результат пошуку прогнозних значень. Під візуалізацією результату пошуку прогнозних значень розуміють:

- додавання до графіку отриманих прогнозних значень;
- додавання до таблиці значень отриманих прогнозних значень.

ПЗ повинно дозволяти зберігати отримані прогнозні значення, значення довірчого інтервалу в файл.

Мобільність. В силу того, що ПЗ створюється таким чином, що один екземпляр ПЗ виконується на одній машині, виконання коду програми залежить від головної машини. ПЗ створюється для роботи ОС сімейства Windows, варіанти роботи в інших операційних системах не розглядалися. Відповідно вимогам до використання будь-якого компілятора, здатного створювати код, який міг би виконуватися в різних ОС, не передбачається.

### 3.3 Засоби розробки програмного забезпечення

Як засіб для розробки додатка була обрана мова JavaScript. Мова JavaScript являє собою мову сценаріїв для Web. На сьогодні підтримується усіма браузерами. JavaScript є підмножиною мови Java, але не є частиною мови Java. Корпорація Oracle не підтримує мову JavaScript. Вона призначена для програмістів та користувачів, вони хочуть використати та застосувати нові функціональні можливості стандарту HTML5.

На відміну від аплетів Java, які принципово відрізняються від ресурсів HTML і повинні динамічно завантажуватися при звертанні до сторінки web, сценарій JavaScript включаються в сторінку HTML за допомогою дескриптора та інтерпретування браузером в режимі реального часу. Крім того, JavaScript можливо застосовувати для створення серверних додатків (використовуючи Node.js).

В якості попередників JavaScript можливо розглянути ряд невеликих проблемно-орієнтованих мов, наприклад, HyperTalk, dBase та LiveScript. На таких мовах, завдяки їх синтаксичній простоті, вмонтованій функціональній простоті створення об'єктів може програмувати навіть початківець. JavaScript дозволяє вносити в сторінки web інтерактивність, забезпечує взаємодію з користувачем, підтримує заповнення форм введення та переміщення по web-документу. Деякі потужні типи систем інтерактивної взаємодії вдається реалізувати за рахунок комбінації можливостей JavaScript з іншими властивостями сторінок web, наприклад, роботи з фреймами та вмонтованими додатками. JavaScript стала новим відкритим стандартом мови сценаріїв Internet, яка підтримується багатьма компаніями.

Сучасні гіпертекстові інформаційні системи умовно можна уявити у вигляді сукупності декількох комбінацій:

- системи збереження гіпертекстових об'єктів;
- системи відображення гіпертекстових об'єктів;
- системи підготовки гіпертекстових об'єктів;

- системи програмування переглядом сукупності гіпертекстових об'єктів.

Першими були розроблені системи збереження та відображення (1989-1991рр.), які продовжують розвиватись і далі. Після 1991р. стали з'являтися і перші системи підготовки документів. Лише після 1995р. були запропоновані і перші мови управління сценаріями перегляду.

Програми перегляду гіпертекстових сторінок традиційно називають скриптами (scripts). Як це було раніше і в локальних системах, в програмуванні перегляду гіпертекстових документів web існує два методи:

- створення скриптів, які інтерпретуються програмою перегляду (технологія JavaScript);
- компіляція байткоду (технологія Java).

При першому методі для розробки гіпертекстової сторінки потрібний тільки звичайний текстовий редактор і сам і сам гіпертекстовий документ повинен легко читатися людиною-оператором (користувачем).

Другий підхід дозволяє збільшити ефективність виконання програм та захист кодів від несанкціонованих модифікацій. Байткоди або мобільні коди забезпечують технологію програмування на Java.

Технологія мови JavaScript дуже проста та зручна. Всі операції, які можливо виконувати програмою JavaScript, описують дії над добре відомими та зрозумілими об'єктами, які є елементами робочої області програми броузера і контейнерами мови HTML [22]. Тобто існують об'єкти з множиною властивостей та множиною функцій над об'єктами, які ще називають методами. Крім атрибутів об'єкт та метод, існує ще і третій - подія. Події орієнтовані на роботу в Web, наприклад, завантаження сторінки в робочу область браузера, вибір гіпертекстового зв'язку та інші.

### **3.4 Розробка структури бази даних**

Програмне забезпечення, розроблене за допомогою JavaScript, являє собою клієнтську частину. Так як JavaScript - це мова обробки запитів від користувача,

база даних була розроблена за допомогою формату обробки JSON додатку (див. рис. 3.1, табл. 3.7 та табл. 3.8). Приклад реалізації наведено на рисунку 3.2.

```

"unique_identifier": {
  data: [
    ["header_label_name", "header_description"],
    [key1, value1],
    [key2, value2],
    [key3, value3],
    [key4, value4],
    ...
  ],
  label: "label_for_table_description"
}

```

Рисунок 3.1 - Структура JSON файлу

Необхідно надати структуру для зберігання статистичної інформації. Дана структура необхідна для зберігання та обчислення статистики за періоди. Така структура може бути представлена як набір форм, що містять стовпці даних.

Таблиця 3.7 - Опис загальної структури ідентифікаторів JSON

Назва рядка	Тип	Призначення
unique_identifier	String	Унікальний ідентифікатор для позначення статистичної інформації
header_label_name	String	Позначення інтервалу статистичної інформації (рік, місяць)
header_description	String	Опис типу статистичної інформації
label_for_table_description	String	Назва таблиці

Таблиця 3.8 - Опис загальної структури у форматі JSON

Назва рядка	Тип	Призначення
Key	Int	Ідентифікатор періоду статистичної інформації
Value	Double	Значення коефіцієнтів у цей період

```

"childbirth": {
  "data": [
    ["Год", "Коеффициент рождаемости"],
    [2008, 7.7],
    [2009, 8.1],
    [2010, 8.5],
    [2011, 9.0],
    [2012, 9.0],
    [2013, 9.8],
    [2014, 10.2],
    [2015, 11.0],
    [2016, 11.1],
    [2017, 10.8],
    [2018, 10.6]
  ],
  "label": "Коеффициент рождаемости 2008-2018"
}

```

Рисунок 3.2 - Структура JSON файлу для кількості народжених

Структури даних у наведеному вище форматі дозволяють ефективно зберігати та обчислювати дані без необхідності проводити зайві ітерації або звертатися до пам'яті де-кілька разів.

### 3.5 Структура програмного забезпечення

Будь-яке програмне забезпечення, розроблене за допомогою JavaScript, являє собою додаток, який містить запити, події користувача, роботу з DOM елементами, рендерінг сторінки та модулі програмного забезпечення.

Для розробки програмного забезпечення задачі прогнозування здоров'я населення регіону необхідно детально розглянути предметну область з виявленням її особливостей у досить повному обсязі перш, ніж буде написаний код програми.

Для опису процесу розробки програмного забезпечення існує велика кількість спеціалізованих мов. Зупинимося на одній найбільш відомій мові - UML (Unified Modeling Language).

Розробка програмного забезпечення починається з вивчення процесів взаємодії користувача із програмним забезпеченням, іншими користувачами й між процесами, які відбуваються при роботі користувача. Діючі особи даних процесів називаються акторами, а існуючі можливості прецедентами [23].

Взаємодію користувача з системою приведено на рисунку 3.3.

Як видно з рисунка 3.3, система надає можливість вибору або працювати зі статистикою, в цьому випадку надається можливість редагування статистичної інформації (додавання, зміна і т.д.); або перейти на форму прогнозування показників, де також представлена графічна інтерпретація статистичних даних і прогнозних значень.

Розглянута підсистема являє собою форми й модулі, які в нотації UML представляються як класи. Для відображення класів використовуються діаграми класів (class diagram). Діаграми класів відповідають статичному виду системи з погляду проектування [24]. Діаграми класів, які включають активні класи, відповідають статичному виду системи з погляду процесів. Діаграма класів зображена на рисунку 3.4.

Діаграма класів дозволяє візуалізувати внутрішню структуру програми та обмальовує основні взаємозв'язки між моделями додатку.

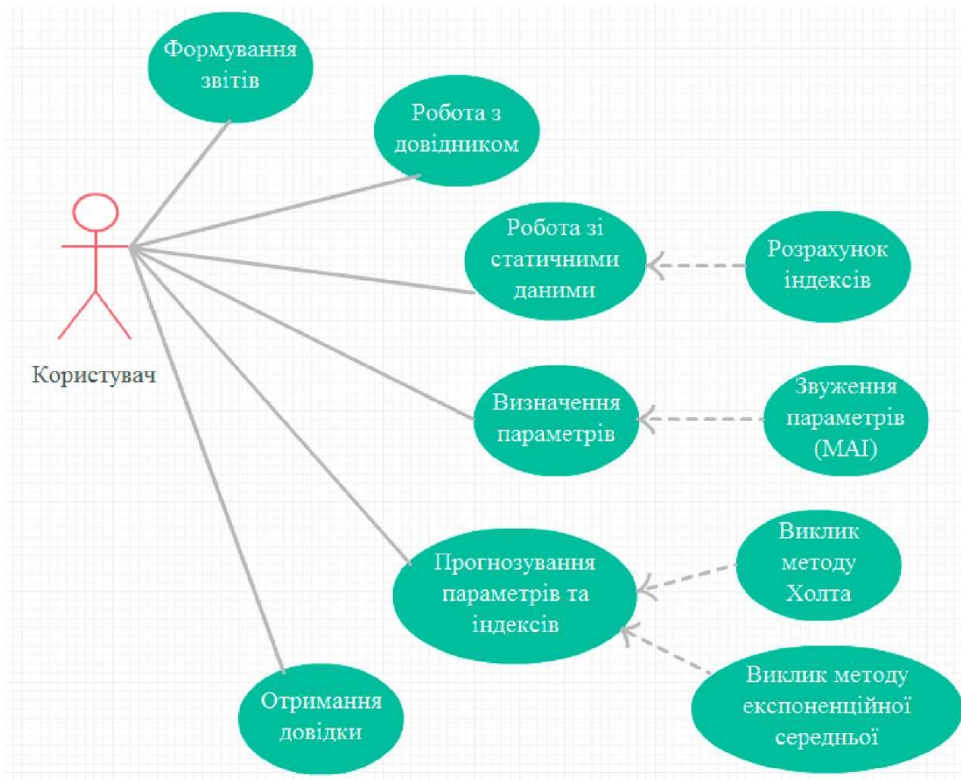


Рисунок 3.3 - Взаємодія користувача з інформаційною системою

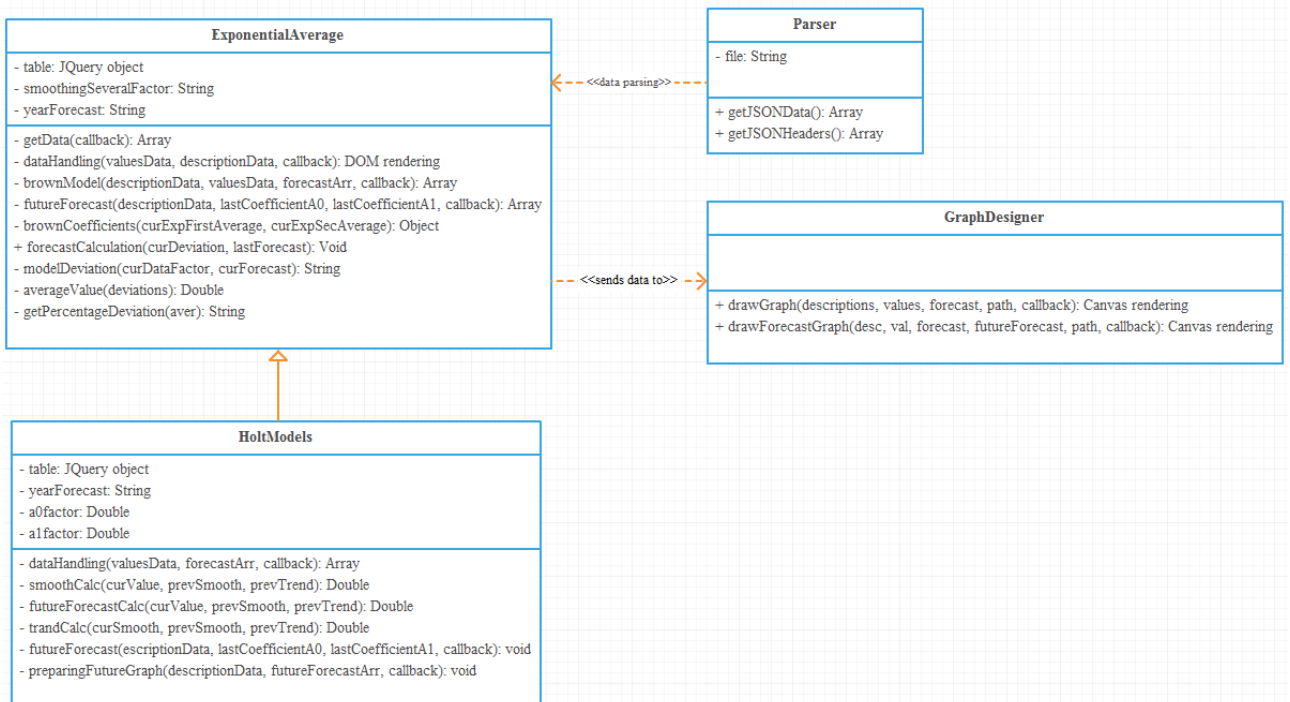


Рисунок 3.4 - Діаграма класів проекту

### 3.6 Опис інтерфейсу користувача

Інтерфейс користувача являє собою набір форм для забезпечення введення інформації та отримання її за запитом. Робота системи розділяється на два етапи: робота зі статистикою та отримання прогнозів.

Для запуску програми роботи із статистикою необхідно запустити сервер, який використовує Apache. Потім користувачу потрібно перенести папку «people's health» з програмним забезпеченням до себе у папку з сервером з назвою «www».

Після цього, користувач відкриває браузер та набирає у поле вводу url 127.0.0.1/people's\_health. На рисунку 3.5 приведена головна форма програми:

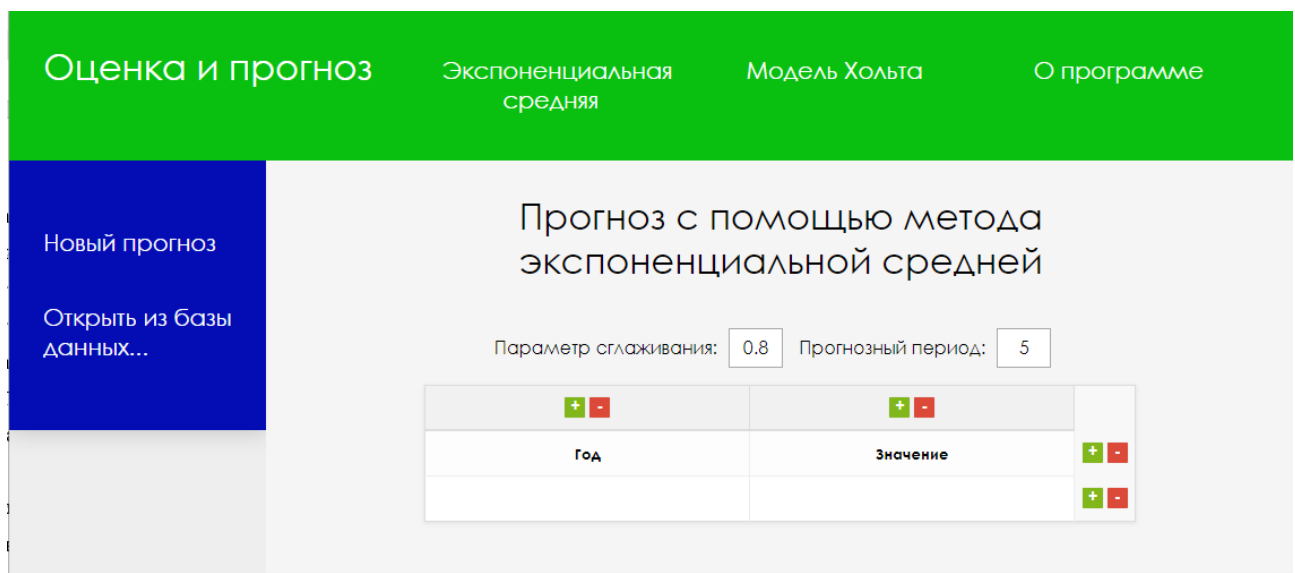


Рисунок 3.5 - Головна форма програми

При роботі з функціями прогнозування даних користувачеві також надається можливість переглядати статистичний матеріал без можливості редагування. Для можливості роботи зі статистичною інформацією користувач повинен натиснути кнопку «Открыть из базы данных» (див. рис. 3.6).

У верхній панелі сторінки (див. рис. 3.6) знаходиться поле, в якому можна вибрати бажаний метод для прогнозування. Після вибору користувачем метода



прогнозування, будуть зроблені розрахунки й відображені його результати. При цьому на графіку буде відображено значення на прогнозний період. У полі «Прогнозний період» користувач може вибрати довжину інтервалу попередження, тобто на скільки років вперед буде зроблений прогноз.

Також передбачено роботу з індексами, тобто розрахунок індексу розвитку людського потенціалу. Він складається з трьох показників: очікуваної тривалості життя, ВВП на душу населення та індексу грамотності.

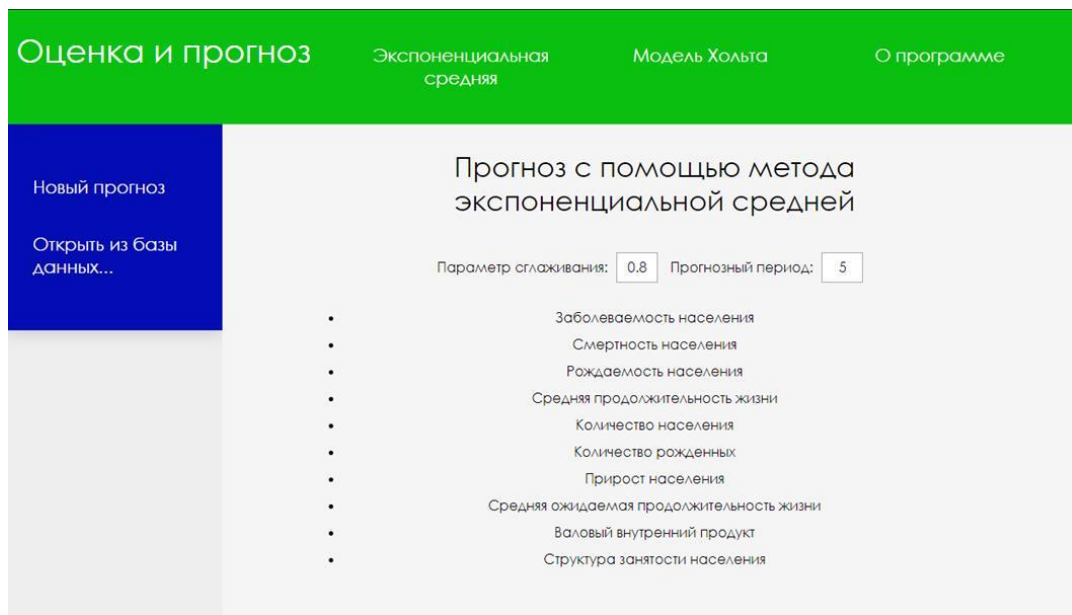


Рисунок 3.6 - Статистичні матеріали

Також передбачено роботу з індексами, тобто розрахунок індексу розвитку людського потенціалу. Який складається з трьох показників: очікуваної тривалості життя, ВВП на душу населення та індексу грамотності.

При натисканні на назву статистичної інформації користувач бачить перед собою статистику у табличному виді як на рисунку 3.7.

На рисунку 3.8 зображено графік та розрахунок цього показника.

При натисканні кнопки «Получить прогноз» користувач бачить розрахунки у табличному виді та графік з прогнозом.



### **3.7 Результати прогнозування основних показників та оцінка рівня життя населення**

#### **3.7.1 Вибір основних показників рівня життя населення за допомогою методу аналізу ієрархій для подальшого їх прогнозування**

В сучасних умовах ринкових перетворень в економіці України проблема оперативного аналізу стану, структури та прогнозування тенденцій зміни основних показників рівня життя населення відіграє величезне значення. Комплексне вирішення цієї проблеми залежить від безлічі факторів, серед яких найбільш важливим є інформаційне забезпечення оперативного аналізу.

Оскільки в даній роботі нас цікавить інформація показників рівня життя населення (соціальна статистика), то виділимо підкласи:

- макроекономічні показники;
- матеріальна забезпеченість;
- охорона здоров'я;
- освіта;
- зайнятість;
- демографічні показники;
- житлові умови;
- пенсійне забезпечення.

Оскільки існує ряд проблем обробки та подання статистичних даних, наприклад, непорядкованість інформаційних потоків (відсутність деяких даних), змішана система отримання інформації (по каналах зв'язку, машинних та паперових носіях), то актуальним завданням є створення комп'ютерної системи оперативного аналізу та прогнозування здоров'я населення регіону.

Маємо 8 критеріїв, які можуть бути враховані при аналізі рівня життя населення. Кожен з цих критеріїв описує деяку частину проблеми. Необхідно визначити, які з цих показників найбільш ефективні. Тобто треба отримати

відповіді на питання: «Наскільки перший критерій більш повно характеризує рівень життя, ніж другий» і т.д.

Завдання полягає в тому, щоб з наведених восьми показників для оцінки рівня життя населення виділити найбільш значимі критерії, які більшою мірою впливають на показник рівня життя.

За кожним критерієм стоїть група показників, наприклад до складу критерію «макроекономічні показники» входять: валовий внутрішній продукт, валовий національний продукт, чистий внутрішній продукт, внутрішній дохід, особистий дохід громадян. До складу критерію «матеріальна забезпеченість» входять: середньомісячний рівень заробітної плати, реальні доходи на душу населення, структура споживання. До складу критерію «демографічні показники» входять: загальна чисельність населення, загальний приріст населення, природний приріст населення, коефіцієнти народжуваності і смертності, показник середньої тривалості життя і т.д.

Для того щоб управляти процесом підвищення рівня і якості життя населення, необхідно оцінювати їх компоненти, а це вимагає конкретизації переліку елементів, що входять до складу тієї або іншої компоненти.

Визначення рівня життя як сукупності характеристик споживання широко використовується як у вітчизняних дослідженнях і розробках, так і в роботі міжнародних організацій та міжнародної статистичної інформації. Рівень життя визначається системою показників, кожен з яких дає уявлення про яку-небудь одну сторону життєдіяльності людини (населення).

Вибравши на першому етапі найбільш важливі критерії, на другому виберемо найбільш важливі показники зі складу цих критеріїв. В основі процедури вибору критеріїв стоїть попарне їх порівняння. Результати цієї процедури оформляються у вигляді матриці.

Розглянемо матрицю, клітини якої заповнені відповідно суб'єктивними судженнями експерта (на підставі шкали від 1 до 9) про вподобання між розглянутими показниками [14].

Матриця попарних порівнянь розглянутих показників наведена у вигляді таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Матриця попарних порівнянь суджень

Загальне задоволення показників	Макроекономічні показники	Матеріальна забезпеченість	Охорона здоров'я	Освіта	Зайнятість	Демографічні показники	Житлові умови	Пенсійне забезпечення.
Макроекономічні показники	1	2	3	2	1	1	4	7
Матеріальна забезпеченість	1/2	1	2	1/2	2	1	3	3
Охорона здоров'я	1/3	1/2	1	1/3	1/2	1/2	3	3
Освіта	1/2	2	3	1	1	1	5	5
Зайнятість	1	1/2	2	й	1	1	5	3
Демографічні показники	1	1	2	1	1	1	5	4
Житлові умови	1/4	1/3	1/3	1/5	1/5	1/5	1	2
Пенсійне забезпечення.	1/7	1/3	1/3	1/5	1/4	1/4	1/2	1

В більш компактному вигляді цю ж матрицю можна записати так, як представлено нижче (див. рис. 3.9).

Як видно з матриці два останні рядки мають тільки дробові значення, це означає, що два останніх показники, з усіх розглянутих, менш важливі (в значно меншому ступені впливають на рівень життя), ніж інші. Виходячи з цього, два останніх показника можна виключити з подальшого розгляду. Таким чином, далі будемо розглядати матрицю розмірністю (6x6), узявши перші 6 рядків і перші 6

стовпців з матриці, наведеної вище. Отримана усічена матриця суджень має вигляд на рисунку 3.10.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 & 4 & 7 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 & \frac{1}{2} & 2 & 1 & 3 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 3 & 3 \\ \frac{1}{2} & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 5 & 5 \\ 1 & \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{2} & 1 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 5 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & \frac{1}{5} & 1 & 2 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

Рисунок 3.9 - Матриця попарних порівнянь суджень

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 & 1 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 & \frac{1}{2} & 2 & 1 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{2} & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Рисунок 3.10 - Матриця попарних порівнянь суджень

Далі для кожного рядка матриці обчислюємо компоненту власного вектору. Вона обчислюється як корінь n-го ступеня з добутку членів рядка матриці, де n - розмірність матриці (кількість членів рядка). Тобто для першого рядка ця компонента має вигляд  $\sqrt[6]{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1} = 1,53$ . Аналогічно обчислюємо компоненти власного вектору для кожного з рядків матриці (див. рис. 3.11).

$$\begin{aligned} \sqrt[6]{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1} &= 1,53 \\ \sqrt[6]{\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1} &= 1 \\ \sqrt[6]{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}} &= 0,46 \\ \sqrt[6]{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1} &= 1,36 \\ \sqrt[6]{1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1} &= 0,89 \\ \sqrt[6]{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} &= 1,25 \end{aligned}$$

Рисунок 3.11 - Обчислення компонентів власного вектору

Після того, як отримані власні вектори для всіх рядків матриці, стає можливим їх використання для подальших обчислень, дивись рисунок 3.12:

$1$	$2$	$3$	$2$	$1$	$1$	$\sqrt[6]{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1} = 1,53$	$= a$	$\frac{a}{\text{сума}} = \delta_1$
$\frac{1}{2}$	$1$	$2$	$\frac{1}{2}$	$2$	$1$	$\sqrt[6]{\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1} = 1$	$= b$	$\frac{b}{\text{сума}} = \delta_2$
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$1$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt[6]{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}} = 0,46$	$= c$	$\frac{c}{\text{сума}} = \delta_3$
$\frac{1}{2}$	$2$	$3$	$1$	$2$	$1$	$\sqrt[6]{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1} = 1,36$	$= d$	$\frac{d}{\text{сума}} = \delta_4$
$1$	$\frac{1}{2}$	$2$	$\frac{1}{2}$	$1$	$1$	$\sqrt[6]{1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1} = 0,89$	$= e$	$\frac{e}{\text{сума}} = \delta_5$
$1$	$1$	$2$	$1$	$1$	$1$	$\sqrt[6]{1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} = 1,25$	$= f$	$\frac{f}{\text{сума}} = \delta_6$
							$\frac{\text{сума}}{\text{сума}}$	

Рисунок 3.12 - Обчислення компонентів власного вектору для рядків матриці

Таким чином, маємо:

$$\delta_1 = \frac{1,53}{6,45} = 0,24 \quad \text{- макроекономічні показники;}$$

$$\delta_2 = \frac{1}{6.45} = 0.15 \quad - \text{матеріальна забезпеченість.}$$

$$\delta_3 = \frac{0.46}{6.45} = 0.07 \quad - \text{охорона здоров'я;}$$

$$\delta_4 = \frac{1.36}{6.45} = 0.21 \quad - \text{освіта;}$$

$$\delta_5 = \frac{0.89}{6.45} = 0.14 \quad - \text{зайнятість;}$$

$$\delta_6 = \frac{1.25}{6.45} = 0.19 \quad - \text{демографічні показники.}$$

Отже, ми отримали оцінки вектору пріоритетів. Далі обчислимо індекс узгодженості (ІС), який дає інформацію про рівень порушення чисельної (кардинальної) і транзитивної узгодженості. Індекс узгодженості в кожній матриці може бути отриманий таким чином. Спочатку підсумовується кожен стовпець суджень, потім сума першого стовпця збільшується на величину першої компоненти вектора пріоритетів, сума другого стовпця - другої компоненти тощо. Потім отримані числа додаються. Так отримуємо величину  $\lambda_{\max}$ . Для індексу узгодженості маємо  $ІС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ , де  $n$  - число порівнюваних елементів.

Отже, маємо: сума кожного стовпця суджень помножена на відповідну компоненту вектора пріоритетів ( $z_i$ ):

$$z_1=1.04; z_2=1.05; z_3=0.91; z_4=1.12; z_5=1.05; z_6=1.05.$$

Далі підсумовуємо отримані числа ( $\sum z_i = 6.22 = \lambda_{\max}$ ).

$$\text{Тоді } ІС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (6,22-6) / (6-1) = 0,044.$$

Відповідно можна підрахувати ставлення узгодженості (ОС), яке обчислюється діленням ІС на випадкову узгодженість матриці (значення випадкової узгодженості можна взяти із спеціальної таблиці. Воно дорівнює 1,24 для матриці розмірністю  $b \times b$ ). Величина ОС мусить бути порядку 10-20%, щоб бути прийнятною. В даному випадку  $ОС = 0,05$ , тобто складає 5%. Це означає,



що вихідні дані в матриці суджень не суперечливі і, отже, можна проводити на їх підставі вибір найкращих критеріїв.

За результатами розрахунків вектору пріоритетів видно, що найбільшу вагу мають компоненти  $x_1$ ,  $x_4$  і  $x_6$ , тобто ці показники мають найбільший вплив на інтегральну мету - рівень життя населення. Решта виключається з подальшого розгляду.

В результаті отримали, що найбільший вплив на рівень життя населення надають:

- макроекономічні показники;
- демографічні показники;
- освіта.

Для подальшого визначення рівня життя населення будемо використовувати методологію ООН. Яка складається з ВВП на душу населення, рівня освіченості громадян та тривалості життя населення. З методики видно, що вона включає показники з раніше обраних критеріїв (найбільш важливих).

### **3.7.2 Результати прогнозування**

Програмне забезпечення, робота з яким була описана вище, дозволяє автоматично складати статистичні звіти на підставі вихідних даних статистичного обліку.

Для перевірки працездатності сформуємо приклад і проведемо чисельний експеримент. До основних абсолютних показників, що визначають рівень, слід віднести: макроекономічні показники, демографічні показники та освіта, що узагальнюються показником, що має назву «індекс людського розвитку потенціалу» (ІЛРП) і складається з трьох окремих показників: очікуваної тривалості життя при народженні, досягнутий рівень освіти, середньодушовий обсяг ВВП.

Для розрахунків можуть бути обрані будь-які показники, отримання значень яких можливо з наявних даних. Як приклад наведено кілька основних на

сьогоднішній день показників, які впливають на рівень життя (див. табл. 3.10).  
Статистична інформація взята зі статистичного щорічника України [21].

Таблиця 3.10 - Список прогнозованих показників	Опис
Номер	
1	Очікувана тривалість життя, кіл-сть років.
2	Досягнутий рівень освіти, коеф-т грамотності.
3	Середньодушовий обсяг ВВП, тис. грн. на одну особу.

Статистична інформація по показниках за період 2008-2018 роки приведена в таблиці 3.11.

Отже, сформуємо прогноз основних показників рівня життя населення. В якості періоду попередження візьмемо 4 роки. Проведемо почергово прогноз всіх обраних показників.

Таблиця 3.11 - Статистична інформація по показниках

№	1	2	3
2008	67,9	98,8	3436
2009	68,199	98,7	5591
2010	68,199	98,8	7273
2011	68	99	9372
2012	68,099	99,199	11630
2013	68,14	99	15496
2014	68,18	99,099	13832
2015	68,2	99,199	14863
2016	68,4	99,18	17361

2017	68,9	99,37	18832
2018	68,8	99,42	19830

На підставі цих даних можемо зробити розрахунок показників на майбутні періоди для планування заходів, орієнтованих на підвищення життєвого рівня населення.

Зробимо прогноз для показника тривалість життя. Результати прогнозу представлені на рисунку 3.13.

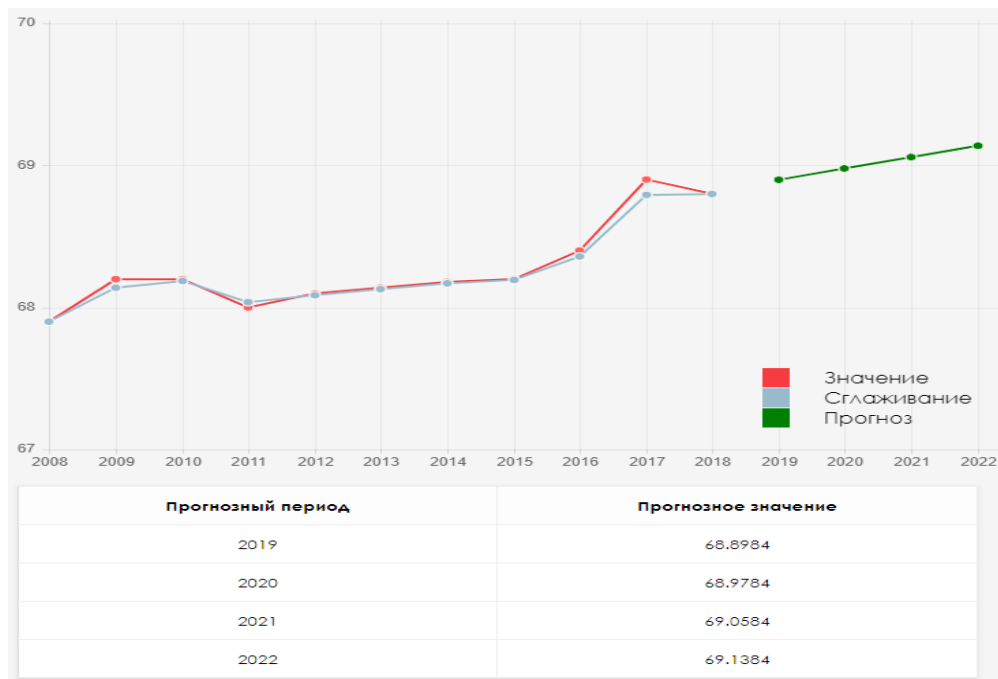


Рисунок 3.13 - Розрахунок очікуваної тривалості життя

Результати прогнозу по показнику рівень грамотності населення представлені на рисунку 3.14.

Тепер розглянемо показник ВВП на душу населення. На рисунку 3.15 представлений графік зміни динаміки цього показника.

Наступним кроком буде розрахунок «індексу розвитку людського потенціалу» базуючись на наведених вище розрахунках (див. рис. 3.16).

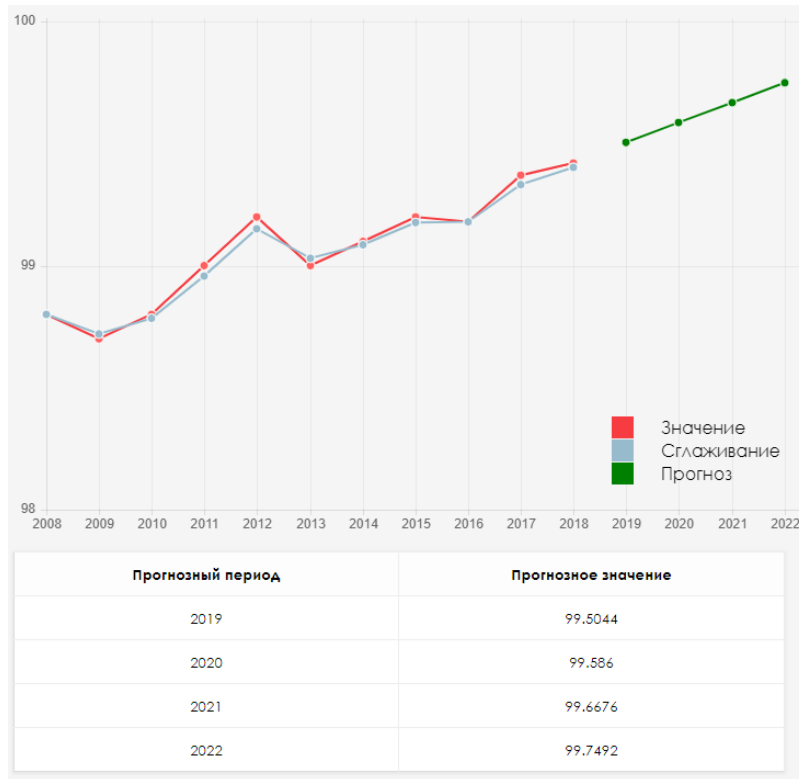


Рисунок 3.14 - Розрахунок рівня грамотності

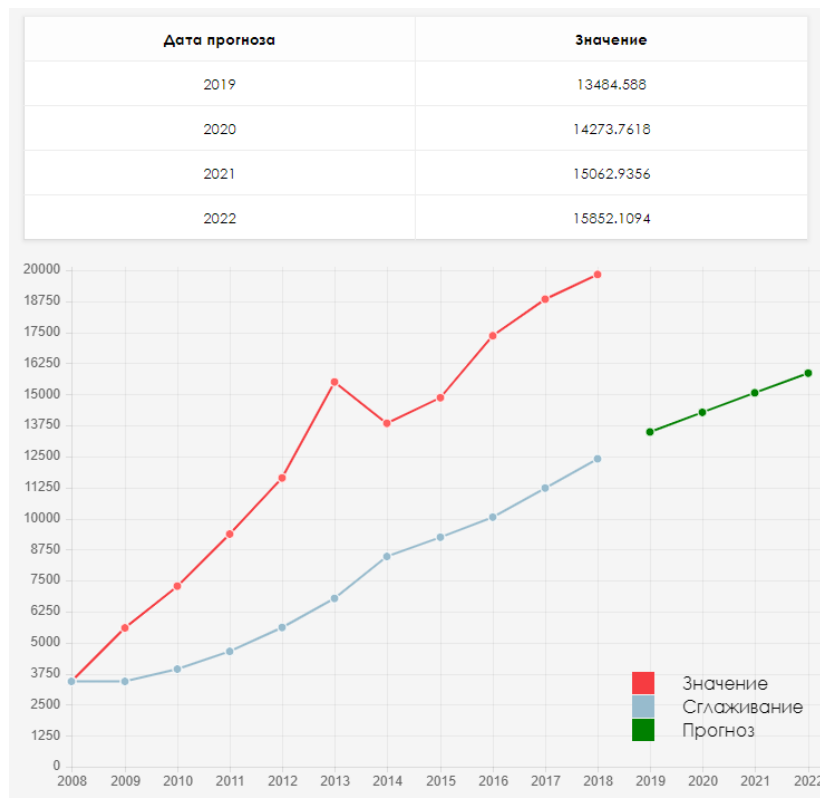


Рисунок 3.15 - Розрахунок ВВП на душу населення



Рисунок 3.16 - Розрахунок «індексу розвитку людського потенціалу»

Оскільки результати базуються на декількох факторах, то наведений результат має менші відхилення, ніж графіки аналізу окремих показників. Цей результат базується на основних показниках рівня життя населення та ілюструє динаміку розвитку цієї оцінки та середньостроковий прогноз зміни цих показників, що базується на динаміці змін за попередні роки.

### 3.8 Оцінка рівня життя населення України

Розглянемо рівень грамотності населення. Цей показник служить індикатором культури нації. Для пострадянського простору рівень грамотності громадян традиційно високий. Згідно зі статистикою, понад 90% громадян України відповідного віку вміють читати і писати. Порівнюючи з минулими роками, середня тривалість навчання зросла на 3,9 роки.

У прогностичний період не передбачається різкої зміни в динаміці цього показника. Помітне невелике зростання в майбутньому, але в цілому рівень

грамотності високий. Також великий відсоток населення мають середню і вищу освіту.

Тим не менше, багато експертів зараз висловлюються з приводу тотального зниження рівня освіти. Це в першу чергу відноситься до випускників ВНЗ. Не завжди йде на користь контрактна форма навчання. Всі ці аспекти призводять до того, що незважаючи ні на що, загальний культурний рівень нації неухильно падає. А це в кінцевому підсумку впливає на настрої в суспільстві, на ефективність праці і його якість, на соціальну орієнтацію суспільства в цілому і окремих її індивідів.

Розглянемо показник Валовий внутрішній продукт. Валовий внутрішній продукт (ВВП) - сукупна вартість усіх товарів і послуг, вироблених протягом року на території країни.

Індекс фізичного обсягу ВВП характеризує зміну обсягів виробництва товарів і послуг в економіці за певний період.

Згідно з даними статистики цей показник неухильно зростає. Індекс фізичного обсягу Валового внутрішнього продукту (ВВП) за січень-червень 2018 року по відношенню до відповідного періоду попереднього року склав 105,4%. У структурі ВВП частка виробництва товарів займає 44, 2%, послуг - 55, 2%.

Як видно в прогностичний період також збережеться ця тенденція. Зростання ВВП може бути обумовлене декількома факторами. Наприклад, зростання промисловості, а це надає позитивний ефект на загальний соціально-економічний стан в країні. Однак, зростання ВВП може бути обумовлене і іншими чинниками. Як відомо ВВП розраховується на душу населення, а якщо чисельність населення падає, то показник ВВП сам по собі починає рости пропорційно зменшенню чисельності населення. Ця закономірність, в тому числі, спостерігається і в Україні. Все це свідчить, що країна розвивається дуже повільно і істотних змін в рівні життя найближчим часом не передбачається.

Одним з найважливіших показників соціальної захищеності людей пенсійного віку, а також індикатором екологічної ситуації служить показник тривалості життя. У благополучній і стабільній країні, яка дбає про своїх

громадян, тривалість життя перевищує 75 років. Очікувана тривалість життя при народженні в Україні в період з 2008-го по 2018 зменшилася на півроку - зараз цей показник становить 68,8 років. Як видно тривалість життя у нас в країні значно поступається тривалості життя в розвинених країнах. Середня тривалість життя ледь перевищує 69 років. За цим показником ми значно відстаємо навіть від країн пострадянського простору.

У загальному рейтингу ІРЛП Україна посіла 78 місце з 187. Значення індексу людського розвитку України, з 2008 по 2018 рік зросла на 4% - до 0,714 - 0,740. Цей показник потрапляє у середню категорію людського розвитку, проте він нижчий середнього по країнах Європи та Центральної Азії (0,771).

### **3.9 Висновки по розділу 3**

В третьому розділі було розроблено специфікацію вимог до програмного забезпечення, що має використовувати обрані алгоритми та автоматично розраховувати оцінку рівня життя населення і прогнозувати зміну цієї оцінки. Проведено проектування програмного забезпечення та інтерфейсу користувача.

Проведено тестування програмного забезпечення, а само прогнозування основних показників та оцінка рівня життя населення. До основних абсолютних показників, що визначають рівень, віднесено: макроекономічні показники, демографічні показники та освіта, що узагальнюються показником, що має назву «індекс людського розвитку потенціалу» (ІЛРП) і складається з трьох окремих показників: очікуваної тривалості життя при народженні, досягнутий рівень освіти, середньодушовий обсяг ВВП.

## ВИСНОВКИ

На початку дипломного проекту було проведено аналіз предметної області, в процесі якого були визначені основні проблеми, що існують в розглянутій галузі. На підставі аналізу предметної області було проведена постановка завдання.

Було проаналізовано методи прогнозування, їх призначення та особливості, розглянуто вимоги до їх застосування. На основі існуючих методів оцінки та прогнозування були обрані саме ті методи, які найкращим чином підходять для використання в даній роботі в умовах існуючої експертної та статистичної інформації.

Було розроблено специфікацію вимог до програмного забезпечення що має використовуючи обрані алгоритми автоматично розраховувати оцінку рівня життя населення та прогнозувати зміну цієї оцінки.

У результаті роботи було розглянуто теорію та особливості соціально - економічного прогнозування та оцінки, досліджено різноманітні групи методів, обрано та візуалізовано алгоритми для проведення оцінки та прогнозування, а також, розроблено специфікацію вимог до програмного забезпечення. Обрані алгоритми було втілено у програмному продукті, який надає змогу провести багатofакторну оцінку та прогнозування на основі статистичних даних.

Інформація, яка може бути отримана за допомогою використання програмного продукту дає можливість для завчасного планування та підготовки до негативних змін, або їх корегування для усунення впливу негативних чинників.

Подальший розвиток програмного продукту передбачає вдосконалення існуючих алгоритмів та використання їх комбінацій для підвищення точності прогнозування виходячи з наявних факторів.

Ще одним зі шляхів подальшого розвитку програмного продукту можна вважати розробку можливості експорту та імпорту даних у різних форматах, що



надасть широкі можливості для інтеграції з іншими системами та більш швидкого введення інформації для опрацювання, генерації файлів з результатами розрахунків у найбільш популярних форматах.

Крім цього, одним з важливих подальших питань є нормалізація даних отриманих з різних джерел - приведення їх до однієї розмірності - досить довгий процес, що має бути автоматизований у рамках програми.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Беседіна В.Ф. Основні прогностичні показники економічного та соціального розвитку України / В.Ф. Беседіна - К.: Інтеллект, 2003. - 159 с.
2. Мандибура В.О. Рівень життя населення України та проблеми реформування механізмів його регулювання / В.О. Мандибура - К.: Парламентське видавництво, 1998. - 256 с.
3. Феномен та особливості бідності в Україні / Ю.А. Саенко // аспекти праці. -1997. - №7 - С. 25-29.
4. Черенько Л.М. Оцінка масштабів та рівня бідності населення України / Л.М. Черенько - К.: 1999. - 78 с.
5. Райцин В.Я. Модели планирования уровня жизни / В.Я. Райцин - М.: Экономика, 1987. - 137 с.
6. Иванова Ю.Н. Экономическая статистика: підручник / Ю.Н. Иванова. - М.: ИНФРА-М, 1998. - 480 с.
7. Геєць В.М. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підруч. / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова - Харків: «Інжек» 2005. - 396 с.
8. Арженовский С.В. Статистические методы прогнозирования: учебное пособие / С.В. Арженовский, И.Н. Молчанов - Ростов - н/Д, - 2001. - 410 с.
9. Клеандров Д.И. Статистический анализ экономических временных рядов и прогнозирование /Д.И. Клеандров, Френкель А.А.- М: Наука, 1973.- 287с.
10. Лукашин В.В, Адаптивні методи прогнозування: підручник. / В.В. Лукашин - М.: Наука, 2005. - 236 с.
11. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / К.Д. Льюис - Москва: Финансы и статистика, 1996.
12. Саати Т. Прийняття рішень. Метод аналізу ієрархій / Т. Саати - М.: Радіо й зв'язок, 1993. - 316 с.

13. Ногин В.Д. Прийняття рішень у багатокритеріальному середовищі: кількісний підхід / В.Д. Ногин - 2-е вид.. - М.: Физматлит, 2004. - 329 с.
14. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования: учеб. пособие для вузов. / Т.А. Дуброва - М.: Юнити-дана, 2003. - 206 с.
15. Мизина Е.В. Статистика: Курс лекций - Д.: ДонГТУ, 2001. - 256 с.
16. Статистичний щорічник України за 2015. - Київ, ТОВ «Август Трейд», 2016.
17. Статистичний щорічник України за 2016. - Київ, ТОВ «Август Трейд», 2017.
18. Статистичний щорічник України за 2017. - Київ, ТОВ «Август Трейд», 2018.
19. Соціальні індикатори рівня життя населення. Статистичний щорічник - К.: Держкомстат України, 2014. - 227 с.
20. Гамбаров А.Г. Статистическое моделирование и прогнозирование: учеб. пособие / Г.М. Гамбаров, Н.М. Журавель, Ю.Г. Королев и др. / Под ред. А.Г. Гранберга. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 340 с.
21. Калина А.В. Сучасний економічний аналіз прогнозування: навч. - метод. посібник / А.В. Калина, М.Л. Конєва, В.О. Яценко - К.: МАУП, 1997. - 272 с.
22. Рекомендации по написанию чистого кода на JavaScript [Электронный ресурс] // <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/454520/>
23. Фаулер М., Скотт К. UML. Основы. 2-е издание. - Санкт-Петербург: Символ-Плюс, 2001. - 192 с.
24. Стасєв Ю.В. Системи обробки інформації / Ю.В. Стасєв, В.М. Більчук, Д.В. Голкін, М.М. Горобець, В.Ф. Євдокімов // Збірник наукових праць. Тематичний випуск «Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії». -Х.: ХУПС ім. Івана Кожедуба. -2013. - Вип. 3(110). - С. 150 -153.