

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами
Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем
Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»
Освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

«___» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, та розробка програми для її реалізації»

Виконав: студент групи 6151м

_____ Гайдук Ю.Р.

(підпис, ПІБ)

Керівник роботи:

доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступень, вчене звання)

_____ Макарова Л.М.

(підпис, ПІБ)

Миколаїв – 2021 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами
Кафедра програмного забезпечення автоматизованих систем
Спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»
Освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

_____ проф. С.Б.Приходько
(підпис)

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Студенту _____ Гайдук Юрію Руслановичу
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, та розробка програми для її реалізації»
Керівник роботи доцент кафедри ПЗАС, к.т.н., доцент Макарова Л.М.

Затверджені наказом ректора № 1239уч від «13» _____ 10 _____ 2021 р.

2. Термін подання роботи: 06.12.2021 р.

3. Вихідні дані по роботі: _____

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) _____

Вступ (Актуальність теми. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Мета і завдання дослідження. Об'єкт дослідження. Предмет дослідження. Методи дослідження. Наукова новизна одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів. Особистий внесок здобувача. Апробація результатів досліджень. Публікації.); Огляд літератури та обґрунтування необхідності проведення досліджень за обраною темою; Викладення результатів власних досліджень з висвітленням того нового, що пропонується; Проект програмного забезпечення; Організаційно-економічний розділ; Розділи з охорони праці та охорони навколишнього середовища; Висновки; Список використаних джерел; Додатки (технічне завдання, текст програми, опис програми, інструкція користувача, програма і методика випробувань програмного забезпечення)

5. Перелік презентаційних матеріалів _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 13.10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання	Примітка
1.	Підготовка розділу Вступ	18.10.2021	НС*
2.	Підготовка розділу з огляду літератури та обґрунтування необхідності проведення досліджень за обраною темою	19.10.2021	НС*
3.	Підготовка розділу (ів) з результатів власних досліджень	22.10.2021	НС*
4.	Підготовка розділу з проекту програмного забезпечення	16.11.2021	
5.	Підготовка організаційно-економічного розділу	19.11.2021	
6.	Підготовка розділу з охорони праці	22.11.2021	
7.	Підготовка розділу з охорони навколишнього середовища	24.11.2021	
8.	Підготовка розділу Висновки	25.11.2021	
9.	Оформлення списку використаних джерел та додатків	29.11.2021	
10.	Подання на кафедру ПЗАС тексту остаточного варіанту роботи, підписаного її керівником, у роздрукованому та електронному форматі разом із заявами щодо самостійності виконання роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи (Додатки 1 і 2 «Порядку здійснення заходів з перевірки робіт на наявність текстових збігів/ідентичності/схожості із використанням програмно-технічних засобів», який введений в дію наказом ректора НУК за №20 від 20.01.2020 р.)	06.12.2021	не пізніше, ніж за 14 діб до захисту (згідно п.4.1 зазначеного Порядку
11.	Підготовка презентації та доповіді	09.12.2021	
12.	Попередній захист роботи на засіданні кафедри ПЗАС	10.12.2021	
13.	Подання на кафедру ПЗАС електронних версії наступних документів у форматі pdf: кваліфікаційної роботи; файлу-опису кваліфікаційної роботи (згідно Додатку до наказу ректора НУК за №287-уч від 19.05.2020 р.); презентації доповіді	20.12.2021	

* - за результатами наукового стажування (НС), яке було з 01.09.2021 до 10.10.2021 р.

Студент

(підпис)

Гайдук Ю.Р.

(ПБ)

Керівник роботи

(підпис)

Макарова Л.М.

(ПБ)

РЕФЕРАТ

Гайдук Юрій Русланович

«Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, та розробка програми для її реалізації»

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня магістра зі спеціальності 121 – «Інженерія програмного забезпечення». Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Миколаїв, 2021 р.

Обсяг роботи: 112 стор., 12 табл., 25 рис., 36 використаних джерел, 5 додатків.

Актуальність теми роботи: необхідність дослідити можливість та методи побудови такої математичної моделі, яка дасть змогу швидко та достовірно оцінювати розмір мобільних застосунків, що створюються для Android.

Мета та завдання дослідження: підвищення достовірності оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Об'єкт дослідження: процес оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Предмет дослідження: однофакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Методи дослідження: методи теорії ймовірностей та математичної статистики, математичного моделювання, регресійного аналізу, об'єктно-орієнтованого програмування.

Наукова новизна одержаних результатів: отримала подальший розвиток однофакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі нормалізації за допомогою десяткового логарифму, яка дозволила підвищити достовірність оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, в порівнянні з існуючою моделлю.

Практичне значення одержаних результатів: розробка програми для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі побудованої нелінійної регресійної моделі.

Апробація результатів досліджень: основні положення і результати досліджень, викладені у кваліфікаційній роботі, пройшли апробацію на XIII міжнародній науково-практичній конференції «Free and Open Source Software» (м. Харків, 16 – 18 листопада 2021 р.).

Публікації: Основні результати кваліфікаційної роботи викладено в 1 науковій праці – тезах конференції.

Ключові слова: розмір програмного забезпечення, мобільні застосунки, Android, нелінійна регресійна модель, однофакторна регресія, нормалізуюче перетворення на основі десяткового логарифму.

ABSTRACT

Haiduk Yurii Ruslanovych

«A nonlinear regression model for size estimation of mobile applications created for Android and developing the software for its implementation»

The qualification work in obtaining a master's degree in specialty 121 – "Software Engineering". Admiral Makarov National University of Shipbuilding. Mykolayiv, 2021.

Volume of work: 112 pages of typewritten text, 12 tables, 25 figures, a list of references from 36 names, 5 appendices.

Relevance of the theme: the need to explore the possibility and methods of building such a mathematical model that will allow you to quickly and accurately estimate the size of mobile applications created for Android.

The goal and objectives of the study: to increase the reliability of estimating the size of mobile applications created for Android.

The object of the study: the process of estimating the size of mobile applications created for Android.

The subject of the study: univariate non-linear regression model for estimating the size of mobile applications created for Android.

Research methods: methods of probability theory and mathematical statistics, mathematical modeling, regression analysis, object-oriented programming.

The scientific novelty of the obtained results: received further development the univariate non-linear regression model for estimating the size of mobile applications created for Android, based on the decimal logarithm normalizing transformation, which increased the reliability of estimating the size of mobile applications created for Android, compared to existing model.

The practical significance of the obtained results: software development for estimating the size of mobile applications created for Android based on the constructed non-linear regression model.

Approbation of research results: the main provisions and research results presented in the qualification work have been approbat at the XIII International Scientific and Practical Conference «Free and Open Source Software» (Kharkiv, November 16 – 18, 2021).

Publications: The main results of the qualification work are presented in 1 scientific work – theses of the conference.

Keywords: software size, mobile applications, Android, nonlinear regression model, univariate regression, normalizing transformation based on the decimal logarithm.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ	13
1.1 Мобільні застосунки для Android, їх сутність, особливості, технології створення	13
1.2 Особливості оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android	15
1.3 Способи удосконалення оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android	18
2 УДОСКОНАЛЕННЯ НЕЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID	25
2.1 Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android	25
2.2 Перевірка вихідних емпіричних даних на викиди	28
2.3 Перевірка якості регресійних моделей	29
2.4 Побудова удосконаленої нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android	31
3 ПРОЕКТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID	43
3.1 Ескізний проект програмного забезпечення	43
3.1.1 Моделювання варіантів використання	43
3.1.2 Розробка специфікації варіантів використання	45
3.1.3 Розробка сценаріїв варіантів використання	48

	6
3.1.4 Розробка концептуальної моделі даних	49
3.1.5 Розробка прототипів екранних форм	51
3.2 Технічний проект програмного забезпечення	52
3.2.1 Декомпозиція контекстних процесів діаграми потоків даних	52
3.2.2 Логічна модель даних	53
3.3 Робочий проект програмного забезпечення	55
3.3.1 Вибір мови програмування та середовища розробки	55
3.3.2 Компоненти системи	56
3.3.3 Кодування програмного забезпечення	56
3.3.4 Тестування програмного забезпечення	57
3.3.5 Випробування програмного забезпечення	58
4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID	63
5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID	65
5.1 Опис програми для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android	65
5.2 Розрахунок витрат на створення та експлуатацію програмного забезпечення	66
5.3 Економічна ефективність розробки та впровадження програмного забезпечення	69
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	71
6.1 Загальні питання, пов'язані з охороною праці	71
6.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів у відділі забезпечення якості в офісі фірми «GFL»	62
6.3. Розрахунок системи пожежогасіння приміщення відділу забезпечення якості офісу «GFL»	76

	7
6.4. Розробка заходів щодо зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів	77
7 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	80
7.1 Вплив людини на навколишнє середовище	80
7.2 Забруднення навколишнього середовища підприємством «GFL»	82
7.3 Розробка заходів щодо зменшення забруднення	84
ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87
Додаток А Технічне завдання	91
Додаток Б Текст програми	96
Додаток В Опис програми	102
Додаток Г Інструкція користувача	104
Додаток Д Програма та методика випробувань ПЗ	110

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БД	база даних
ВВ	випадкова величина
ЕД	емпіричні дані
МНК	метод найменших квадратів
ПЗ	програмне забезпечення
ОС	операційна система

ВСТУП

Актуальність теми. Смартфони стають незамінними гаджетами для кожної людини. Зараз набагато частіше зустрічаються люди без персонального комп'ютера, але з кількома телефонами.

За даними дослідницької компанії Gartner про кількість проданих у світі смартфонів за 2020 рік, усього виробники у 2020 році продали понад 1,3 млрд смартфонів, що на 200 млн менше, ніж у 2019 році [1]. Основною причиною падіння продажів став карантин, а точніше, закриті магазини в першій половині року внаслідок локдауну з березня по травень, оскільки роздрібні продажі повністю перейшли в онлайн. З поновленням роботи офлайн-магазинів на початку літа відбулося стрімке відновлення продажів [2].

За даними компанії IDC за підсумками дослідження ринку телефонів та смартфонів України за 2020 рік, обсяг поставок мобільних телефонів в Україну (з огляду на пристрої голосового зв'язку та смартфони) склав 6,9 млн. шт., що на 5,9% більше, ніж у 2019 році [3]. Всупереч негативному впливу на ринок пандемії COVID-19, компанія IDC очікує, що ринок телефонів і смартфонів в Україні продовжить зростання і в 2021 році подолає позначку 7 млн відвантажених пристроїв з річним зростанням 1,9%.

В зв'язку з збільшенням кількості смартфонів у користувачів, з кожним днем стрімко зростає і кількість мобільних застосунків для них. Але мобільні застосунки розробляють не тільки для смартфонів, а і для планшетів, електронних книг, цифрових програвачів, наручних годинників, фітнес-браслетів, ігрових приставок, ноутбуків, нетбуків, смартбуків, окулярів Google Glass, телевізорів, проекторів та інших пристроїв. У 2015 році з'явилася підтримка автомобільних розважальних систем та побутових роботів [4].

У жовтні 2012 року компанія Google заявила про те, що щодня активується 1,3 мільйона пристроїв на базі ОС Android [5]. У 86% смартфонів, проданих у всьому світі у другому кварталі 2014 року, було встановлено цю ОС [6]. На конференції розробників у травні 2017 року компанія Google оголосила, що за всю історію Android було активовано понад 2 млрд. Android-пристроїв [7]. На травень 2021 року кількість таких пристроїв перевищила 3 млрд [8]. Дані були отримані з онлайн-магазину Google Play.

До будь якого ПЗ пред'являється низка вимог і мобільні застосунки не є виключенням. У сучасному світі максимально точне оцінювання необхідних трудових витрат на написання коду ПЗ є однією з основних проблем при управлінні проектами розробки ПЗ [9].

Розмір ПЗ є одним з найвагоміших факторів в управлінні процесом розробки ПЗ. Він впливає на витрати, зусилля та ресурси, необхідні на розробку.

Існує багато методів оцінювання розміру ПЗ, деякі беруть за основу дані про кількість класів, інші використовують функціональні точки або деякі інші аспекти. Але багато з них є або успішними, або непридатними через відсутність даних, ресурсів або експертних навичок [10]. Аналіз існуючих методів та моделей оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків показав, що на сьогоднішній день математичні моделі, які дозволяють оцінити розмір ПЗ мобільних застосунків, створених для Android, не враховують нелінійність вихідних даних та не забезпечують необхідну достовірність. Саме тому виникає необхідність дослідити можливість та методи побудови такої математичної моделі, яка дасть змогу швидко та достовірно оцінювати розмір мобільних застосунків, що створюються для Android.

Мета і завдання дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі моделі та методи оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android;
- обґрунтувати необхідність удосконалення оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android;
- обрати нормалізуюче перетворення для нормалізації вихідних емпіричних даних;
- побудувати нелінійну регресійну модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android за рахунок використання обраного нормалізуючого перетворення;
- розробити програму для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, використовуючи побудовану нелінійну регресійну модель.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Предметом дослідження є однофакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач були застосовані методи теорії ймовірностей, математичної статистики, математичного моделювання, регресійного аналізу, об'єктно-орієнтованого програмування.

Наукова новизна одержаних результатів: отримала подальший розвиток однофакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі нормалізації за допомогою десяткового логарифму, яка дозволила підвищити достовірність оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, в порівнянні з існуючою моделлю.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробці програми для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі побудованої нелінійної регресійної моделі.

Особистий внесок здобувача. Кваліфікаційна робота є самостійно виконаною працею. Усі результати, викладені у роботі, отримані автором особисто. У праці, яка опублікована у співавторстві з керівником роботи [11], здобувачеві належить: удосконалення однофакторної нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати досліджень, викладені у кваліфікаційній роботі, пройшли апробацію на XIII міжнародній науково-практичній конференції «Free and Open Source Software» (м. Харків, 16 – 18 листопада 2021 р.).

Публікації. Основні результати кваліфікаційної роботи викладено у 1 науковій праці – тезах конференції.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ

1.1 Мобільні застосунки для Android, їх сутність, особливості, технології створення

На даний час кількість мобільних пристроїв з операційною системою Android перевищила вже 3 млрд штук [8]. До таких пристроїв відносяться: смартфони, планшети, електронні книги, цифрові програвачі, наручні годинники, ігрові приставки, телевізори, проектори та інші пристрої. Всі вони потребують для своєї роботи відповідного ПЗ. До того ж, більшість "розважальних" програм, що існувало для комп'ютерів, вже існує і в якості мобільного застосунку, якій користувач має змогу завантажити на Play Market.

Android – це повноцінна ОС, в основу якої покладено ядро Linux V3.6. Найперші версії Android знайшли своє застосування в сегменті мобільних телефонів, включаючи смартфони і дешевші розкладні пристрої. Однак повний спектр обчислювальних сервісів і багаті функціональні можливості Android дозволяють створювати застосунки, які далеко виходять за рамки тільки сегмента мобільних телефонів. ОС Android стає все більш популярною і в інших платформах і програмах. Вихідний код Android доступний на сайті проекту Android Open Source Project (AOSP) [12], який підтримується Google. Застосунки під ОС Android є програмами в нестандартному байт-кодi для віртуальної машини Dalvik, для них було розроблено формат інсталяційних пакетів .APK. Для роботи над програмами є безліч бібліотек.

У сучасних умовах розробка ПЗ в більшості випадків ведеться з використанням інтегрованих середовищ розробки (IDE). Одним з найбільш популярних IDE для розробки під ОС Android є IntelliJ IDEA [13]. З точки

зору можливостей і ціни IDEA поставляється в двох варіантах: безкоштовна Community edition, і платна Ultimate edition з розширеною функціональністю.

Наступна IDE для розробки під ОС Android це Eclipse. Довгі роки це середовище впевнено лідирувало за популярністю серед розробників під ОС Android [14].

Для розробки додатків на ОС Android на сьогоднішній день все частіше використовують середу для розробки Android Studio. Android Studio – результат співпраці JetBrains і Google, вона була анонсована 16 травня 2013 року на конференції Google I/O [15]. За великим рахунком, це та ж сама IDEA, за винятком того, що в якості збирача використовується Gradle, а не Ant. Всі зміни, які вносяться в Android Studio, через деякий час з'являються в IDEA і навпаки. Усі розглянуті IDE мають свої особистості та використовують свої мови для розробки мобільних застосунків.

З розвитком розробки ПЗ для Android все частіше виникає питання систематизації та підвищення ефективності розробки, особливо в умовах значно обмеженого часу та фінансових витрат на написання коду. Тому це є однією з найважливіших проблем при управлінні проектами розробки ПЗ.

Розміри ПЗ є найвагомішим фактором в управлінні процесом розробки ПЗ. Доведено, що розмір корелює з витратами, зусиллями та ресурсами, необхідними на його розробку.

Для аналізу оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android, можна застосовувати такі ж метрики, як і для звичайного ПЗ:

LOC – показник кількості рядків коду;

NC – число класів, в яких визначаються методи, викликанні вимірними методами.

Крім того, мобільні застосунки, що створюються для Android, в більшості випадків складаються не тільки з інтерфейсу, який бачить користувач, а й з великої кількості допоміжних сервісів, які забезпечують коректне функціонування цього застосунку (БД, компонентів обробки даних,

сторонніх API, хмарних сервісів та ін.). Це означає, що оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android включає в себе все, що підтримує їх роботу.

1.2 Особливості оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android

На сьогоднішній день при розробці ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android, виникає необхідність оцінити трудомісткість не тільки процесу розробки програмного продукту в цілому, а й кожних його етапів окремо.

Універсальністю називають незалежність програми від конкретного набору даних. Наприклад, універсальна програма використовує в якості параметрів змінні, а не константи, обробляє вироджені випадки і т.і. Універсальність програми економить час по подальшій роботі над нею і забезпечує широкі можливості по використанню.

Розробляючи такі програми, можна передбачити майбутні зміни в специфікаціях цієї програми. Вхідні формати повинні бути розроблені з урахуванням максимальної зручності для користувача і мінімальної можливості помилок. Порядок змінних і формати даних, звичні для користувача, допоможуть уникнути помилок і полегшити використання програм.

Формати вихідних даних можуть сильно відрізнятися. Іноді даються чіткі інструкції і вихідні дані підганяються під певний стандарт. Результати розрахунку повинні бути читабельними і зрозумілими для не програміста.

На сьогоднішній день існують наступні методи та моделі для оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків.

Однією з найбільш відомих моделей даного роду є конструктивна модель вартості (Constructive Cost Model – COCOMO), розроблена наприкінці

70-х років Баррі Боемом (Barry Boehm) [16]. Побудована на основі аналізу ряду проектів, виконаних в основному в інтересах Міністерства оборони США, вона встановлює відповідність між розміром системи в тисячах умовних рядків коду і "класом" проекту, з одного боку, і трудомісткістю розробки системи, з іншого боку.

Базовий тип моделі COSOMO враховує тільки клас проекту – природний, напівінтегрований, "вбудованих систем". Природні проекти – відносно невеликі і розробляються командами, знайомими з прикладною областю. Напівінтегровані проекти – системи середнього розміру і складності, що розробляються групами розробників з різним досвідом. Проекти "вбудованих систем" виконуються при значних апаратних, програмних і організаційних обмеженнях.

Проміжний тип моделі вводить 15 поправочних факторів, що належать до однієї з чотирьох категорій: атрибути продукту, такі, як його складність і вимоги до його надійності; атрибути системи, такі, як обмеження на оперативну пам'ять і час виконання; атрибути команди, такі, як досвід в прикладній області; атрибути проекту, такі, як кошти, використані для розробки. Високий рівень типу моделі додатково вводить розбиття по стадіях життєвого циклу.

Істотним недоліком даної моделі є її основа на тисячах умовних рядків коду, як метриці розміру програмного комплексу.

Модель COSOMO II є спадкоємцем початкової моделі COSOMO, яка на даний час вже досить застаріла, оскільки була представлена в 1981 р. [17]. Модель COSOMO II надає можливість оцінки за іншими розширеними критеріями. У COSOMO II розрізняють дві стадії оцінки: попередня оцінка на початковому етапі та детальна оцінка після опрацювання архітектури.

Ці моделі використовують наступні метрики для оцінки розміру ПЗ.

Кількість логічних рядків SLOC (використовувані аббревіатури: LSI, DSI, KDSI, де SI – Source Instructions) – визначається як кількість команд і залежить від використовуваної мови програмування. В тому випадку, якщо

мова не допускає розміщення на одному рядку кількох команд, кількість логічних SLOC буде відповідати числу "фізичних" за винятком порожніх рядків та рядків коментарів. Якщо ж мова програмування підтримує розміщення кількох команд на одному рядку, то один "фізичний" рядок повинний бути врахований як декілька "логічних", якщо він містить більше однієї команди мови, що використовується.

Спочатку SLOC застосовувався в умовах, коли мови програмування були відносно прості за структурою і для них характерним було відповідність одного рядка коду одній команді мови. Згодом мови програмування еволюціонували, стали набагато гнучкіші, і ця відповідність для них більше не виконувалося – один фізичний рядок коду тепер міг містити кілька команд мови. З урахуванням цього виділяють і два основні різновиди показника SLOC.

Кількість фізичних SLOC (використовувані аббревіатури: LOC, SLOC, KLOC, KSLOC, DSLOC) – визначається як загальна кількість рядків коду, з урахуванням коментарів і порожніх рядків (при вимірюванні показника на кількість порожніх рядків, як правило, вводиться обмеження – враховується їх кількість, що не перевищує 25% загальної кількості рядків у вимірюваному блоці коду). Літера "D" (Delivered) означає "поставлений" код, тобто тільки той, що увійшов до закінченого програмного продукту. Дуже часто виникає необхідність враховувати не тільки поставлений код, але і допоміжний або проміжний, який не входить до закінченого продукту, але який потрібен для реалізації проекту і вимагає певних витрат праці.

Кількісні метрики коду є найпоширенішими метриками завдяки простоті їх підрахунку.

Існують також альтернативні критерії для оцінки складності, наприклад, кількість класів, що реалізуються в рамках одного варіанту використання, або кількість об'єктів в базі даних, змінних в рамках одного варіанту використання.

Метрика зв'язності класів дозволяє визначити ступінь залежності програмних компонентів системи один від одного. Підвищені значення даної метрики щодо порогових значень можуть говорити про надмірну пов'язаності системи, яка з'являється через слабку модульність інкапсуляції. Така властивість програмної системи може привести до труднощів при повторному використанні коду. На дану метрику можна орієнтуватися при побудові і переробці архітектури програмної системи.

Основними способами зменшення зв'язності об'єктів є більш сувора інкапсуляція логіки в об'єкти, перегляд роботи алгоритмів з концептуальної точки зору і структурна декомпозиція. При цьому використовуються фабрики об'єктів, які дозволяють уникнути зайвої зв'язності в момент створення екземплярів класів. Завдяки застосуванню сирих значень даної метрики вдається знизити зв'язність програмної системи, а отже, і складність коду.

Не всі моделі використовують нормалізацію емпіричних даних. Крім того, більшість існуючих моделей є лінійними, тому не дають можливості отримати точну оцінку для не гаусівських даних з нелінійною залежністю.

Враховуючи все вищезазначене, можна зробити висновок, що розробка програмного забезпечення мобільних застосунків, що створюються для Android швидко розвивається і потребує аналізу та вирішення проблеми оцінки розміру мобільних застосунків на стадії розробки.

1.3 Способи удосконалення оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android

Аналіз існуючих методів та моделей оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків показав, що на сьогоднішній день математичні моделі, які дозволяють оцінити розмір ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android, не враховують нелінійність вихідних даних та не забезпечують необхідну достовірність. Існує багато методів оцінювання розміру ПЗ, деякі

беруть за основу дані про кількість класів, інші використовують функціональні точки або деякі інші аспекти. Але багато з них є або успішними, або непридатними через відсутність даних, ресурсів або експертних навичок. Саме тому виникає необхідність дослідити можливість та методи побудови такої математичної моделі, яка дасть змогу швидко та достовірно оцінювати розмір мобільних застосунків, що створюються для Android.

Регресійний аналіз – це метод моделювання даних, які вимірюються, та дослідження їх властивостей. Регресійна модель – це функція незалежної величини та коефіцієнтів з включеними випадковими змінними.

Вважають, що залежна змінна описується сумою значень деякої моделі та незалежними змінними. Відповідно до характеру розподілу залежної змінної роблять припущення, які називаються гіпотезою породження даних. Для підтвердження або спростування цієї гіпотези проводяться статистичні тести (аналіз залишків – різниця між значеннями, які спостерігаються, та значеннями, які передбаченні побудованою регресійною моделлю). При цьому вважають, що залежна змінна не містить помилок.

Регресійний аналіз використовується для прогнозу, аналізу часових рядів, тестування гіпотез та виявлення прихованих взаємозв'язків в даних.

Регресійний аналіз тісно пов'язаний з кореляційним аналізом. В кореляційному аналізі досліджується напрямок та міцність зв'язку між незалежними змінними. В регресійному аналізі досліджується форма залежності (модель зв'язку, вираженої у функції регресії) між незалежними змінними. Фактично два методи вивчають однаковий взаємозв'язок, але з різних сторін, доповнюючи один одного.

Регресія – це залежність математичного очікування (середнього значення) незалежної змінної від однієї або декількох інших змінних. Нехай у точках x_n незалежної змінної X отримані виміри Y_n . Потрібно знайти залежність середнього значення величини $\bar{Y}$ від величини x , тобто $\bar{Y}(x) = f(x|a)$, де a – вектор невідомих параметрів a_i . Функцію $f(x|a)$

називають функцією регресії. Звичайно припускають, що $f(x|a)$ є лінійною функцією параметрів a , тобто має вигляд [18]:

$$f(x|a) = \sum_{i=1}^I a_i \varphi_i(x), \quad (1.1)$$

де: $f_i(x)$ – задані функції.

У цьому випадку матрицю $A_{ni} = f_i(x_n)$ називають регресійною матрицею.

Для визначення параметрів a_i звичайно використовують метод найменших квадратів.

При пошуку функції регресії у вигляді (1.1) природно виникає питання про кількість членів I у сумі (1.1). При малому значенні I не можна досягти гарного опису $\bar{Y}(x)$, а при великому – можливе виникнення великих статистичних помилок функції регресії [19].

Регресійний аналіз використовується у випадку, якщо відношення між змінними можуть бути виражені кількісно у вигляді деякої комбінації цих змінних. Отримана комбінація використовується для передбачення значення, що може приймати залежна змінна, яка обчислюється на заданому наборі значень незалежних змінних. У найпростішому випадку для цього використовується лінійна регресія [20].

Необхідно зазначити, що серед регресійних моделей виділяють:

- однопараметричні моделі (залежність від однієї змінної);
- багатопараметричні моделі (залежність від декількох змінних);
- лінійні моделі відносно незалежних змінних;
- моделі нелінійні за змінними та нелінійні за параметрами.

Лінійна регресійна модель має наступний вигляд:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + u, \quad (1.2)$$

де: y – залежна змінна,

$(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – незалежні змінні,

u – випадкова похибка, розподіл якої в загальному випадку залежить від незалежних змінних, але математичне очікування якої рівне нулю.

На основі цих даних потрібно оцінити значення параметрів $(\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$, а також розподіл випадкової величини u . Зважаючи на характеристики досліджуваних змінних, можуть додаватися різні додаткові специфікації моделі і застосовуватися різні методи оцінки параметрів. Серед найпоширеніших специфікацій лінійних моделей є класична модель лінійної регресії та узагальнена модель лінійної регресії.

Для побудови довірчого інтервалу та інтервал прогнозування використовують t -розподіл Стюдента [21].

Завдяки випадковому характеру похибки оцінки параметра θ для конкретизації точності наближеної рівності необхідно мати ймовірність p_d того, що перейде деяку границю $\Delta > 0$:

$$P(|\Delta \hat{\theta}| \leq \Delta) = p_d. \quad (1.3)$$

Інтервал від $\hat{\theta} - \Delta$ до $\hat{\theta} + \Delta$, в якому з ймовірністю p_d знаходиться справжнє значення θ , називається довірчим інтервалом, а його границі – довірчими границями, ймовірність p_d – довірчою ймовірністю.

Величина $\alpha = 1 - p_d$ в загальному випадку називається рівнем значимості.

Під рівнем значимості якої-небудь статистичної гіпотези розуміють найбільшу ймовірність α , з якою ця гіпотеза може дати помилковий результат.

Для оцінювання точності побудови рівняння лінійної регресії використовують довірчий інтервал, який можна побудувати за такою формулою:

$$y = \hat{y} \pm t_{(\alpha/2, n-2)} \cdot S \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}, \quad (1.4)$$

де $\hat{y}$ – значення, розраховане за рівнянням регресії,

$t_{(\alpha/2, n-2)}$ – квантіль t -розподілу Стюдента,

α – рівень значущості,

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2},$$

n – кількість значень випадкових величин у вибірці.

Інтервал прогнозування дозволяє використовувати дані вибірки для передбачення з відомою ймовірністю значення нового спостереження за умови, що це нове спостереження отримано тим же способом, що і попередні [22]. В якості запобіжного невизначеності тут використовується стандартна помилка передбачення:

$$S_{\text{пр}} = S_{\bar{x}} \sqrt{1 - 1/n}. \quad (1.5)$$

Інтервал прогнозування рівняння лінійної регресії можна побудувати за такою формулою:

$$y = \hat{y} \pm t_{(\alpha/2, n-2)} \cdot S \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}, \quad (1.6)$$

де $\hat{y}$ – значення, розраховане за рівнянням регресії,

$t_{(\alpha/2, n-2)}$ – квантіль t-розподілу Стюдента,

α – рівень значущості,

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2},$$

n – кількість значень випадкових величин у вибірці.

Нелінійна регресія – окремий випадок регресійного аналізу, в якому розглянутою регресійною моделлю є нелінійна функція, що залежить від параметрів і від однієї або декількох вільних змінних. Відмінність від лінійної регресії полягає тільки в формі зв'язку та методах оцінки параметрів.

Розрізняють два класи нелінійних регресійних моделей:

1) Регресії, нелінійні щодо включених в аналіз пояснюючих змінних, але лінійні за оцінюваними параметрами. До нелінійних регресійних моделей за включеними змінним відносяться такі функції:

– поліноми різних ступенів;

– рівнобічна гіпербола $y = a + \frac{b}{x}$.

2) Регресії, нелінійні за оцінюваним параметром. До нелінійних регресійних моделей по оцінюваним параметрами відносяться функції:

– степенева $y = ax^b$;

– показникова $y = ab^x$;

– експоненціальна $y = e^{a+bx}$.

Дані моделі за своєю природою не є лінійними, тому що вони не можуть бути представленими у вигляді простої регресійної моделі з деякими перетвореннями незалежних змінних.

Оцінка нелінійних моделей проводиться за допомогою пояснюючих змінних, але лінійних – за параметром, що оцінюється та не представляє особливої складності. В цьому випадку зазвичай використовують заміну

змінних для зведення моделі до лінійної та оцінки параметрів за допомогою звичайного МНК, що застосовується до моделі з заміненними змінними.

Дещо більш складним випадком є оцінка параметрів у випадку нелінійності моделі за параметрами, так як безпосереднє застосування МНК для їх оцінювання неможливе. В цьому випадку відповідним перетворенням іноді вдається привести модель до лінійного вигляду.

В реальних умовах практично неможливо отримати такі дані про програмні проекти, які будуть розподілені за нормальним законом, і зв'язки між цими даними не завжди є лінійними.

Саме тому розроблювана математична модель також повинна враховувати нелінійність зв'язків між ЕД та використовувати їх нормалізацію.

Якщо розглядати вже існуючі моделі для оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android, то потрібно відмітити, що деякі з них, зокрема, [23], не враховують різні групи проектів, які розробляються різними командами та мають певні відмінності, внаслідок чого не дають адекватних результатів, а інші, зокрема, [24 – 26] використовують багатопараметричну модель (кількість екранів, функцій і файлів), що може бути не зовсім прийнятно на ранніх стадіях проектування мобільних застосунків, що створюються для Android.

2 УДОСКОНАЛЕННЯ НЕЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID

2.1 Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android

Нормально розподілені ВВ часто зустрічаються на практиці. Так, випадкові похибки багатократних вимірів зазвичай розподілені за нормальним законом, навіть коли закони розподілу ймовірностей складових відрізняються від нормального.

Регресійна модель в загальному вигляді має наступний вид:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + u, \quad (2.1)$$

де y_i – множина спостереження за змінною $y_i = \{y_{i1} \dots y_{in}\}$,

x_i – множина спостережень за факторною ознакою $x_i = \{x_{i1} \dots x_{in}\}$,

β_0 та β_1 – істинні параметри зв'язку, значення яких невідомі,

u – випадкова похибка, яка розподілена за нормальним законом.

Нормалізуюче перетворення з використанням десяткового логарифму має наступний вид:

$$Zy = \log_{10} Zx. \quad (2.2)$$

Зворотне перетворення має наступний вид:

$$Zy = 10^{\lg Zx}. \quad (2.3)$$

Крім того, історично склалося так, що багато статистичних критеріїв, методів і оцінок розроблені тільки для нормального початкового розподілу. Тому при первинній обробці експериментальних даних перевіряють нормальність закону розподілу результатів спостережень [21].

Перевірку нормальності цього закону (розподілу результатів спостережень) виконують за критерієм Пірсона (критерієм χ^2). Відповідно до цього критерію спочатку обчислюють значення χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^m \frac{(n_j - np_j)^2}{np_j}, \quad (2.4)$$

де m – кількість підінтервалів (кліток), на які розбивається інтервал $[x_{\min}, x_{\max}]$; $x_{\min}$ і $x_{\max}$ – відповідно мінімальне і максимальне значення випадкової величини X ; n_j – абсолютна частота в j -му підінтервалі (кількість значень випадкової величини, які попадають у j -й підінтервал); p_j – ймовірність того, що значення випадкової величини X попадають у j -й підінтервал.

Кількість підінтервалів (кліток), на які розбивається інтервал $[x_{\min}, x_{\max}]$, може бути визначена за наступними формулами: $m = \log_2 n + 1 = 3,31 \lg n + 1$ (формула Старджеса) або $m = 5 \lg n$ (формула Брукса і Карузера) [27].

Ймовірність того, що значення випадкової величини X попадають у j -й підінтервал, може бути визначена як:

$$p_j = \int_{x_{j-1}}^{x_j} f(x) dx, \quad (2.5)$$

де x_{j-1} і x_j – ліва і права границі j -го підінтервалу.

Після цього в залежності від рівня значимості α та кількості ступенів свободи за таблицею верхніх $100\alpha\%$ -х точок розподілу χ^2 знаходять значення $\chi^2_{кр}$. Якщо $\chi^2 \leq \chi^2_{кр}$, то з імовірністю $1-\alpha$ можна прийняти гіпотезу, при $\chi^2 > \chi^2_{кр}$ – цю гіпотезу потрібно відкинути.

Якщо із заданою довірчою ймовірністю закон розподілу результатів спостережень можна вважати нормальним, для цього ж значення ймовірності знаходять довірчу похибку результатів виміру та довірчий інтервал для середнього квадратичного відхилення.

Значення $\chi^2_{\alpha/2}$ і $\chi^2_{1-\alpha/2}$ визначають в залежності від α та ν за таблицею верхніх $100\alpha\%$ -х точок розподілу χ^2 .

Нелінійна регресійна модель використовує параметричне завдання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі наступних факторів:

- кількість класів (X);
- кількість рядків коду (Y).

Тому, розмір мобільних застосунків, що створюються для Android, може бути розрахований як функція від кількості класів:

$$LC = f(X). \quad (2.6)$$

2.2 Перевірка вихідних емпіричних даних на викиди

Перевіримо вихідні ЕД на викиди. Нормальні дані не повинні мати викидів, отже, якщо вони є, то це може бути причиною того, що дані не розподіляються за нормальним законом. Якщо викиди будуть знайдені, потрібно видалити їх з аналізу та провести повторну перевірку [28, 29].

Для перевірки даних на викиди будемо використовувати квадрат відстані Махаланобіса (Mahalanobis squared distance), який визначається як [28]:

$$d_i^2 = (Z_i - \bar{Z})^T S_N^{-1} (Z_i - \bar{Z}), \quad (2.7)$$

де $\bar{Z}$ – середній вектор вибірки;

S_n – матриця кореляції вибірки, яка визначається за формулою:

$$S_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Z_i - \bar{Z})(Z_i - \bar{Z})^T.$$

Розрахувавши d_i^2 можна використати або критерій Пірсона χ^2 , або критерій Фишера F . При використанні критерію Фишера F потрібно додатково розрахувати T_S (Test statistic). T_S для d_i^2 може бути розрахований таким чином:

$$T_S = \frac{(N - m) N d_i^2}{(N^2 - 1) m}, \quad (2.8)$$

який має апроксимований розподіл F з m та $N - m$ ступенями свободи.

У даній роботі будемо використовувати критерій Фишера F . Тестова статистика для квадрату відстані Махаланобіса порівнюється з квантилем

розподілу F , який позначається як $F_{m,N-m,\alpha}$. Тут α – це рівень значущості, який у нашому випадку дорівнюватиме 0,05. Точки, для яких значення T_S , розраховане за формулою (2.8), буде більше, ніж квантіль розподілу F вважаються викидами, і ці значення видаляються з набору даних.

Після усунення викидів отриманий новий набір значень знову нормалізується та для нього знову знаходиться квадрат відстані Махаланобіса за формулою (2.7) та тестова статистика за формулою (2.8). Процедура повторюється до того, поки всі значення T_S не будуть менше або дорівнюватимуть квантілю розподілу F .

2.3 Перевірка якості регресійних моделей

Коефіцієнт детермінації R^2 розглядають, як правило, в якості основного показника, що відображає міру якості регресійної моделі, яка описує зв'язок між залежною і незалежними змінними моделі. R^2 розраховується за формулою:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.9)$$

де y_i – це емпіричне значення y ,

$\hat{y}_i$ – це розрахункове значення y ,

$\bar{y}$ - середнє значення y ,

n – кількість значень y у вибірці.

R^2 показує, яку частину мінливості змінної, що спостерігається, можна пояснити за допомогою побудованої моделі, тобто значення коефіцієнта

детермінації визначає частку змін, обумовлених впливом факторних ознак, в загальній мінливості результативної ознаки.

Значення R^2 має перебувати в діапазоні від нуля до одиниці: $0 \leq R^2 \leq 1$.

Модель вважається більш якісною, якщо значення коефіцієнта детермінації близько до 1. Якщо $R^2 = 1$, то емпіричні точки $(x_i; y_i)$ лежать точно на лінії регресії і між змінними Y і X існує лінійна функціональна залежність. Якщо $R^2 = 0$, то варіація залежної змінної повністю обумовлена неврахованими в моделі факторами.

Середня помилка апроксимації, $MMRE$, мабуть, є найбільш широко використовуваним критерієм оцінки для оцінки ефективності конкуруючих моделей прогнозування. Одна з цілей $MMRE$ - допомогти вибрати найкращу модель.

Фактичні значення результативної ознаки відрізняються від теоретичних, розрахованих за рівнянням регресії $\hat{y}_i$. Величина відхилень $(y_i - \hat{y}_i)$ по кожному спостереженню є помилкою апроксимації. Їх число відповідає обсягу сукупності. В окремих випадках помилка апроксимації може виявитися рівною нулю. Для порівняння використовуються величини відхилень, виражені у відсотках до фактичних значень.

Відхилення можна розглядати як абсолютну похибку апроксимації, а $\left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|$ - як відносну помилку апроксимації.

$MMRE$ розраховується за формулою:

$$MMRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MRE_i, \quad (2.10)$$

де n – кількість значень у вибірці,

$$MRE_i = \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right|.$$

MRE_i – розраховується за формулою

Помилка апроксимації в межах 5 - 7% свідчить про гарний підбір моделі до вихідних даних. Допустимий межа значень MMRE - не більше 8 - 15% (допускається до 25%).

$Pred(l)$ визначає середню частку виключення MRE не більше ніж l , яка визначається за формулою:

$$Pred(l) = \frac{k}{n}, \quad (2.15)$$

де k – кількість значень з $MRE_i \leq l$.

2.4 Побудова удосконаленої нелінійної регресійної моделі для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android

Для побудови регресійної моделі використовувалися дані, які були отримані в ході розробок мобільних застосунків для Android. З цих даних були виділені ВВ, які включають в себе дані про кількість класів (ВВ X) та кількість рядків коду, KLOC (ВВ Y). ЕД наведені на рис. 2.1. Параметри вибірок вихідних ЕД наведені в табл.2.1, кількість значень ВВ дорівнює 35.

Гістограма розподілу для ВВ X наведена на рис. 2.2, гістограма розподілу ВВ Y наведена на рис. 2.3.

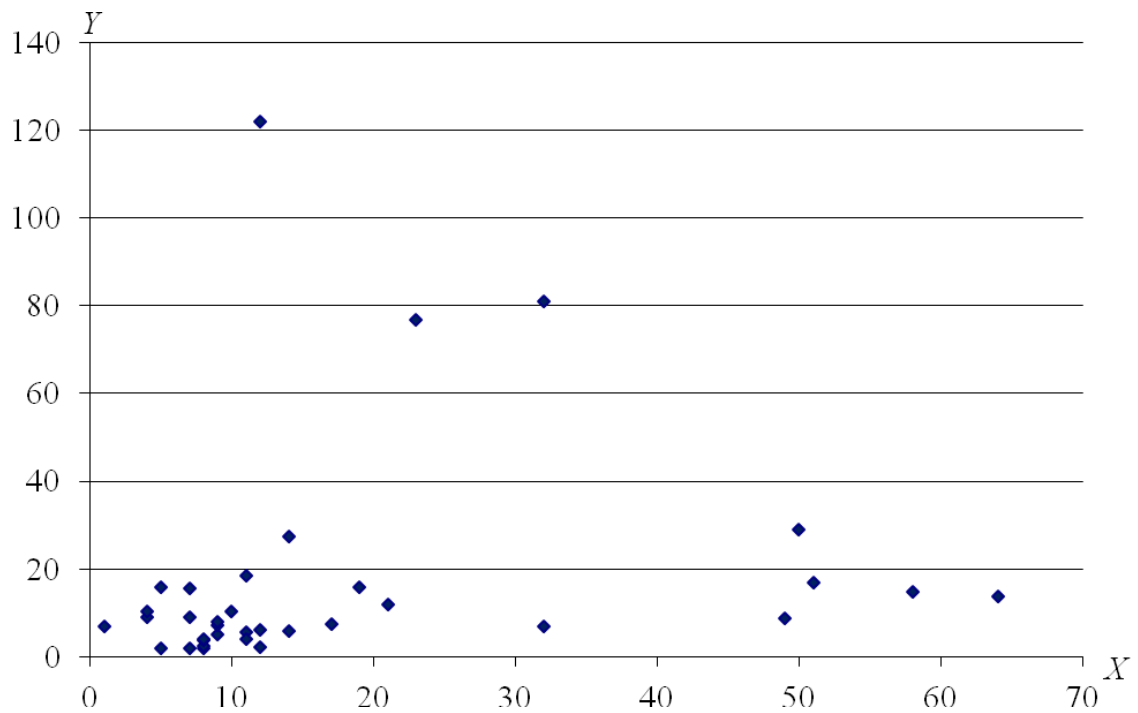


Рисунок 2.1 – ЕД для побудови регресійної моделі

Таблиця 2.1 – Параметри вибірок вихідних ЕД

Параметр	ВВ X	ВВ Y
Вибіркове середнє $\bar{m}$	17,7714	16,7896
Середньоквадратичне відхилення σ	16,7965	25,3747
Асиметрія A	1,6112	3,0800
Ексцес ε	4,7753	12,9438

Перевіримо вихідні ЕД на відповідність нормальному закону розподілу за допомогою критерію Пірсона χ^2 відповідно до (2.4). χ^2 критичне для довірчої ймовірності 0,95 дорівнює 5,99, χ^2 для ВВ X дорівнює 29,27 та χ^2 для ВВ Y дорівнює 71,55. Вихідні ЕД не відповідають нормальному закону розподілу.

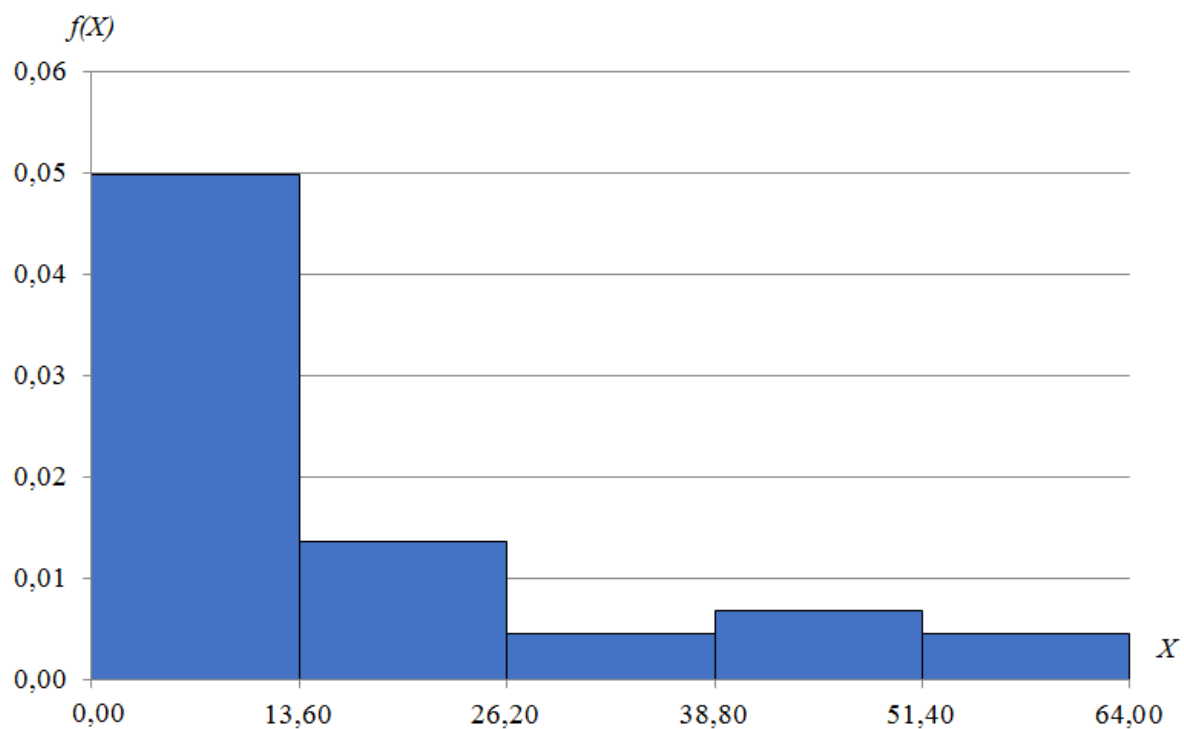


Рисунок 2.2 – Гістограма розподілу вихідних ЕД для вибірки X

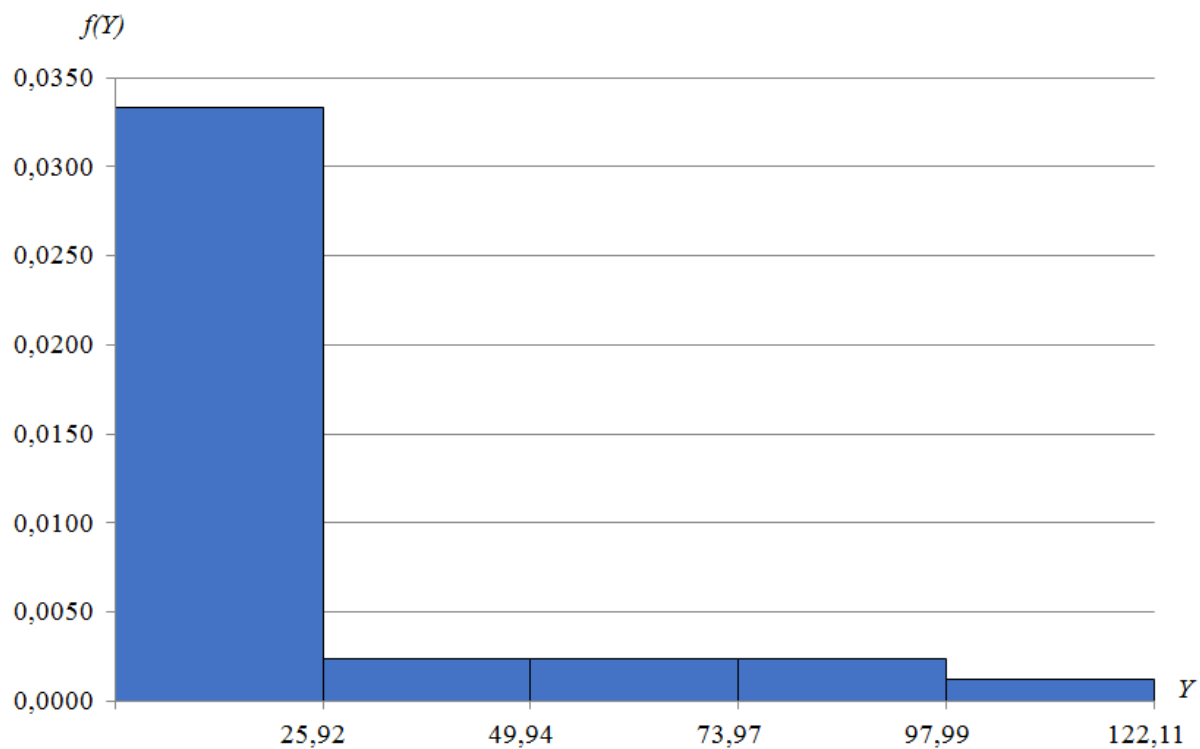


Рисунок 2.3 – Гістограма розподілу вихідних ЕД для вибірки Y

Перевіримо вихідні ЕД на наявність викидів за допомогою квадрату відстані Махаланобіса та критерію Фишера F відповідно до (2.7) – (2.8), для чого спочатку виконаємо нормалізацію вихідних ЕД за допомогою десятичного логарифму згідно з (2.2).

Критичне значення критерію Фишера F для $m=2$ та рівня значущості $\alpha=0,005$ дорівнює 6,25. Значення T_S для d_i^2 , розраховане для кожного набору даних (x, y) , не перевищує цього критичного значення. Отже, за вказаним критерієм вихідні ЕД викидів не мають.

Лінійну регресійну модель будуємо згідно з (1.2) по вже нормалізованим за допомогою десятичного логарифму ЕД. Значення коефіцієнтів b_1 та b_0 знаходимо за методом найменших квадратів:

$$Z_y = 0,4448Z_x + 0,4804 + u.$$

Перевіримо, чи дійсно u – випадкова похибка – розподілена за нормальним законом, за допомогою критерію Пірсона χ^2 відповідно до (2.4).

χ^2 критичне для довірчої ймовірності 0,95 дорівнює 7,81, χ^2 для ВВ u дорівнює 1,11. Випадкова похибка u розподілена за нормальним законом розподілу.

Довірчий інтервал рівняння лінійної регресії будуємо згідно з (1.4). Інтервал прогнозування рівняння лінійної регресії будуємо згідно з (1.6). Нормалізовані ЕД, лінійне рівняння регресії та відповідні інтервали наведені на рис. 2.4.

Як видно із рис. 2.4, не всі нормалізовані дані знаходяться всередині інтервалу прогнозування, тобто не всі викиди були знайдені та видалені з первинного набору даних.

Переходимо до нелінійної регресії згідно з (2.3) та будуємо рівняння регресії та відповідні інтервали. ЕД, нелінійне рівняння регресії та відповідні інтервали наведені на рис. 2.5.

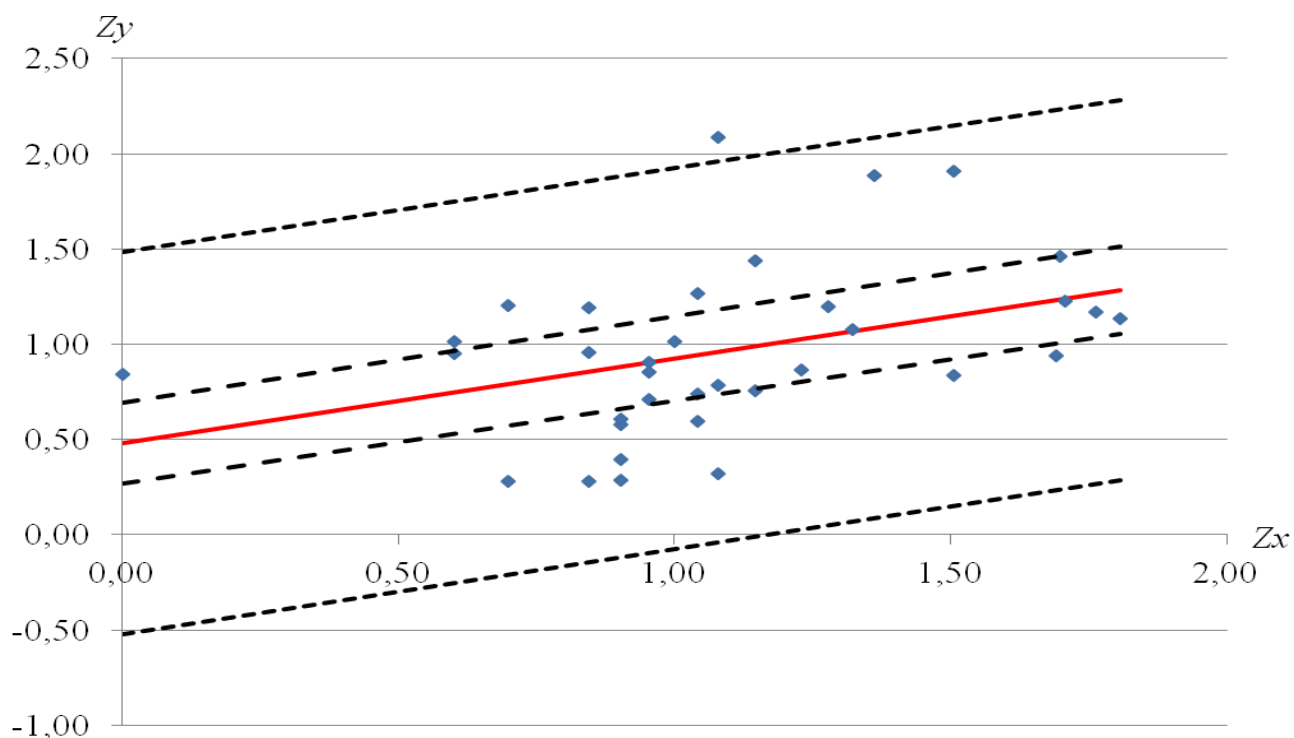


Рисунок 2.4 – Нормалізовані ЕД, лінійне рівняння регресії та відповідні інтервали лінійного рівняння регресії

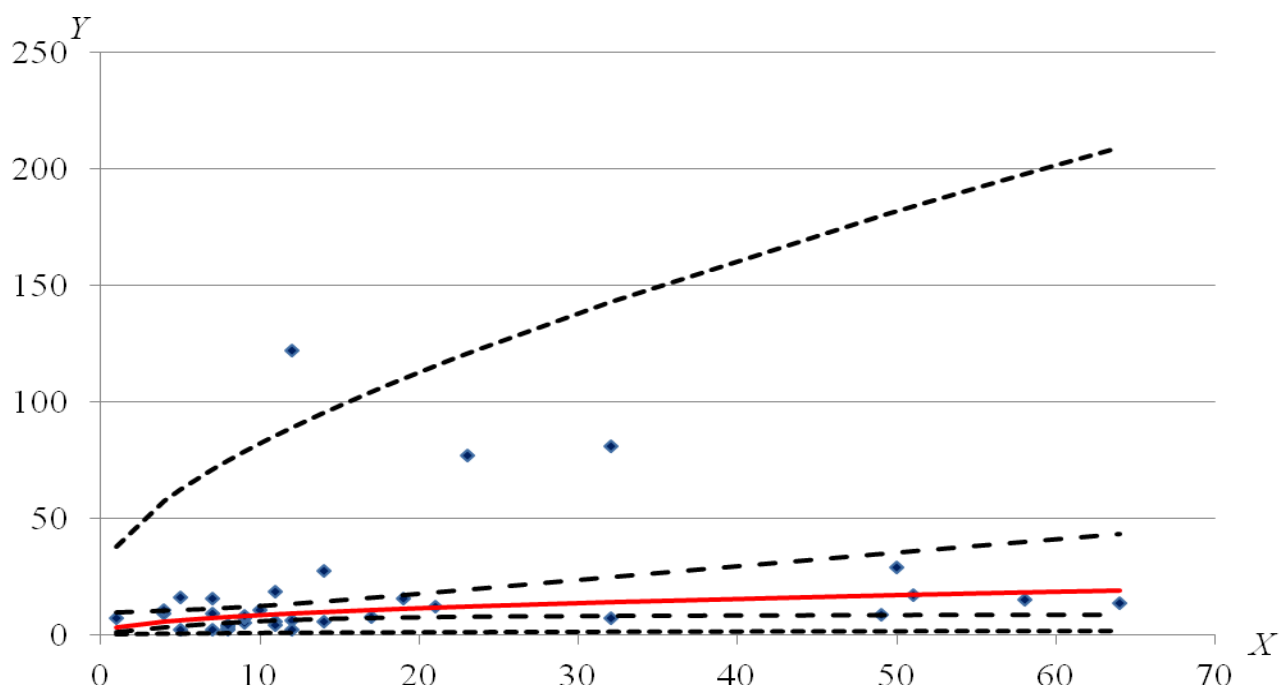


Рисунок 2.5 – ЕД, нелінійне рівняння регресії та відповідні інтервали нелінійного рівняння регресії

Як видно із рис. 2.5, не всі вихідні ЕД знаходяться всередині інтервалу прогнозування, аналогічно рис. 2.4, тобто не всі викиди були знайдені та видалені з первинного набору даних. Видалимо ці викиди, це 1 точка даних, яка лежить вище верхньої границі інтервалу прогнозування. Скоригована таким чином вибірка містить 34 набори даних.

Знов перевіримо отриману вибірку на наявність викидів за допомогою квадрату відстані Махаланобіса та критерію Фишера F відповідно до (2.7) – (2.8), для чого спочатку виконаємо нормалізацію вихідних ЕД за допомогою десяткового логарифму згідно з (2.2).

Критичне значення критерію Фишера F для $m=2$ та рівня значущості $\alpha=0,005$ у цьому випадку дорівнює 6,28. Значення T_S для d_i^2 , розраховане для кожного набору даних (x, y) , не перевищує цього критичного значення. Отже, за вказаним критерієм скоригована вибірка викидів не має.

Лінійну регресійну модель будуємо згідно з (1.2) по вже нормалізованим за допомогою десяткового логарифму скоригованим даним. Значення коефіцієнтів b_1 та b_0 знаходимо за методом найменших квадратів:

$$Z_y = 0,4472Z_x + 0,4446 + u.$$

Перевіримо випадкову похибку u на відповідність нормальному закону розподілу за допомогою критерію Пірсона χ^2 відповідно до (2.4). χ^2 критичне для довірчої ймовірності 0,95 дорівнює 7,81, χ^2 для ВВ u дорівнює 3,32. Випадкова похибка u розподілена за нормальним законом розподілу. Гістограма розподілу ВВ u наведена на рис. 2.6.

Довірчий інтервал рівняння лінійної регресії будуємо згідно з (1.4). Інтервал прогнозування рівняння лінійної регресії будуємо згідно з (1.6). Нормалізовані ЕД, лінійне рівняння регресії та відповідні інтервали для скоригованої вибірки наведені на рис. 2.7.

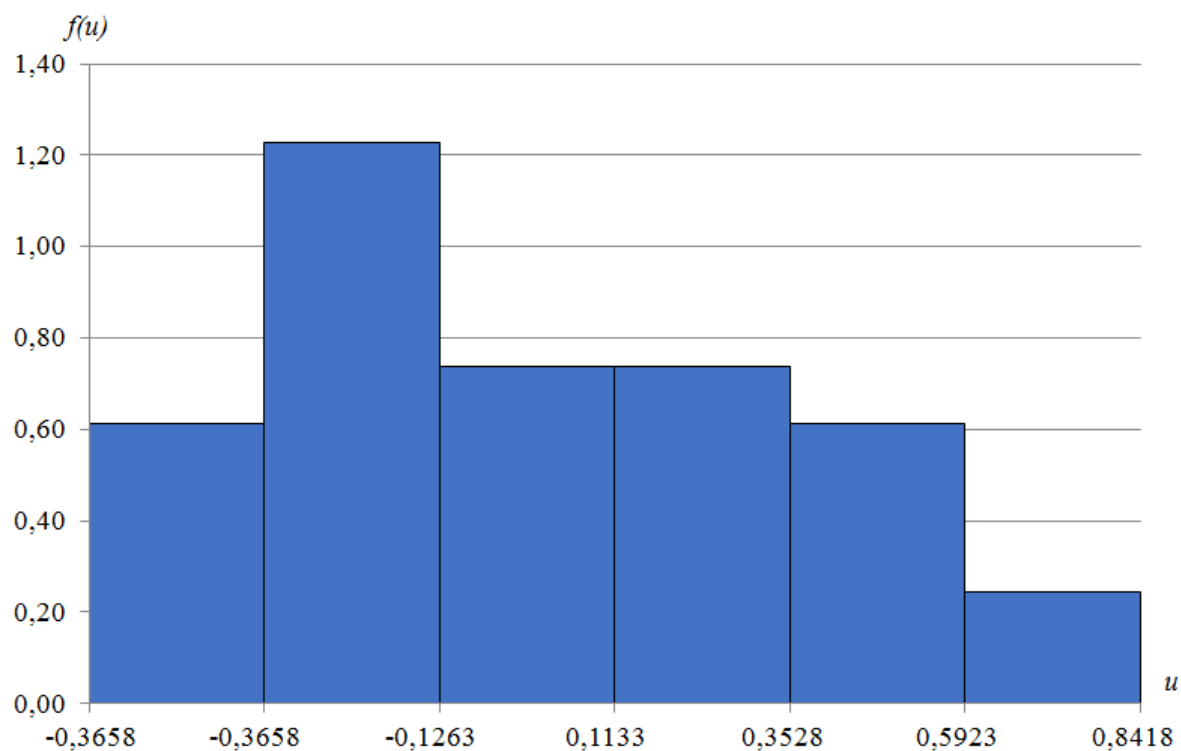
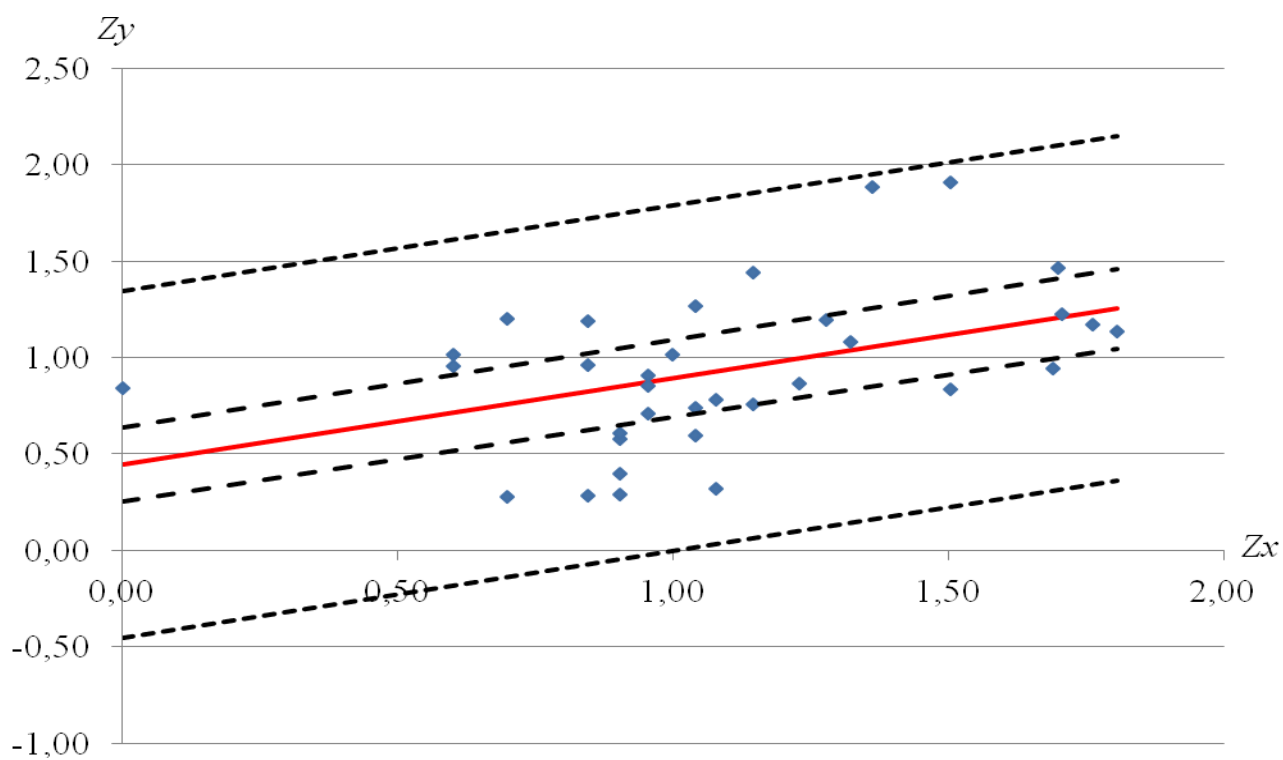
Рисунок 2.6 – Гістограма розподілу ВВ u 

Рисунок 2.7 – Нормалізовані ЕД, лінійне рівняння регресії та відповідні інтервали лінійного рівняння регресії для скоригованої вибірки

Як видно із рис. 2.7, всі нормалізовані дані знаходяться всередині інтервалу прогнозування, тобто всі викиди були знайдені та видалені із скоригованого набору даних.

Переходимо до нелінійної регресії згідно з (2.3) та будуємо нелінійну регресійну модель:

$$y = x^{0,4472} \cdot 10^{0,4446 + \varepsilon}.$$

Скориговані ЕД, нелінійне рівняння регресії та відповідні інтервали для скоригованої вибірки наведені на рис. 2.8.

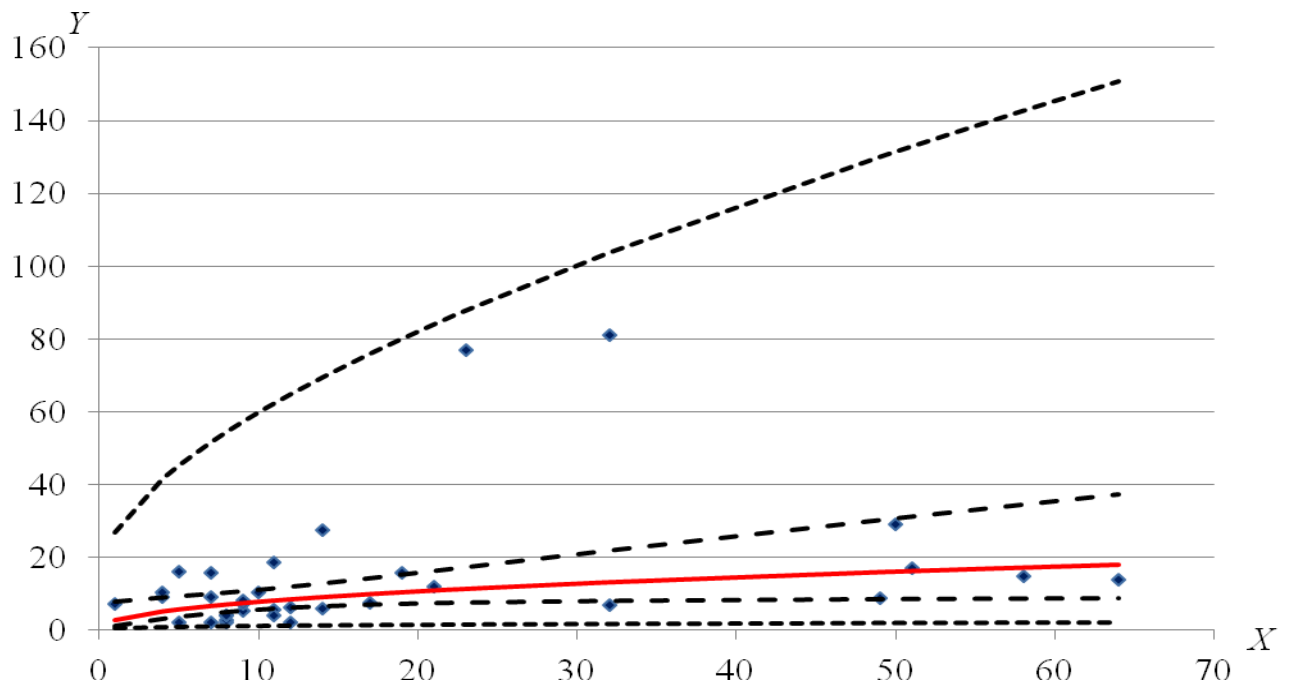


Рисунок 2.8 – ЕД, нелінійне рівняння регресії та відповідні інтервали нелінійного рівняння регресії для скоригованої вибірки

Як видно із рис. 2.8, всі скориговані ЕД знаходяться всередині інтервалу прогнозування, аналогічно рис. 2.7, тобто всі викиди були знайдені та видалені із скоригованого набору даних.

Для порівняння побудуємо за скоригованими ЕД лінійну регресійну модель без проведення нормалізації даних згідно з (1.2). Довірчий інтервал рівняння лінійної регресії будуємо згідно з (1.4). Інтервал прогнозування

рівняння лінійної регресії будемо згідно з (1.6). Лінійна регресійна модель з відповідними інтервали для скоригованої вибірки наведена на рис. 2.9.

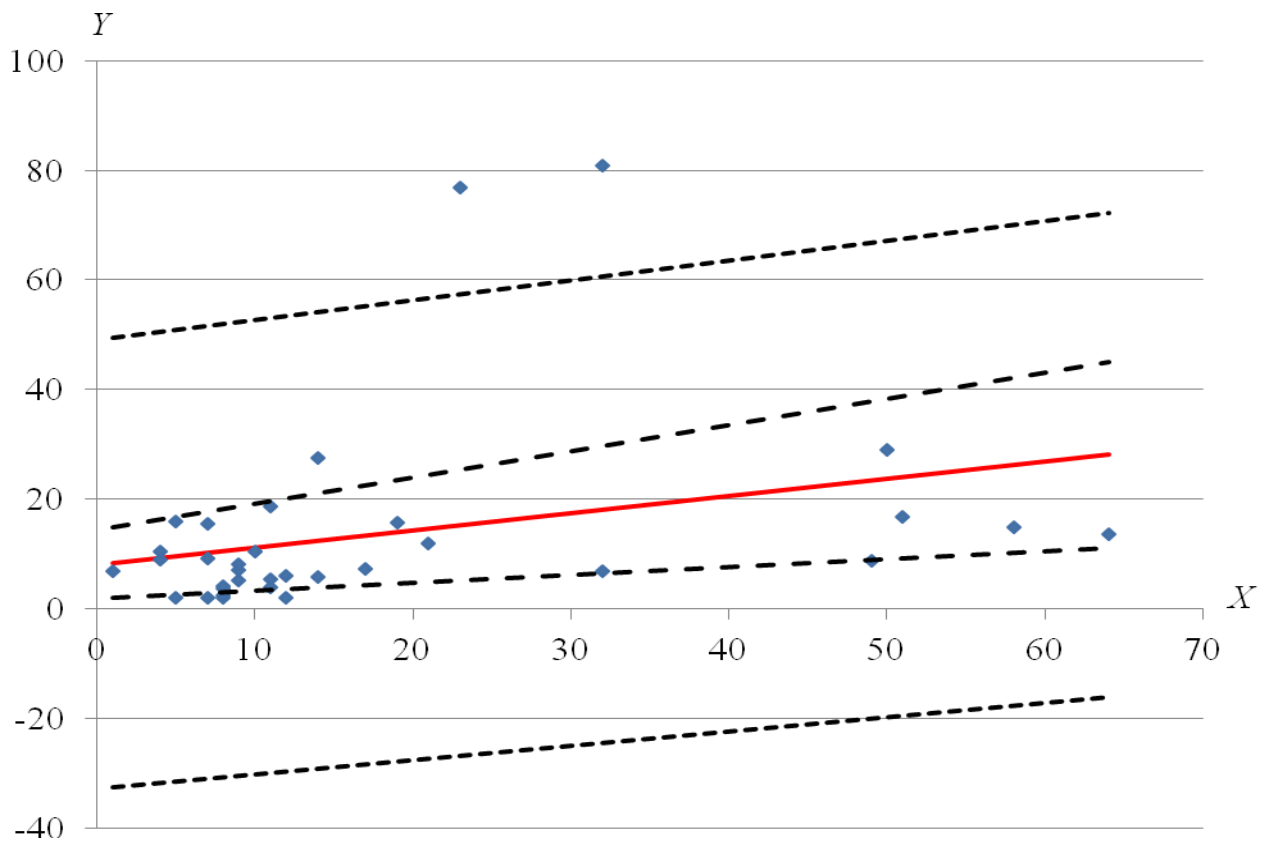


Рисунок 2.9 – Лінійна регресійна модель з відповідними інтервали для скоригованої вибірки

Як видно із рис. 2.9, нижня границя інтервалу прогнозування повністю лежить нижче нуля.

Зведемо у таблиці отримані значення границь довірчих інтервалів (табл. 2.2) та інтервалів прогнозування (табл. 2.3) для побудованих нелінійної та лінійної регресійних моделей для скоригованої вибірки ЕД.

Таблиця 2.2 – Значення границь довірчих інтервалів

Нелінійна регресійна модель			Лінійна регресійна модель		
нижня границя	верхня границя	довжина	нижня границя	верхня границя	довжина
0,99	7,86	6,88	0,15	18,33	19,83
2,96	9,03	6,07	0,28	18,42	18,14
2,96	9,03	6,07	0,28	18,42	18,14
3,50	9,35	5,85	0,85	18,47	17,62
3,50	9,35	5,85	0,85	18,47	17,62
4,42	10,00	5,58	1,96	18,61	16,65
4,42	10,00	5,58	1,96	18,61	16,65
4,42	10,00	5,58	1,96	18,61	16,65
4,81	10,34	5,53	2,49	18,70	16,21
4,81	10,34	5,53	2,49	18,70	16,21
4,81	10,34	5,53	2,49	18,70	16,21
4,81	10,34	5,53	2,49	18,70	16,21
5,16	10,71	5,55	3,00	18,81	15,81
5,16	10,71	5,55	3,00	18,81	15,81
5,16	10,71	5,55	3,00	18,81	15,81
5,48	11,10	5,62	3,50	18,94	15,43
5,75	11,50	5,75	3,98	19,08	15,10
5,75	11,50	5,75	3,98	19,08	15,10
5,75	11,50	5,75	3,98	19,08	15,10
6,00	11,93	5,93	4,44	19,24	14,80
6,00	11,93	5,93	4,44	19,24	14,80
6,40	12,83	6,42	5,30	19,63	14,33
6,40	12,83	6,42	5,30	19,63	14,33
6,85	14,26	7,40	6,42	20,39	13,97
7,08	15,24	8,16	7,04	21,01	13,97
7,27	16,24	8,98	7,56	21,74	14,18
7,42	17,25	9,83	7,99	22,56	14,57
7,90	21,78	13,89	8,98	27,18	18,20
7,90	21,78	13,89	8,98	27,18	18,20
8,37	30,09	21,72	8,70	38,06	29,36
8,39	30,56	22,17	8,64	38,74	30,10
8,41	31,04	22,63	8,58	39,42	30,83
8,53	34,33	25,80	8,12	44,24	36,12
8,62	37,10	28,48	7,66	48,44	40,77

Таблиця 2.3 – Значення границь інтервалів прогнозування

Нелінійна регресійна модель			Лінійна регресійна модель		
нижня границя	верхня границя	довжина	нижня границя	верхня границя	довжина
1	2	3	4	5	6
0,29	26,60	26,31	-33,44	50,27	83,71
0,65	41,44	40,79	-32,31	51,01	83,32
0,65	41,44	40,79	-32,31	51,01	83,32
0,73	45,03	44,30	-31,94	51,27	83,21
0,73	45,03	44,30	-31,94	51,27	83,21
0,86	51,40	50,54	-31,22	51,79	83,01
0,86	51,40	50,54	-31,22	51,79	83,01
0,86	51,40	50,54	-31,22	51,79	83,01
0,92	54,29	53,37	-30,87	52,06	82,93
0,92	54,29	53,37	-30,87	52,06	82,93
0,92	54,29	53,37	-30,87	52,06	82,93
0,92	54,29	53,37	-30,87	52,06	82,93
0,97	57,04	56,07	-30,52	52,33	82,85
0,97	57,04	56,07	-30,52	52,33	82,85
0,97	57,04	56,07	-30,52	52,33	82,85
1,02	59,67	58,65	-30,17	52,61	82,78
1,06	62,20	61,13	-29,83	52,89	82,71
1,06	62,20	61,13	-29,83	52,89	82,71
1,06	62,20	61,13	-29,83	52,89	82,71
1,11	64,64	63,53	-29,49	53,17	82,66
1,11	64,64	63,53	-29,49	53,17	82,66
1,19	69,29	68,11	-28,82	53,76	82,58
1,19	69,29	68,11	-28,82	53,76	82,58
1,29	75,83	74,54	-27,86	54,66	82,52
1,35	79,94	78,59	-27,23	55,28	82,52
1,41	83,91	82,50	-26,63	55,92	82,55
1,46	87,74	86,28	-26,04	56,58	82,62
1,66	103,69	102,03	-23,59	59,75	83,34
1,66	103,69	102,03	-23,59	59,75	83,34
1,94	130,10	128,17	-19,86	66,61	86,46
1,95	131,55	129,60	-19,67	67,05	86,72
1,96	132,99	131,03	-19,49	67,49	86,97
2,05	142,82	140,77	-18,31	70,67	88,99
2,12	150,94	148,82	-17,44	73,54	90,97

Як видно із аналізу даних, наведених в табл. 2.2, ширина довірчого інтервалу для нелінійної регресійної моделі менша, ніж ширина довірчого

інтервалу для лінійної регресійної моделі, для всіх 100% наборів даних.

Як видно із аналізу даних, наведених в табл. 2.3, ширина інтервалу прогнозування для нелінійної регресійної моделі менша, ніж ширина інтервалу прогнозування для лінійної регресійної моделі, для 26 наборів даних, або 76%. Однак, оскільки всі значення нижньої границі інтервалу прогнозування мають від'ємні значення, використовувати лінійну регресійну модель для прогнозування кількості рядків коду, KLOC, в залежності від кількості класів, не можна.

Для розробленої нелінійної регресійної моделі на основі нормалізації за допомогою десяткового логарифму та для лінійної регресійної моделі без виконання нормалізації були порівнянні R^2 , розрахованого за формулою (2.9), $MMRE$, розрахованого за формулою (2.10), та $Pred(0,25)$, розрахованого за формулою (2.11). Для нелінійної регресійної моделі ці значення становлять: 0,7990, 0,2974 та 0,5772 відповідно. Для лінійної регресійної моделі ці значення становлять: 0,8861, 0,7060 та 0,4828 відповідно. Значення $MMRE$ та $Pred(0,25)$ кращі для нелінійної регресійної моделі, однак їх значення не мають прийнятних показників якості (не більше 0,25 для $MMRE$ та не менше 0,75 для $Pred(0,25)$), що свідчить про необхідність застосування інших нормалізуючих перетворень для побудови нелінійної регресійної моделі. Значення показника R^2 хоча і є кращим для лінійної регресійної моделі, однак за іншими критеріями, а саме: більша ширина довірчого інтервалу та інтервалу прогнозування та від'ємні значення нижньої границі інтервалу прогнозування, лінійна регресійна модель є непринятною для прогнозування в даному випадку.

Отримані результати в цілому показують, що для підвищення достовірності оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, доцільно застосовувати нормалізуюче перетворення та нелінійну регресію, однак треба обрати краще нормалізуюче перетворення, ніж на основі десяткового логарифму.

3 ПРОЕКТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID

3.1 Ескізний проект програмного забезпечення

3.1.1 Моделювання варіантів використання

Для моделювання ПЗ використаємо мову UML. Мова UML має місце у більшості інструментальних засобах, які засновані на принципах Model Driven Development. UML розшифровується як Unified Modeling Language, що означає «уніфікована мова моделювання». Зрозумілі та наочні засоби UML дають можливість зобразити програмний продукт з усіх боків, які пов'язані як з процесом розробки, так і з процесом подальшої експлуатації програмного продукту [30].

ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, яке моделюється у даному розділі, передбачає наявність лише одного актора – користувача ПЗ, який буде повноцінно використовувати всі функції програмного продукту. Діаграма варіантів використання ПЗ зображена на рис. 3.1

Короткий опис виявлених варіантів використання наведено у табл. 3.1.

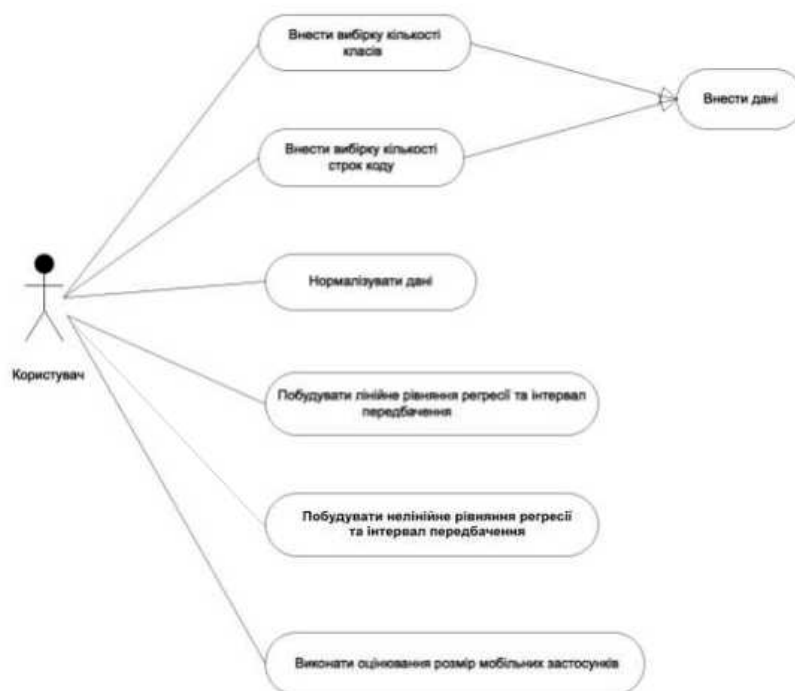


Рисунок 3.1 – Діаграма варіантів використання ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android

Таблиця 3.1 – Короткий опис виявлених варіантів використання

Основні актори	Найменування	Формулювання
Користувач	Внести дані	Виконує завантаження файлу з даними
Користувач	Внести вибірку кількості класів	Вносить інформацію про кількість класів ПЗ
Користувач	Внести вибірку кількості строк коду	Вносить інформацію про кількість строк коду ПЗ
Користувач	Нормалізувати дані	Виконує нормалізацію внесених даних
Користувач	Побудувати лінійне рівняння регресії та інтервал передбачення	Будує лінійну регресію оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android
Користувач	Побудувати нелінійне рівняння регресії та інтервал передбачення	Будує нелінійну регресію оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android
Користувач	Виконати оцінювання розміру мобільних застосунків	Виконує оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android

Таким чином, побудувавши діаграму варіантів використання ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, маємо основу для подальшого проектування ПЗ.

3.1.2 Розробка специфікації варіантів використання

Конкретизуємо основні варіанти використання, змодельовані у попередньому пункті.

1) *Найменування:* Внести дані

Основна дійова особа: Користувач

Зв'язок з іншими варіантами використання: Узагальнює прецеденти «Внести вибірку кількості класів», «Внести вибірку кількості строк коду».

Короткий опис:

Варіант використання «Внести дані» відображає три варіанти операцій і дає можливість внести інформацію у відповідні поля. Для варіанту «вибірку кількості класів» – це вибірку кількості класів, для варіанту «Внести вибірку кількості строк коду» – це вибірку кількості строк.

Потоки подій: Прецедент починається, коли у вікні програми користувач обирає комірку, яку необхідно заповнити даними.

Базовий потік – Внесення даних про проекти:

- Користувач запускає програму;
- Користувач заповнює стовпчик «Y» даними про кількість строк коду;
- Користувач заповнює стовпчик «X» даними про кількість класів;

Альтернативі потоки:

– Якщо внести значення, яке є меншим за 0 чи дорівнює 0, то буде виведено повідомлення про помилку та пропозиція повторити внесення даних. Внесене число не буде збережене.

Спеціальні вимоги: значення кількості строк коду та кількості класів повинно завжди бути додатнім.

2) *Найменування:* Нормалізувати дані

Основна дійова особа: Користувач

Зв'язок з іншими варіантами використання: відсутній.

Короткий опис:

Варіант використання «Нормалізувати дані», використовуючи метод простого логарифмування, виконує нормалізацію експериментальних даних для стовпчиків «Y», «X». При цьому відповідні комірки заповнюються нормалізованими значеннями.

Потоки подій: Прецедент починається, коли користувач викликає макрос «Normalize».

Базовий потік – Нормалізація даних:

- Користувач викликає макрос «Normalize»;
- У відповідних комірках з'являються наступні значення: нормалізований Y, X.

3) *Найменування:* Побудувати лінійне рівняння регресії та інтервал передбачення

Основна дійова особа: Користувач

Зв'язок з іншими варіантами використання: відсутній.

Короткий опис:

Варіант використання «Побудувати лінійне рівняння регресії та інтервал передбачення» дозволяє отримати лінійне регресійне рівняння на основі нормалізованих даних та інтервал передбачення лінійної регресії. При цьому відповідні комірки заповнюються знайденими значеннями.

Потоки подій: Прецедент починається, коли користувач викликає макрос «BuildLinearRegression».

Базовий потік – Побудова лінійної регресії та інтервалу передбачення:

- Користувач викликає макрос «BuildLinearRegression»;
- У відповідних комірках з'являються наступні значення: вектору θ , лінійного рівняння регресії, нижньої та верхньої границь інтервалу

передбачення лінійної регресії, а також результати проміжних розрахунків, які були використані для отримання інтервалу передбачення.

4) *Найменування:* Побудувати нелінійне рівняння регресії та інтервал передбачення

Основна дійова особа: Користувач

Зв'язок з іншими варіантами використання: відсутній.

Короткий опис:

Варіант використання «Побудувати нелінійне рівняння регресії та інтервал передбачення» дозволяє отримати нелінійне регресійне рівняння та інтервал передбачення нелінійної регресії. При цьому відповідні комірки заповнюються знайденими значеннями.

Потоки подій: Прецедент починається, коли користувач викликає макрос «BuildNonLinearRegression».

Базовий потік – Побудова нелінійної регресії та інтервалу передбачення:

- Користувач викликає макрос «BuildNonLinearRegression»;
- У відповідних комірках з'являються наступні значення: вектору θ , нелінійного рівняння регресії, нижньої та верхньої границь інтервалу передбачення нелінійної регресії, а також результати проміжних розрахунків, які були використані для отримання інтервалу передбачення.

5) *Найменування:* Виконати оцінювання розміру мобільних застосунків

Основна дійова особа: Користувач

Зв'язок з іншими варіантами використання: відсутній.

Короткий опис:

Варіант використання «Виконати оцінювання розміру мобільних застосунків» дозволяє отримати оцінку розміру мобільних застосунків за допомогою нелінійної регресійної моделі та інтервалу передбачення для неї, які будуються на основі лінійної регресії та її інтервалу передбачення. При цьому відповідні комірки заповнюються знайденими значеннями.

Потоки подій: Прецедент починається, коли користувач викликає макрос «GetEstimateAndInterval».

Базовий потік – Виконати оцінювання розміру мобільних застосунків:

- Користувач викликає макрос «GetEstimateAndInterval»;
- У відповідних комірках змінюються наступні значення: оцінка розміру мобільних застосунків, нижня та верхня границі інтервалу передбачення цієї оцінки.

3.1.3 Розробка сценаріїв варіантів використання

Поведінка об'єкта відбивається в його станах, щоб зобразити це, використовується два види діаграм: Statechart diagram (діаграма станів) і Activity diagram (діаграма активності) [31].

Сценарій варіанту використання «Нормалізація даних» зображений у вигляді діаграми діяльності на рисунку 3.2

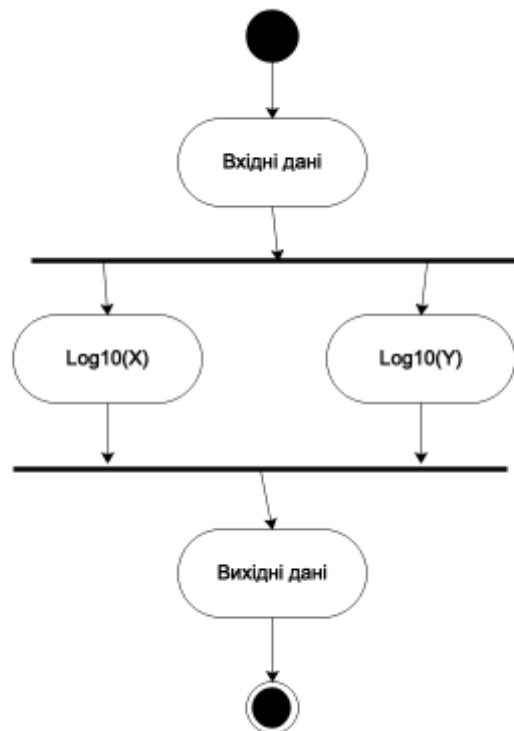


Рисунок 3.2 – Сценарій варіанту використання «Нормалізація даних»

Сценарії варіантів використання, аналогічні до наведеного вище для прецедентів, гарно показують послідовність дій та подій, що ініціюють дії або є кінцевим результатом таких дій.

3.1.4 Розробка концептуальної моделі даних

Модель предметної області, що складається з переліку взаємопов'язаних понять, які використовуються для опису цієї області, разом з властивостями й характеристиками є концептуальною моделлю. Може бути представлена у вигляді діаграми «сутність – зв'язок» або у вигляді контекстної діаграми потоків даних.

Діаграма «сутність – зв'язок» ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, зображена на рис. 3.3.

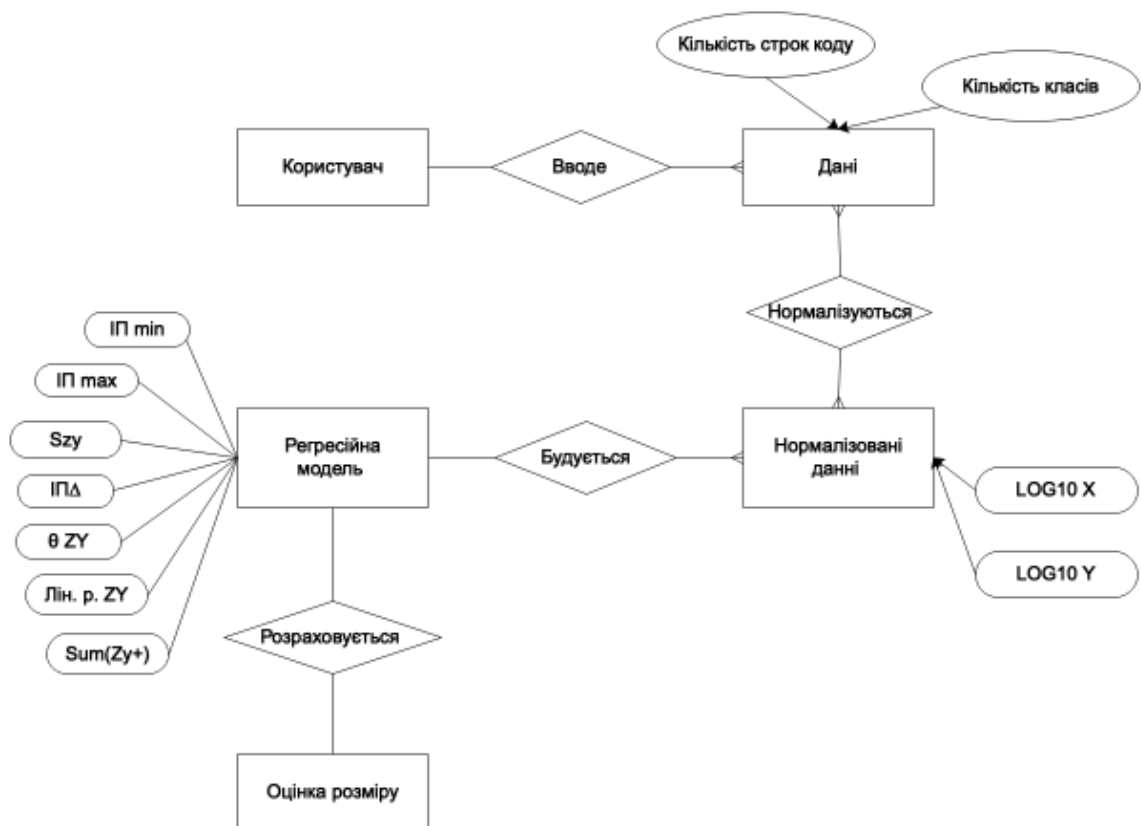


Рисунок 3.3 – Діаграма сутність – зв'язок

Контекстна діаграма потоків даних 0-го рівня ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, зображена на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 – Контекстна діаграма потоків даних 0-го рівня

Словник даних для контекстної діаграми потоків даних 0-го рівня наведений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Словник даних для контекстної діаграми потоків даних 0-го рівня

Потік даних 1	Атрибути 2
Додавання даних	Додавання даних: – вибірка кількості класів – вибірка кількості строк коду
Виклик макросів	Виклик макросів: – «Normalize» – «BuildLinearRegression» – «BuildNonLinearRegression» – «GetEstimateAndInterval»
Результат додавання даних	Результат додавання даних: – результат додавання вибірки кількості класів – результат додавання вибірки кількості строк коду

Продовження табл. 3.2

1	2
Результат виклику макросів	Результат виклику макросів: – результат нормалізації – результат побудови лінійної регресії – результат побудови нелінійної регресії – результат оцінювання розміру мобільних застосунків

В результаті моделювання отримали розроблену концептуальну модель даних ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

3.1.5 Розробка прототипів екранних форм

Схема екранних форм ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, приведена на рис. 3.5

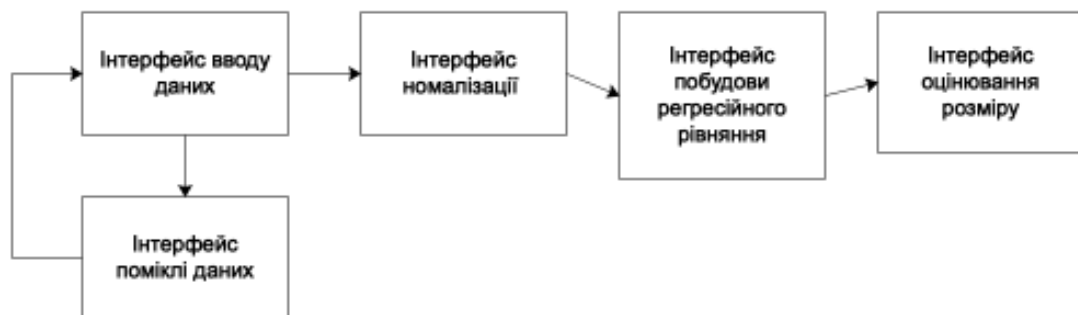


Рисунок 3.5 – Схема екранних форм

Прототип екранної форми виконання розрахунків приведено на рис. 3.6.

	A	B	C
1	Назва проекту	Y	X (# TC)
2	Image Editor	1,33	4
3	File restore	3,51	11
4	Disk Usage Meter	3,17	10
5	O2Scripts	1,53	5
6	Coppermine Photo Gal	2,35	9
7	DNS manager	3,13	10
8	File Manager	2,03	6
9	MSSQL manager	3,22	11
10	Secure Shell	2,73	10
11	Reputation Manager	4,65	16
12	Guest Book Installer	5,52	21
13	FTP manager	2,75	7
14	Lead Form	6,93	25
15	UplinkEarth	3,73	14
16	Vertical Response	5,08	18
17	Joomla installer	7,12	25
18	SSL Manager	3,24	10
19	OpenText	4,05	12
20	Custom Error Pages	4,72	16
21	Feedback	3,49	13
22	Earthlink Panel	6,03	18
23	Online Forms	4,13	12
24	EasySiteOptimizer	7,07	11
25	File Manager Pro	10,18	33
26	Mobile CP	9,95	36

Рисунок 3.6 – Прототип екранної форми виконання розрахунків

Таким чином, розробку ескізного проекту ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, можна вважати завершеною.

3.2 Технічний проект програмного забезпечення

3.2.1 Декомпозиція контекстних процесів діаграми потоків даних

Декомпозиція діаграми потоків даних виконана до рівня специфікації макросів та введення даних. Вона зображена у вигляді DFD 1-го рівня. На рис. 3.7 представлена декомпозиція процесу «Додавання даних».

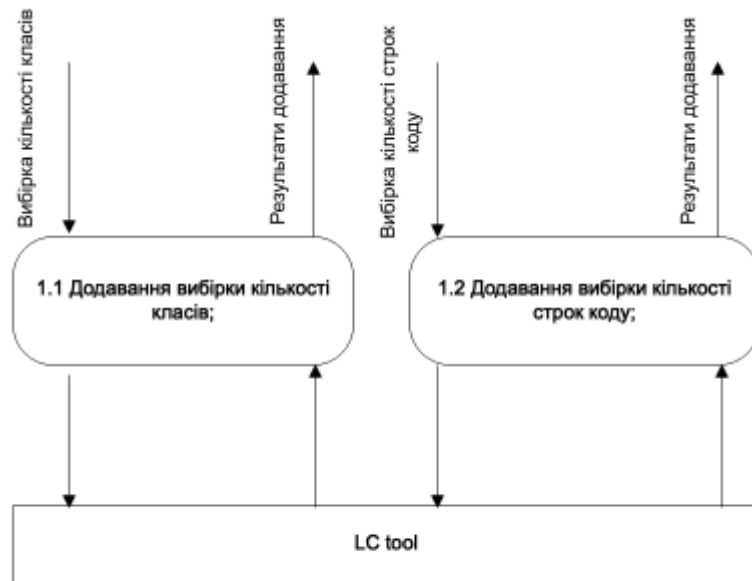


Рисунок 3.7 – Декомпозиція процесу «Додавання даних»

Відповідність потоків даних DFD 0-го та 1-го рівнів представлена в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Таблиця відповідності потоків даних 0-го та 1-го рівнів

Потік 0-го рівня	Потік 1-го рівня
Додавання даних	Додавання даних про проекти
Виклик макросів	Виклик макросів
Результат додавання даних	Результат додавання даних про проекти
Результат виклику макросів	Результат виклику макросів

3.2.2 Логічна модель даних

Логічна модель структури даних ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, представлена у вигляді ER-діаграми на рис. 3.8.

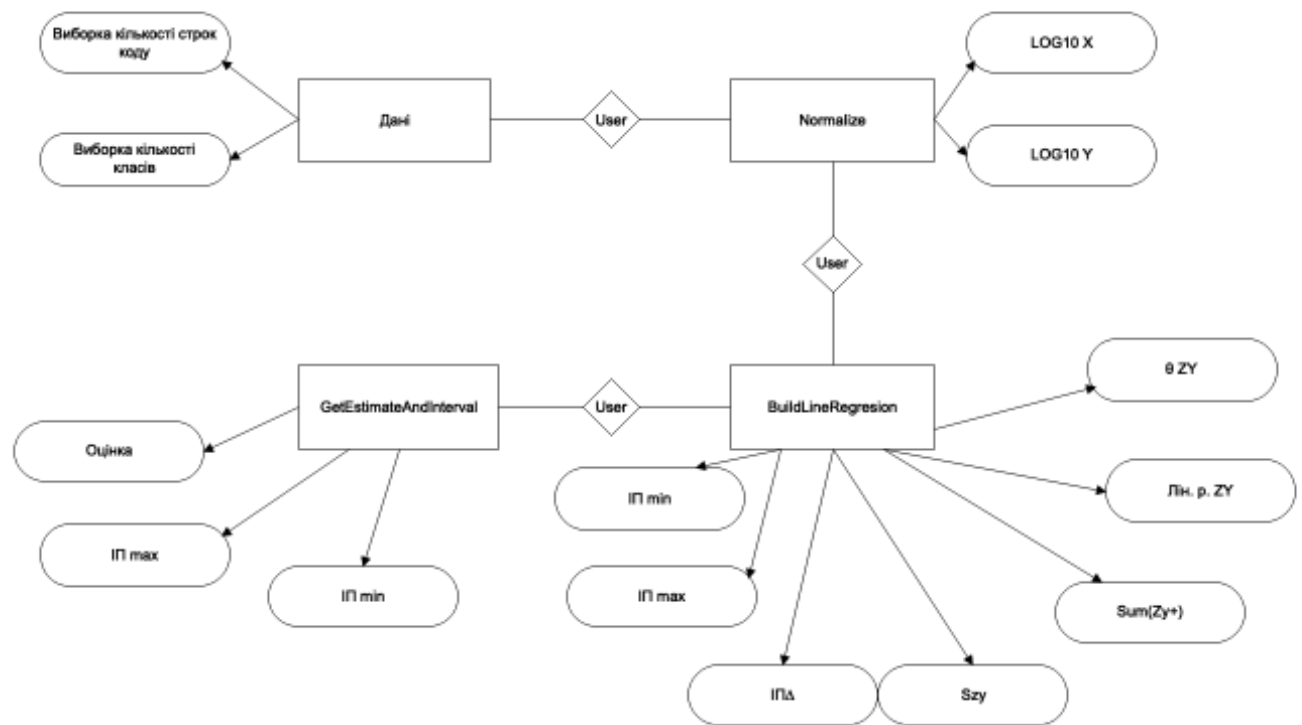


Рисунок 3.8 – Логічна модель структури даних

Метою побудови логічної моделі зазвичай є отримання графічного представлення логічної структури досліджуваної предметної області.

Сутності описують об'єкти, які є предметом діяльності предметної області, і суб'єкти, що здійснюють діяльність в рамках предметної області. Властивості об'єктів і суб'єктів описуються за допомогою атрибутів.

Взаємовідносини між сутностями ілюструються за допомогою зв'язків. Правила та обмеження взаємовідносин описуються за допомогою властивостей зв'язків. Зазвичай зв'язки визначають залежності між сутностями та те, як одна сутність впливає на іншу.

3.3 Робочий проект програмного забезпечення

3.3.1 Вибір мови програмування та середовища розробки

ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, розробляється на основі програмного рішення MS Office Excel 2010 від компанії Microsoft. Причиною такого вибору є наявність пакету MS Office практично на будь-якому комп'ютері, на відміну від, наприклад, аналогу OpenOffice Calc, що дозволяє уникнути встановлення додаткового програмного забезпечення. До того ж, більшість користувачів добре знайомі з MS Excel, тому для користування ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, користувачу не потрібно буде проходити навчання на відміну від нового ПЗ з незнайомим інтерфейсом та функціями.

MS Excel 2010 є потужним засобом для статистичного аналізу даних, а сам файл, який містить макроси, займає на порядок менше дискового простору, ніж повноцінна скомпільована програма.

Макрос, записаний для роботи з діапазоном Excel, буде виконуватися тільки для осередків цього діапазону. Тому якщо ви додасте в діапазон новий рядок, макрос не застосовуватиметься до нього.

Якщо вам потрібно записати довгу послідовність завдань, краще замість цього використовувати кілька дрібніших макросів.

У макросі можуть міститися і завдання, що не належать до Excel. Процес макросу може охоплювати інші додатки Office і інші програми, які підтримують Visual Basic for Applications (VBA) для додатків MS Office. Наприклад, можна записати макрос, який спочатку оновлює таблицю в Excel, а потім відкриває Outlook для її відправки по електронній пошті.

Програма представлена у вигляді макросів (покрокових процедур), які написані мовою програмування Visual Basic for Applications (VBA).

3.3.2 Компоненти системи

На основі проведеного проектування побудуємо діаграму компонентів системи, зображену на рис. 3.9.

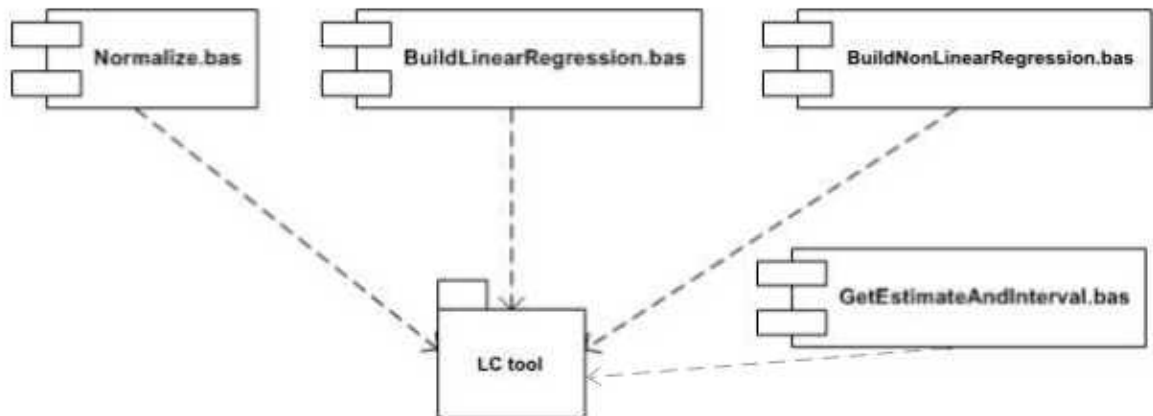


Рисунок 3.9 – Діаграма компонентів системи

Компонент `Normalize.bas` виконує нормалізацію внесених даних.

Компонент `BuildLinearRegression.bas` будує лінійну регресію на основі нормалізованих даних та інтервал передбачення для неї.

Компонент `BuildNonLinearRegression.bas` будує нелінійну регресію на основі лінійної регресії та інтервал передбачення для неї.

Компонент `GetEstimateAndInterval.bas` виконує оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android за допомогою нелінійного рівняння регресії.

3.3.3 Кодування програмного забезпечення

Кодування програмного забезпечення проводиться на основі специфікації програмних модулів, наведеної в додатку В.

Витяг з коду програми:

```

Sub Normalize()
'
' Normalize Macro

```

```

      Range("C55").Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
      Selection.AutoFill      Destination:=Range("C55:C95"),
Type:=xlFillDefault
      Range("C55:C95").Select
      ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
      Range("D55").Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
      Selection.AutoFill      Destination:=Range("D55:D95"),
Type:=xlFillDefault
      Range("D55:D95").Select
      ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
      Range("E55").Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
      Selection.AutoFill      Destination:=Range("E55:E95"),
Type:=xlFillDefault
      Range("E55:E95").Select
      ActiveWindow.SmallScroll Down:=-27
      Range("F55").Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
      Selection.AutoFill      Destination:=Range("F55:F95"),
Type:=xlFillDefault
      Range("F55:F95").Select
      ActiveWindow.SmallScroll Down:=-21
End Sub

```

Повний текст програми представлений в додатку Б.

3.3.4 Тестування програмного забезпечення

Програма складається з одного модуля, який містить макроси для виконання оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android. Усі макроси пов'язані між собою та використовують дані, необхідні для проведення розрахунків, які містяться в таблиці у головному вікні MS Excel. У специфікації в додатку В детально описані можливості та призначення кожного макросу, створених в рамках даного проекту.

План модульного тестування

Мета тестового плану

Метою даного плану тестування програми оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, є перевірка коректної роботи її функціональних модулів (макросів), зручності програми для

користувача, а також виявлення побажань користувача з розширення або виправлення існуючих функціональних можливостей. Тестовий план визначає, яким чином буде встановлено факт коректності зазначеної програми.

Функціональні вимоги до програмного забезпечення

За допомогою програмного забезпечення для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, користувач повинен мати змогу:

- 1) вносити дані (вибірку кількості класів, вибірку кількості строк коду);
- 2) виконувати нормалізацію внесених даних;
- 3) будувати лінійну регресію та інтервал передбачення для неї на основі нормалізованих даних;
- 4) будувати нелінійну регресію та інтервал передбачення для неї на основі лінійної регресії;
- 5) розраховувати оцінку розміру мобільних застосунків, що створюються для Android.

Стратегія тестування

Програмне забезпечення для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, містить основний інтерфейс взаємодії з користувачем на основі MS Excel. Оскільки в процесі розробки програми не було внесено ніяких змін в стандартний інтерфейс MS Excel, то, зважаючи на це, було прийнято рішення перевірити правильність відгуку макросів на запити користувача. Для цього було вирішено використати модель «чорної скриньки», якої буде достатньо для покриття всіх функціональних вимог.

3.3.5 Випробування програмного забезпечення

Розроблений програмний продукт було успішно випробувано згідно розробленого документу «Програма та методика випробувань ПЗ», що

представлений у додатку Д. У ході випробувань було перевірено наступні функції:

Перевірити, що програма дозволяє вносити дані про проекти

Дані про кількість класів та кількість строк коду вносяться в комірки B2, C2 відповідно (під заголовками «Y», «X»).

Очікуваний результат: внесені дані повинні з'явитися у відповідних стовпчиках: «Y», «X» (див. рис. 3.10).

	A	B	C
1	Назва проекту	Y	X (# TC)
2	Image Editor	1,33	4
3	File restore	3,51	11
4	Disk Usage Meter	3,17	10
5	O2Scripts	1,53	5
6	Coppermine Photo Gal	2,35	9
7	DNS manager	3,13	10
8	File Manager	2,03	6
9	MSSQL manager	3,22	11
10	Secure Shell	2,73	10
11	Reputation Manager	4,65	16
12	Guest Book Installer	5,52	21
13	FTP manager	2,75	7
14	Lead Form	6,93	25
15	UplinkEarth	3,73	14
16	Vertical Response	5,08	18
17	Joomla installer	7,12	25
18	SSL Manager	3,24	10
19	OpenText	4,05	12
20	Custom Error Pages	4,72	16
21	Feedback	3,49	13
22	Earthlink Panel	6,03	18
23	Online Forms	4,13	12
24	EasySiteOptimizer	7,07	11
25	File Manager Pro	10,18	33
26	Mobile CP	9,95	36

Рисунок 3.10 – Внесення даних про проекти

Результат: успішно.

Перевірити, що програма виконує нормалізацію даних

Користувач викликає макрос «Normalize» (Вид – Макросы – Normalize – Выполнить).

Очікуваний результат: для «Y», «X», у відповідних комірках з'являться підраховані значення «LOG10 Y», «LOG10 X» (див. рис. 3.11).

LOG10 Y	LOG10 X
0,123851641	0,602059991
0,545307116	1,041392685
0,501059262	1
0,184691431	0,698970004
0,371067862	0,954242509
0,495544338	1
0,307496038	0,77815125
0,507855872	1,041392685
0,436162647	1
0,667452953	1,204119983
0,741939078	1,322219295
0,439332694	0,84509804
0,840733235	1,397940009
0,571708832	1,146128036
0,705863712	1,255272505
0,852479994	1,397940009
0,51054501	1
0,607455023	1,079181246
0,673941999	1,204119983
0,542825427	1,113943352
0,780317312	1,255272505
0,615950052	1,079181246
0,849419414	1,041392685
1,007747778	1,51851394
0,997823081	1,556302501
0,938019097	1,380211242

Рисунок 3.11 – Результат виконання нормалізації

Результат: успішно.

Перевірити, що програма будує лінійне рівняння регресії на основі нормалізованих даних

Користувач викликає макрос «BuildLinearRegression» (Вид – Макросы – BuildLinearRegression – Выполнить).

Очікуваний результат: у відповідних комірках з'являються наступні значення: θ_{ZY} , Лін. р. ZY, ІП min, ІП max, ІП Δ , Z_{y+} , Sum Z_{y+} , b_0 , b_1 , а також результати всіх проміжних розрахунків (див. рис. 3.12, 3.13).

b_0	-0,439782507
b_1	0,743886802

Рисунок 3.12 – Підраховані значення для побудови лінійної регресії

В ZY	Лін. р. ZY	ІП min	ІП max	ІП Δ	Zy+	Sum Zy+
0,0008346	0,1527404	0,0740283	0,2314525	0,078712	0,000835	0,051392
0,0001808	0,5318591	0,4507706	0,6129475	0,081088	0,000181	
0,0002249	0,5160546	0,4378795	0,5942298	0,078175	0,000225	
0,0016556	0,22538	0,1474601	0,3032999	0,07792	0,001656	
0,0002241	0,3860372	0,3081135	0,4639608	0,077924	0,000224	
0,0011503	0,5294604	0,4528032	0,6061177	0,076657	0,00115	
0,0011075	0,3407757	0,2629391	0,4186124	0,077837	0,001108	
0,000154	0,5202659	0,4439142	0,5966176	0,076352	0,000154	
0,0012859	0,4720218	0,3955774	0,5484662	0,076444	0,001286	
0,0001056	0,6571751	0,5809853	0,7333649	0,07619	0,000106	
0,0028391	0,6886557	0,6091336	0,7681777	0,079522	0,002839	
3,832E-05	0,4455228	0,3664414	0,5246042	0,079081	3,83E-05	
0,0004417	0,8617495	0,7841	0,9393989	0,077649	0,000442	
0,0001448	0,5596744	0,4821974	0,6371515	0,077477	0,000145	
8,908E-05	0,6964256	0,6203453	0,772506	0,07608	8,91E-05	
3,749E-05	0,8463573	0,76994	0,9227745	0,076417	3,75E-05	
0,0004841	0,5325471	0,4555676	0,6095266	0,07698	0,000484	
0,0031856	0,5510138	0,4743533	0,6276744	0,076661	0,003186	
0,0002165	0,6592278	0,5830389	0,7354167	0,076189	0,000217	
3,974E-05	0,5365217	0,4587431	0,6143004	0,077779	3,97E-05	
0,000124	0,7914548	0,7154153	0,8674944	0,07604	0,000124	
0,0001691	0,6289521	0,5514264	0,7064778	0,077526	0,000169	
0,0129719	0,7355251	0,6516778	0,8193724	0,083847	0,012972	
9,425E-06	1,0108178	0,9349223	1,0867132	0,075895	9,42E-06	
0,000516	0,9751066	0,8987621	1,0514511	0,076344	0,000516	
2,571E-05	0,9430899	0,8657116	1,0204682	0,077378	2,57E-05	

Рисунок 3.13 – Результат виконання проміжних розрахунків для побудови лінійної регресії

Результат: успішно.

5) Перевірити, що програма розраховує оцінку розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі нелінійної регресії

Користувач викликає макрос «GetEstimateAndInterval» (Вид – Макросы – GetEstimateAndInterval – Выполнить).

Очікуваний результат: у відповідних комірках з'являються наступні значення: Оцінка, ІП min, ІП max (див. рис. 3.14).

G	H	I
Оцінка	ІП min	ІП max
1,42	1,19	1,70
3,40	2,82	4,10
3,28	2,74	3,93
1,68	1,40	2,01
2,43	2,03	2,91
3,38	2,84	4,04
2,19	1,83	2,62
3,31	2,78	3,95
2,96	2,49	3,54
4,54	3,81	5,41
4,88	4,07	5,86
2,79	2,33	3,35
7,27	6,08	8,70
3,63	3,04	4,34
4,97	4,17	5,92
7,02	5,89	8,37
3,41	2,85	4,07
3,56	2,98	4,24
4,56	3,83	5,44

Рисунок 3.14 – Результат оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків

Результат: успішно.

6) Перевірити, що програма правильно обробляє неправильні дані при внесенні інформації про проекти

Користувач вносить дані про кількість строк коду в стовпчик «Y»:

-5 -1000 0 15 -0,1 -700 0

Користувач вносить дані про кількість класів у стовпчик «X»:

0 -14 0 -3 10 1,5 0 0 -1050

Очікуваний результат: повідомлення про помилку «Введенное значение неверно. Набор значений, которые могут быть введены в ячейку, ограничен.» (див. рис. 3.15).

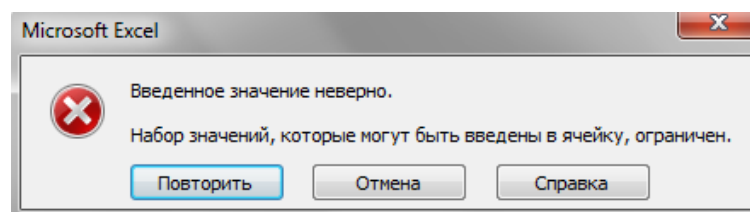


Рисунок 3.15 – Очікуваний результат випробування

Результат: успішно.

Результати випробування наведені у додатку Д.

4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID

На основі побудованої нелінійної регресійної моделі із застосуванням логарифмічного нормалізуючого перетворення в ході виконання роботи було розроблено ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android. За допомогою цього ПЗ було розраховано значення функції оцінки розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, а також побудовано її інтервал передбачення. Цей інтервал показує максимальні (за наявності перешкод) та мінімальні (коли ці перешкоди відсутні) розміри мобільних застосунків.

Початкове вікно програми наведено на рис. 4.1.

44	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
45	Параметри	n	min	max	Виб. Сер.	Дисперсія	С.Кв. відх.	Асим.	Експес.							Коефіцієнти регресії		Перевірка значимості b0, b1		
46	X (# TC)	0	0	0	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!							b0		n-1		-1
47																		t _α		1,68
48	Y	0	0	0	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!									alpha		0,05
49																		delta		#ДЕЛ/0!
50																				
51																				
52	Лінійна регресія - LOG10																			
53																				
54	b0		LOG10 Y	LOG10 X			θ ZY	Лін. p. ZY	ІП min	ІП max	ІП Δ	Zy*	Sum Zy*							
55	b1																			
56																				
57																				
58	Виб. Сер. Z																			
59																				
60																				
61	Виб. Сер. Y																			
62																				
63	sum θ ZY			0																
64	t(a/2), N-2	#число!	0																	
65	Szy		0																	
66	n		0																	

Рисунок 4.1 – Початкове вікно програми

Розроблена програма має наведені нижче функції:

- 1) Внесення даних (вибірка кількості класів, вибірка кількості строк коду);
- 2) Виконання нормалізації даних за допомогою десятичного логарифму;

3) Побудова лінійної регресії та її інтервалу передбачення для нормалізованих даних;

4) Побудова нелінійної регресії та її інтервалу передбачення;

5) Отримання оцінки розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android, та інтервалу передбачення цієї оцінки за допомогою нелінійного рівняння регресії.

ПЗ реалізовано за допомогою середовища MS Excel 2010 та мови програмування Visual Basic for Applications (VBA).

Розроблена програма може бути завантажена на будь-якому комп'ютері, який містить пакет MS Excel 2007 та вище.

Тестування даного програмного продукту показало, що ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, успішно виконує поставлені перед ним задачі.

Розроблене ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, не потребує додаткового навчання користувачів, оскільки працює у середовищі MS Excel.

ПЗ повністю відповідає вимогам до організації вхідних та вихідних даних, вимогам до надійності та іншим вимогам, зазначеним в технічному завданні (Додаток А).

Також була розроблена наступна програмна документація:

- технічне завдання (Додаток А);
- текст програми (Додаток Б);
- опис програми (Додаток В)
- інструкція користувача (Додаток Г);
- програма та методика випробувань ПЗ (Додаток Д).

5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РОЗМІРУ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ, ЩО СТВОРЮЮТЬСЯ ДЛЯ ANDROID

5.1 Опис програми для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android

Дана робота присвячена розробці ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android. Його можна використовувати в галузі розробки та забезпечення якості ПЗ, а також управління програмними проектами.

На сьогоднішній день оцінювання трудомісткості розробки та тестування ПЗ виконується за допомогою лінійних моделей та експертних оцінок, які не завжди дають можливість отримати достовірну оцінку. У даній роботі оцінювання виконується на основі нелінійної регресійної моделі та логарифмічного нормалізуючого перетворення. Цей підхід дозволяє використовувати для розрахунків не гаусівські дані з нелінійною залежністю між факторами, які впливають на трудомісткість розробки та тестування. Крім того, отримання достовірної оцінки трудомісткості дозволить більш точно оцінити час та ресурси, які необхідні для розробки та тестування програмного продукту.

Ефективність інформаційних систем визначається ступенем їх позитивного впливу на підприємство або процес в результаті використання засобів обчислювальної техніки, ПЗ, зміни інформаційних потоків та організаційної структури управління.

Створення ПЗ вимагає одноразових витрат на розробку, придбання необхідних технічних засобів і поточних витрат на функціонування продукту. Економія від впровадження ПЗ визначається з урахуванням витрат на його

експлуатацію. Відношення цієї економії до витрат на створення ПЗ характеризує економічну ефективність капітальних вкладень. Економічні показники визначаються за діючими на момент розрахунку оптовими цінами, тарифами, ставками заробітної плати та податків.

5.2 Розрахунок витрат на створення та експлуатацію програмного забезпечення

Витрати на розробку системи складаються з витрат на:

- заробітну плату розробника,
- амортизацію комп'ютера, на якому виконується розробка,
- експлуатацію цього комп'ютера,
- засоби розробки,
- витратні матеріали і комплектуючі.

Розробка ПЗ виконується програмістом, місячний оклад якого складає 10 000 грн. Додаткова заробітна плата складає 20% від основної – 2 000 грн. Виходячи з цього, основна і додаткова заробітна плата розроблювача системи складає 12 000,00 грн/міс.

Вартість сучасного комп'ютера складає 16 500 грн. (приведена вартість Intel Core i3-10100 (3.6 – 4.3 ГГц) / RAM 8 ГБ / HDD 1 ТБ + SSD 240 ГБ / Intel UHD Graphics 630 / без ОД / LAN / без ОС та монітор 27" Samsung Curved C27F396F (LC27F396FHIXCI)). При вартості кіловат-години електроенергії 1,68 грн., розраховується вартість розробки програми. Витрати на допоміжні матеріали приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Витрати на допоміжні матеріали

Пункти витрат	Сума грн.
Флеш-накопичувач даних	250,00
Папір для принтера	80,00
Картридж та тонер для принтера	200,00
Разом матеріали і комплектуючі вироби	530,00

Вартість програми розрахуємо по формулі:

$$C_{\text{пр}} = (V_{\text{зп}} + V_{\text{сф}} + V_{\text{зг}} + V_{\text{е}}) * T + V_{\text{м}} \quad (5.1)$$

де: $V_{\text{зп}}$ – основна і додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.;

$V_{\text{сф}}$ – відрахування в соціальні фонди (38% від основної і додаткової заробітної плати), грн.;

$V_{\text{зг}}$ – загальногосподарські витрати (10% від основної заробітної плати), грн.;

$V_{\text{е}}$ – витрати на електроенергію;

T – тривалість розробки, міс.

$V_{\text{м}}$ – витрати на основні і допоміжні матеріали.

$V_{\text{е}}$ при споживанні потужності 500 Вт, тривалості роботи на місяць, рівної $21 * 8 = 168$ годин, вартості кіловат-години електроенергії 1,68 грн.

$$V_{\text{е}} = 168 * 1,68 * 0,5 = 141,12 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на розробку системи наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Витрати на розробку системи

Найменування витрат	Одиниця виміру	Кількість
Тривалість розробки	Міс	2
Основна і додаткова заробітна плата	Грн.	12 000,00
Відрахування в соціальні фонди	Грн.	4 560,00
Загальногосподарські витрати	Грн.	1 200,00
Витрати на допоміжні матеріали	Грн.	530,00
Витрати на електроенергію	Грн.	141,12

Відповідно до (5.1) вартість програми складає:

$$C_{\text{пр}} = (12\,000,00 + 4\,560,00 + 1\,200,00 + 141,12) * 2 + 530,00 = 36\,332,20 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для комп'ютера розрахуємо по формулі:

$$Взр = Аоб + Вм + Ве \quad (5.2)$$

де: Аоб – амортизаційні відрахування, грн.

Вм – річні витрати на основні і допоміжні матеріали, грн.

Ве – витрати на електроенергію, грн.

Амортизаційні відрахування на устаткування складають 60% балансової вартості в рік:

$$Аоб = 16\,500,00 * 0,6 = 9\,900,00 \text{ грн.}$$

У масштабах закладу річні витрати на основні і допоміжні матеріали (носії, папір, ...) визначаються в розмірі 5% вартості основного устаткування:

$$Вм = 16\,500,00 * 0,05 = 825,00 \text{ грн.}$$

Річний обсяг робіт комп'ютера у годинах визначається в такий спосіб:

$$\Phi_m = 253,3 * T_z \quad (5.3)$$

де T_z – це середнє денне завантаження устаткування (близько 7 годин)

253,3 – середня кількість робочих днів у році.

Отже, річний обсяг роботи комп'ютера складе:

$$\Phi_m = 253,3 * 7 = 1\,773,1 \text{ годин}$$

Витрати на електроенергію Ве при 1 773,1 годинах роботи устаткування в рік складуть:

$$Ве = 1\,773,1 * 1,68 * 0,5 = 1\,489,41 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для комп'ютера за рік складуть:

$$Взр = 9\,900,00 + 825,00 + 1\,489,41 = 12\,214,41 \text{ грн.}$$

Отже, у перший рік витрати на створення й експлуатацію програми складуть:

$$Все = 36\,332,20 + 12\,214,41 = 48\,546,65 \text{ грн.}$$

5.3 Економічна ефективність розробки та впровадження програмного забезпечення

Основним показником економічної ефективності функціонування ПЗ є зменшення витрат, підвищення ефективності роботи та удосконалена ступень захисту.

До числа найголовніших факторів, що визначають ефективність роботи в зв'язку з впровадженням ПЗ, відносяться:

- підвищення продуктивності праці;
- підвищення швидкості обробки інформації;
- вивільнення робочого часу;
- умовно-річна економія від підвищення якості захисту інформації.

Визначимо пряму економічну ефективність, ґрунтуючись на тому, що впровадження програмного продукту вивільняє 1,5 працівника за експертною оцінкою фахівців підприємства.

Зарплата 1,5 працівника в рік складає:

$$10\,000 * 12 * 1,5 = 180\,000,00 \text{ грн.}$$

Економічний ефект першого року розраховується за формулою (5.4):

$$A_{\text{экон.эф.}} = \Delta C_n - E_n * k, \quad (5.4)$$

де ΔC_n – вивільнені кошти після впровадження програмного продукту (180 000,00 грн.) мінус експлуатаційні витрати (12 214,41 грн.) ;

$$\Delta C_n = 180\,000,00 - 12\,214,41 = 167\,785,59 \text{ грн.}$$

E_n – коефіцієнт ефективності (дорівнює коефіцієнту амортизації (0,6));

k – одноразові витрати на впровадження продукту (36 332,24 грн.).

$$A_{\text{экон.эф.}} = 167\,785,59 - 0,6 * 36\,332,24 = 145\,986,25 \text{ грн.}$$

Строк окупності системи розраховується по формулі:

$$T = \frac{k}{\Pi} = \frac{36\,332,24}{167\,785,59} \approx 0,22 \text{ (року)}$$

де Π – вивільнені кошти після впровадження програмного продукту (167 785,59 грн.);

k – одноразові витрати на впровадження системи (36 332,20 грн.)

Отже строк окупності системи складає приблизно 2,5 місяців.

Виходячи з розрахунків, впровадження даного ПЗ окупить себе протягом 2,5 місяців. Таким чином, його розробка є економічно обґрунтованою.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Загальні питання, пов'язані з охороною праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людей в процесі праці (ст. 1 Закону «Про охорону праці») [32]. Як правовий інститут охорона праці – це чималий комплекс правових норм. Можна визначити охорону праці також як систему забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, засновану на сукупності законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Власник або уповноважений ним орган повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизму, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників.

На власника або уповноважений ним орган покладається систематичне проведення інструктажу (навчання) працівників з питань охорони праці, протипожежної охорони.

Охорона праці – один з центральних інститутів трудового права. Він має виключно практичне значення. Недодержання вимог охорони праці створює небезпеку для здоров'я і життя працівників. У свою чергу і ті, кого законодавець називає власником або уповноваженим ним органом, несуть

сувору, у тому числі й кримінальну відповідальність за порушення правил охорони праці [33].

6.2 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів у відділі забезпечення якості в офісі фірми «GFL»

Небезпечним називається виробничий фактор, вплив якого на працюючу людину в певних умовах приведе до травми або іншому раптовому різкому погіршенню здоров'я. Якщо ж виробничий фактор приведе до захворювання або зниження працездатності, то його вважають шкідливим. Залежно від рівня й тривалості впливу шкідливий виробничий фактор може стати небезпечним.

На офісного працівника при роботі впливають дві основні групи шкідливих факторів:

1) Фізичні, до яких відносять фактори, що породжуються безпосереднім впливом оточуючого середовища (електромагнітне випромінювання, освітленість робочого місця, температура повітря, шум).

2) Психофізіологічні, до яких відносять фізичне та нервово-психічне перевантаження організму (зорове напруження, статичні навантаження, нервово-психічне навантаження).

Освітлення – отримання, розподіл та використання світлової енергії для забезпечення нормальних умов праці. Світло, крім забезпечення фізичної можливості розрізняти предмети праці, також впливає на психічний стан людини та перебіг фізіологічних процесів в організмі. Раціонально влаштоване освітлення виробничих приміщень позитивно впливає на працівників, підвищує ефективність та безпеку праці, знижує втому та травматизм, забезпечує високу працездатність.

За вимогами санітарних норм освітлення повинно бути достатньо яскравим, рівномірним, не засліплювати очі та не створювати відблисків на

робочій поверхні. За спектральним складом освітлення має наближатися до сонячного світла. Гігієнічними нормами вимагається максимально використовувати природне освітлення, оскільки денне світло краще сприймається органами зору. Штучне освітлення у виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення, допускають застосування системи комбінованого освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500лк. Як джерела світла для штучного освітлення мають застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ [34].

Одним з найнесприятливіших факторів, що зменшує працездатність та уважність робітників, створює передумови до травматизму та захворювань, є шум. Інтенсивний шум та вібрації негативно впливають не лише на слух, а і на нервову, серцево-судинну, та більшість інших систем організму, викликаючи зниження слуху, гіпертонію, психічні розлади тощо.

Гігієнічними нормативами (СН 3222-85, ГОСТ 12.1.003-85, ГР 2411-81) встановлені допустимі рівні звуку різних частот для робітників певних професій. У таблиці 6.1 наведені нормативи для людей, що працюють з ЕОМ.

Таблиця 6.1 – Допустимі рівні шуму

Вид трудової діяльності	Рівні звукового тиску в дБ октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку, еквівалентні рівні звуку, дБа/дБАекв
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Програмісти ЕОМ	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Оператори в залах обробки інформації на ЕОМ та оператори комп'ютерного набору	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
В приміщеннях для розташування шумних агрегатів ЕОМ	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Виходячи з даних норм, при проведенні комплексу заходів зі зменшення шуму усувається не будь-яка віброакустична активність обладнання, а тільки та, яка перевищує встановлений граничний рівень та шкідливо впливає на організм людини. Усунення промислового шуму в першу чергу відбувається шляхом вдосконалення технологічних процесів та обладнання. При цьому в першу чергу усуваються найбільш сильні джерела шуму. Також необхідно знешумлювати усе обладнання, яке цього потребує, оскільки знешумлення окремих одиниць при наявності великої кількості обладнання, що продовжує випромінювати шум, недоцільно.

Самопочуття та працездатність людини також сильно залежать від теплового стану організму, на який впливають такі фізичні фактори виробничого середовища, як температура повітря, вологість, швидкість руху повітря, атмосферний тиск, доля кисню у повітрі тощо. Наприклад, якщо кількість кисню в повітрі зменшиться до 12% то утруднюється дихання. В таких умовах людина напружує дихальний апарат, дихає частіше; такий стан людина витримує до 0,5 години. Перегрівання організму відбувається за умов надлишкового конвективного випромінювання тепла нагрітих поверхонь. При перегріванні вступають в активну реакцію пристосувальні функції організму. При цьому активізується робота серцево-судинної та дихальної систем, відбувається інтенсивне потовиділення, котре сягає 5л за зміну. З потом втрачається велика кількість мінеральних солей та вітамінів. Вологість повітря суттєво впливає на терморегуляцію людського організму. Підвищення відносної вологості повітря у виробничому приміщенні ускладнює терморегуляцію, зменшення тепловиділення організмом. Фізіологічно оптимальною є відносна вологість в межах 40..60%.

Сукупність описаних показників стану навколишнього середовища називають мікрокліматом. Для приміщень з ЕОМ встановлені норми мікроклімату приведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Норми мікроклімату для приміщень з ЕОМ

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	Легка – 1а	22-24	40-60	0,1
	Легка – 1б	21-23	40-60	0,1
Тепла	Легка – 1а	23-25	40-60	0,1
	Легка – 1б	22-24	40-60	0,2

Робота комп'ютерів і периферійних пристроїв можлива завдяки електричному струмові, до джерел якого вони підключаються, тому існує небезпека ураження користувача струмом. Щоб уникнути нещасних випадків варто строго дотримуватися правил електробезпеки.

Небезпека електричного струму на відміну від інших небезпек збільшується тим, що людина не в змозі без спеціальних приладів виявити напругу дистанційно, а також швидкоплинністю поразки – небезпека виявляється, коли людина вже уражена. Ураження струмом приводить до різних порушень в організмі, викликаючи як місцеву поразку тканин і органів, так і загальне ураження організму.

Людина відчуває дратівну дію змінного струму промислової частоти силою 0,6 – 1,5 мА і постійного струму 5 – 7 мА. Ці струми не представляють серйозної небезпеки для організму людини, тому що при такій силі струму можливе самостійне звільнення людини від контакту зі струмоведучими частинами. Для перемінного струму промислової частоти сила невідпускаючого струму знаходиться в межах 6 – 20 мА. Постійний струм не викликає невідпускаючого ефекту, але приводить до сильних болючих відчуттів, сила такого струму 15 – 80 мА і більше [26].

6.3. Розрахунок системи пожежогасіння приміщення відділу забезпечення якості офісу «GFL»

Група приміщення: 1

Тип зрошувача: вода

Розміри приміщення: довжина $a = 7$ м, ширина $b = 6$ м

Знайдемо групу приміщення (табл. 6.3) згідно з пожежним навантаженням, які забезпечуються автоматичними установками пожежогасіння (ДВН В.2.5-13-98).

За таблицею 6.3 приміщення офісу ІТ-компанії «GFL» належить до 1 групи.

Параметри для розрахунку спринклерної установки залежно від групи приміщення (1) є наступними:

Інтенсивність зрошування водою $L = 0,08$ л/(см²)

Площа, яка захищається одним зрошувачем $S_{зр} = 12$ м²

Тривалість роботи установки водного пожежогасіння $T = 30$ хвилин

Відстань між зрошувачами $D = 4$ м

Знаходимо площу приміщення:

$$S_{\text{прим}} = a * b = 7 * 6 = 42 \text{ м}^2$$

Знаходимо необхідну кількість зрошувачів:

$$N = S_{\text{прим}} / S_{\text{зр}} = 42 / 12 = 3,5$$

Розміщуємо зрошувачі на плані приміщення.

Знаходимо необхідну інтенсивність води в трубопроводі:

$$L_{\text{тр}} = L * S_{\text{прим}} = 0,08 * 42 = 3,36 \text{ л/с}$$

Знаходимо інтенсивність води крізь один спринклер:

$$L_{\text{др}} = L_{\text{тр}} / N = 3,36 / 3,5 = 0,97 \text{ л/с}$$

Знаходимо необхідний об'єм води:

$$Q_{\text{н}} = L_{\text{тр}} * T = 3,36 * 1800 \text{ с} = 6048 \text{ л}$$

Таблиця 6.3 – Групи приміщень

Група	Приміщення	Пожежне навантаження
1	Приміщення книгосховищ, ЕОМ, магазинів, будівель управлінь, готелів, лікарень	до 200 Мдж/м ²
2	Приміщення з використанням рідин, які легко спалахують (ЛСР) і горять (ГР); деревообробні, швейні та інші приміщення; підприємства з обслуговування автомобілів	200...2000 Мдж/м ²
3	Приміщення гумотехнічного виробництва	200...2000 Мдж/м ²
4	Приміщення для виробництва, обробки, переробки різних матеріалів з використанням ЛСР і ГР	>2000 Мдж/м ²
5	Склади негорючих матеріалів в упаковці, що горить	>2000 Мдж/м ²
6	Склади твердих матеріалів, що горять	>2000 Мдж/м ²
7	Склади лаків, фарб, ЛСР, ГР, пластмас та ін.	>2000 Мдж/м ²

6.4. Розробка заходів щодо зменшення впливу шкідливих та небезпечних факторів

Сьогодні фахівці в області ергономіки вже зрозуміли, що не можна знайти ідеальне положення, у якому можна перебувати і працювати протягом усього робочого дня. Для більшості людей комфортабельним робочим місцем повинне бути таке, котре можна пристосувати не менш чим для двох позицій, при цьому положення крісла, монітора повинні щораз відповідати виконуваний роботі і звичкам. Багато хто вважають, що для роботи на комп'ютері більше підходять вертикальне і злегка похиле положення. Можливо, щоб крісло було злегка нахилене вперед.

Схеми розміщення робочих місць із персональним комп'ютером повинні урахувати відстані між робочими столами з відеомоніторами (в напрямку тилу поверхні одного відеомонітора й екрана іншого відеомонітора), які повинні бути не менш 2 м, а відстань між бічними поверхнями відеомоніторів – не менш 1,2 м.

Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менш 600 мм, шириною не менш 500 мм, глибиною на рівні колін не менш 450 мм і на рівні витягнутих ніг не менш 650 мм.

Дисплей. Положення тіла звичайно відповідає напрямку погляду; дисплеї, розташовані занадто низько чи під неправильним кутом, є основними причинами сутулості. Відстань від дисплея до очей може варіюватися в залежності від характеру виконуваної роботи – 40-70 см. При роботі з текстом відстань від екрана до очей повинна лише небагато перевищувати відстань між книгою й очима і складати 40-45 см. Необхідно давати відпочинок очам і час від часу їх просто закривати. Не можна допускати, щоб очі увесь час були сфокусовані на одній відстані, працюючи з текстом, рекомендується установлювати великий шрифт. Дуже важливо, щоб екран монітора не мерехтів. Частота регенерації зображення повинна бути не менш 72 Гц, тому що при більш низькій частоті помітне мерехтіння, хоча люди з особливо чутливим зором можуть помітити його і при більш високій частоті. Їм доведеться підібрати графічну плату і монітор з частотою регенерації 85 Гц і вище.

Необхідно уникати того, щоб монітор був звернений убік вікна, оскільки інтенсивна освітленість області зору може затопити потоками світла очі і розмити зображення на сітківці. Якщо приходить сидіти поруч з вікном, то треба розташуватися під прямим кутом до нього, причому екран дисплея повинний бути перпендикулярний шибці – цим виключаються відблиски на екрані.

Для зниження впливу низькочастотного електромагнітного випромінювання монітора на ЕЛТ рекомендується вибирати монітор, що задовольняє стандарту MPR II, чи TCO 92-95. У противному випадку необхідно установити на екран захисний фільтр, найбільш сучасні моделі, затримують до 99 % електромагнітного випромінювання.

Форма спинки крісла повинна повторювати форму спини працюючого. Крісло необхідно установити на такій висоті, щоб не почувався тиск на куприк (крісло розташоване занадто низько) на стегна (крісло розташоване занадто високо). Фахівці з ергономіки, вважали, що кут між стегнами і

хребтом повинний складати 90° , однак недавно проведені дослідження показали, що більшість людей переважно сидять трохи відкинувшись.

Клавіатуру необхідно установити так, щоб не треба було до неї тягтися і нахилитися вперед. При зміні положення тіла (наприклад, з вертикального на похиле) обов'язково треба перемінити положення клавіатури і дисплея. Може виявитися корисною регульована підставка клавіатури, завдяки якій можна без усякої напруги працювати з маніпулятором "миша". Можна поставити клавіатуру і на коліна. Руки при роботі повинні бути прямими в зап'ястях і зігнуті в ліктях приблизно під прямим кутом. Пальці також повинні бути злегка зігнуті. Удари по клавішах не повинні бути занадто сильними.

Зручна висота столу особливо важлива в тому випадку, коли на ньому розташовується клавіатура. Якщо в клавіатури немає підставки, а висоту столу не можна змінити (і він занадто високий), то треба вище підняти сидіння крісла, а під ноги підставити лавочку: чи що-небудь інше. Якщо стіл занадто низький, необхідно підкласти що-небудь під його ніжки.

Щогодини необхідно робити перерву в роботі. У цей час рекомендується робити вправи для зап'ясть. Нижче описаний можливий комплекс вправ.

- Покласти руку на край столу долонею вниз. Взявшись, за пальці, іншою рукою відвести кисть назад і утримувати протягом 5 секунд. Повторити для іншої руки.

- Злегка упертися рукою в стіл і на 5 секунд напружити пальці в зап'ясть. Повторити іншою рукою.

- Сильно зжати пальці, а потім розпрямити їх.

Виконання приведених рекомендацій дозволяє скоротити вплив шкідливих виробничих факторів на організм людини.

7 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1 Вплив людини на навколишнє середовище

Під навколишнім середовищем розуміють цілісну систему взаємопов'язаних природних і антропогенних об'єктів і явищ, під впливом і при безпосередньому використанні яких відбувається праця, побутова діяльність, відпочинок людей. Поняття «навколишнє середовище» включає соціальні, природні і штучно створені фізичні, хімічні та біологічні фактори, тобто все те, що впливає на життя і діяльність людини. Складовою частиною навколишнього середовища є природне середовище [35]. Перед сучасним суспільством стоїть завдання не тільки зберегти природу, а й запобігти негативним наслідкам господарської діяльності людини в майбутньому.

Економічна діяльність у всіх її проявах здійснює забруднення навколишнього середовища. У процесі цієї діяльності забруднюються і стають дефіцитними ресурси повітря, води, територій, що здавалися нескінченними. Нині рівень забруднення досяг загрозливих розмірів, набувши по суті кризового характеру.

Цей процес посилюється розвитком виробничих сил і збільшенням маси речовин, що залучаються в господарський обіг. Через це в навколишнє середовище надходить все більше й більше різноманітних речовин, які йому чужі, а часом токсичні. Значна частина з них не включається в природний кругообіг, накопичується в біосфері і зумовлює небажані екологічні наслідки. Відомо, що екологія – це наука взаємовідносин між живими організмами і сферою їх перебування, тому наслідки промислової і господарської діяльності людства можуть завдати непоправні збитки біосфері і велику шкоду людині.

Забруднюючі речовини, що потрапляють в природне середовище здатні переміщуватись на досить великі відстані, а закономірність цих процесів

вивчена ще недостатньо. Ці речовини мігрують у великих кількостях в контурах окремих складових біосфери. Так в атмосфері вони переносяться повітряними течіями. Ступінь їх розсіювання формується швидкістю і напрямом переміщення повітряних мас і залежить від метеорологічних умов. потрапивши у воду, забруднюючі речовини окиснюються мікроорганізмами або адсорбуються частинками речовин, які є у воді [36].

Охорона навколишнього середовища являє собою форму відносин між суспільством і природою. Вона здійснюється різними засобами: економічними, правовими, науково-технічними, санітарно-гігієнічними, біологічними та іншими.

В загальному випадку проблема охорони навколишнього середовища зводиться до вирішення двох завдань:

- 1) організації раціонального природокористування;
- 2) забезпечення чистоти природних (екологічних) систем.

При здійсненні різних видів економічної діяльності суб'єкти господарювання використовують різноманітні природні ресурси: землю, воду, корисні копалини тощо. Проте ресурси ці обмежені. Обмеженість природних ресурсів була і залишається головною і дуже жорсткою умовою, що накладається на розвиток економіки і відповідно зростання суспільного добробуту.

Наслідком обмеженості природних ресурсів є конкуренція за їх застосування, тобто суперництво між альтернативними цілями використання ресурсів. Адже майже всі ресурси можуть використовуватися для задоволення найрізноманітніших потреб.

Раціональне природокористування означає розробку та здійснення концепції і конкретних заходів щодо раціонального використання і відтворення природних ресурсів, гармонічну взаємодію суспільства і природи, людини і навколишнього природного середовища.

Завдання організації раціонального природокористування вирішується шляхом:

- 1) оптимального розподілу ресурсів між різними господарськими цілями;
- 2) використання технологій, що зберігають ресурси;
- 3) проведення заходів щодо поповнення природних ресурсів.

Іншим, не менш важливим, завданням охорони навколишнього середовища є забезпечення чистоти природних екологічних систем, тобто водного середовища, повітряного басейну, ґрунтових покривів тощо, з тим, щоб забезпечити населення екологічно чистими продуктами харчування, водою, повітрям і, в остаточному підсумку, зберегти високий рівень здоров'я населення та його активного довголіття.

7.2 Забруднення навколишнього середовища підприємством «GFL»

Підприємство «GFL» – це офісна компанія, яка займається наданням послуг з розробки та супроводження ПЗ. Хоча компанія не займається промисловим виробництвом з викидом шкідливих речовин у атмосферу, воду та ґрунт, це не виключає існування джерел забруднення довкілля. До таких джерел, насамперед, належать:

- дизельна електростанція;
- твердопаливні котли;
- побутове сміття;
- електромагнітне випромінювання.

Одночасно в офісі компанії можуть працювати до 300 комп'ютерів, стаціонарних телефонів та велика кількість серверної техніки, яка обслуговує роботу цього обладнання, аварійне чи планове відключення електроенергії призводить до значних перешкод у роботі персоналу. Для того, щоб уникнути таких ситуацій, на території компанії знаходиться дизельна електростанція. Вона працює як в аварійному, так і в резервному режимі.

Результатом роботи дизельної електростанції є продукти згоряння дизельного палива та шумове забруднення.

Твердопаливні коти використовуються в холодну пору року в системі опалення офісних приміщень. Для опалення використовуються деревні пелети. Хоча таке джерело тепла має менший відсоток шкідливих викидів в атмосферу, ніж, наприклад, вугілля чи мазут, цей вид опалення не можна вважати екологічно чистим. Порівняльні характеристики продуктів згоряння палива наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Рівні викидів забруднюючих речовин в атмосферу при спалюванні різних видів палива

Вид палива	Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря без систем очищення, тонн на 1 тис. тонн нат. палива				
	CO ₂	NO ₂	SO ₂	Тверді частинки (пил неорг.)	РАЗОМ
Природний газ	1,18	3,52	0,00	0,00	4,70
Древні брикети, пелети	4,68	9,31	0,28	4,11	17,69
Деревина дров'яна	4,9	9,4	0,3	4,3	18,9
Тирса деревна	5,0	9,6	0,5	5,0	20,0
Деревні відходи, обрізки	5,2	9,9	0,4	5,2	20,7
Швидкозростаюча деревина	4,8	9,5	0,0	8,4	22,7
Тріска, сучки, кора	5,6	11,4	0,8	13,4	31,3
Мазут	5,20	5,20	35,30	0,30	45,90
Брикет торф'яний	8,04	26,81	3,00	13,02	50,87
Кам'яне вугілля	9,58	63,56	9,20	65,32	147,66

Побутові відходи – це залишки речовин і предметів, які утворюються в результаті побутової та господарської діяльності людини і які не можуть бути використані на місці утворення, а їх накопичення і зберігання порушують санітарний стан навколишнього середовища.

Всі побутові відходи, які утворюються в процесі функціонування компанії, можна розділити на рідкі та тверді. До рідких побутових відходів належать нечистоти з вигребів туалетів, помий (від миття посуду, підлоги, тощо) і стічні води (побутові, злизові). До твердих побутових відходів можна

віднести сміття (побутові відходи) та кухонні відходи. Зокрема, твердими відходами є папір, картон, скло, пластмаса, продукти харчування.

Генератором електромагнітного забруднення є, в першу чергу, велика кількість комп'ютерної техніки на території офісу. Більшість із них працює 8 годин на добу, а деякі не вимикаються цілодобово. Випромінювачами в даному випадку є і процесор, і монітор. Випромінювання останнього значно вищі, особливо його бічні і задні стінки, адже вони не мають спеціального захисного покриття, як у лицьовій частині монітора. Крім того, в офісі є дві кухні, кожна з яких обладнана 5 мікрохвильовими печами.

Електромагнітне випромінювання має несприятливий вплив на організм людини. Його наслідками можуть бути головний біль, порушення сну, перевтома і, навіть, у деяких випадках стенокардія.

7.3 Розробка заходів щодо зменшення забруднення

Для того, щоб зменшити рівень забруднення навколишнього середовища, варто вжити певних заходів, які мінімізують цей вплив, якщо його неможливо усунути цілком. Серед таких заходів:

Очищення димових газів у мокрих золоуловлювачах.

Електрофільтри на електростанціях застосовуються для досягнення найбільш глибокого очищення димових газів в основному на великих енергоблоках потужністю 300 МВт та більше. Мокрі золоуловлювачі, які працюють при маленьких питомих витратах води та невеликих перепадах тиску, встановлюються за котлоагрегатами середньої паропродуктивності. У мокрих золоуловлювачах уловлювання часток золи на плівці води, яка стікає по його стінках, здійснюється за рахунок відцентрової сили, яка діє на частки. Ефективність апарата не перевищує 90%.

Використання природного газу для опалення офісних приміщень замість деревних пелетів.

Згідно з показниками, наведеними в табл. 7.1, рівень шкідливих викидів від згоряння природного газу є найнижчим серед перерахованих видів палива. Проте зміну джерела енергії слід проводити, враховуючи економічну ефективність, оскільки вартість цих видів палива не є однаковою.

Рациональне позбавлення від побутових відходів.

Деякі побутові відходи можна безпечно спалювати для отримання енергії. Вторинну сировину (макулатуру, скло, пластмаси) можна відправляти на переробку, а не вивозити на сміттєзвалища. Крім того, зменшити кількість побутових відходів допоможе повторне їх використання (наприклад, скляних чи пластикових пляшок та контейнерів для їжі), скорочення споживання та використання меншої кількості упаковки.

Зменшити рівень електромагнітного забруднення та захиститися від його надмірного впливу.

Зрозуміло, що неможливо повністю обійтися без електроприладів та комп'ютерів, проте можна дещо зменшити їх негативний вплив. Для цього слід вимикати з електромережі комп'ютери, телефони та обладнання, з якими ніхто не працює. Також варто час від часу виходити на прогулянки і робити перерви в роботі з комп'ютером.

Що стосується мікрохвильових печей, то їх потужність може змінюватись, тому час від часу треба звертатися до майстра, щоб контролювати рівень випромінювання.

ВИСНОВКИ

Мета, яка була поставлена в кваліфікаційній роботі, а саме: підвищення достовірності оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, досягнута в повному обсязі. Усі завдання, поставлені при підготовці кваліфікаційної роботи, були успішно виконані.

Були проаналізовані існуючі методи та моделі для оцінювання розміру мобільних застосунків та способи удосконалення оцінювання розмірів мобільних застосунків, що створюються для Android.

Отримала подальший розвиток однофакторна нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі нормалізації за допомогою десяткового логарифму, яка дозволила підвищити достовірність оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, в порівнянні з існуючою моделлю.

Розроблена програма для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі побудованої нелінійної регресійної моделі, яка показала повну працездатність та ефективність, дозволила автоматизувати та скоротити час відповідних розрахунків.

Виконані такі спецрозділи: економічний розділ, розділ з охорони праці, розділ з охорони навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gartner Says Worldwide Smartphone Sales Declined 5% in Fourth Quarter of 2020. URL: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-02-22-4q20-smartphone-market-share-release> (дата звернення: 03.10.2021).
2. Итоги 2020 года. Рынок смартфонов и телефонов – ключевые игроки и события. URL: <https://mobile-review.com/articles/2020/results-smartphone-2020.shtml> (дата звернення: 03.10.2021).
3. IDC: Рынок смартфонов в Украине в 2020 году вырос до 6,9 млн штук (+5,9%), несмотря на коронавирус и экономический спад. URL: <https://itc.ua/news/idc-rynok-smartfonov-v-ukraine-v-2020-godu-vyros-nesmotrya-na-koronavirus-i-ekonomicheskij-spad/> (дата звернення: 03.10.2021).
4. Платформа, расширяющая возможности - Android. URL: https://www.android.com/intl/ru_ru/ (дата звернення: 03.10.2021).
5. Google: Количество активаций Android-устройств превысило 500 млн. URL: <https://www.newsru.com/hitech/22oct2012/androstats.html> (дата звернення: 03.10.2021).
6. Android Captures Record 85% Share of Global Smartphone Shipments in Q2 2014 URL: <https://www.strategyanalytics.com/access-services/devices/mobile-phones/smartphone/smartphones/reports/report-detail/android-captures-record-85-share-of-global-smartphone-shipments-in-q2-2014> (дата звернення: 03.10.2021).
7. Google I/O: Android O, нейросети, виртуальная реальность и другие новинки. URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/google-io-2017-android/> (дата звернення: 03.10.2021).
8. Названо число смартфонов на Android. URL: <https://lenta.ru/news/2021/05/20/android/> (дата звернення: 03.10.2021).
9. Управление проектами: Менеджмент ИТ-проекта. URL: <https://habr.com/ru/post/169693/> (дата звернення: 03.10.2021).

10. Метрики кода и практическая реализация по их сбору и анализу. Часть 1 метрики. URL: https://club.cnews.ru/blogs/entry/metriki_koda_i_prakticheskaya_realizatsiya_po_ih_sboru_i_analizu_chast_1_ (дата звернення: 03.10.2021).

11. Макарова Л.М., Гайдук Ю.Р. Нелінійна регресійна модель для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android. Матеріали XIII Міжнародній науково-практичної конференції «Free and Open Source Software» (м. Харків, 16 – 18 листопада 2021 р.). Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2021. С. 21-22.

12. Android. Проект с открытым исходным кодом. URL: <https://source.android.com> (дата звернення: 03.10.2021).

13. IntelliJ IDEA. Функциональная и экономичная IDE для JVM. URL: <https://www.jetbrains.com/ru-ru/idea/> (дата звернення: 03.10.2021).

14. Eclipse Foundation. The Community for Open Innovation and Collaboration. URL: <https://www.eclipse.org/> (дата звернення: 03.10.2021).

15. Android Studio. URL: <https://developer.android.com/studio> (дата звернення: 03.10.2021).

16. Боэм Б. Экономика программной инженерии. Энглвуд Клиффс, Нью-Джерси: Прентис-Холл, 1981.

17. Boehm B., Abts C., Brown A. W., Chulani S., Clark B. K., Horowitz K., Madachy R., Reifer D., and Steece, B. Software Cost Estimation with COCOMO II. 2000. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ.

18. Рівняння регресії. URL: <http://www.inpas.ru/publications/78/> (дата звернення: 22.10.2021).

19. Bates D.M., Watts D.G. Nonlinear Regression Analysis and Its Applications. NJ: Wiley, 2018. 196 p.

20. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. М.: Финансы и статистика, 1981. 302 с.

21. Грешилов А.А. Математические методы построения прогнозов. М.: Радио и связь, 1997. 112 с.

22. Вероятностные методы в инженерных задачах: Справочник. С. Пб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. 333с.
23. Макарова Л.М., Серьогін Ю.М. Удосконалення математичної моделі для оцінювання розміру мобільних застосунків, створених на платформі Android. *Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи (ITMAS – 2019): Матеріали науково-технічної інтернет-конференції студентів та молодих вчених.* (Миколаїв, 27-28 листопада 2019 р.). Миколаїв: НУК ім. адмірала Макарова, 2019. С.34-36.
24. Приходько С.Б., Приходько Н.В., Книрик К.О. Трифакторне нелінійне регресійне рівняння для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків у фазі планування. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки.* 2019. Том 30 (69). Ч. 1 № 5. С.154-160.
25. Приходько С., Приходько Н., Книрик К. Удосконалення трьохфакторної нелінійної регресійної моделі для оцінювання трудомісткості розробки мобільних застосунків. *Проблеми інформаційних технологій.* 2019. № 26. С.21-31.
26. Prykhodko S., Prykhodko N., Knyrik K. Estimating the Efforts of Mobile Application Development in the Planning Phase Using Nonlinear Regression Analysis. *Applied Computer Systems.* December 2020, vol. 25, no. 2, pp. 172–179.
27. Приходько С.Б., Макарова Л.М., Пугаченко К.С. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Обробка експериментальних даних на комп'ютері". Миколаїв: НУК, 2018. 76 с.
28. Prykhodko S. Multivariate outlier detection technique based on normalizing transformations for non-Gaussian data. *«Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання»: матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції.* (м. Івано-Франківськ, 15-20 травня 2017 року). Івано-Франківськ: п. Голіней О.М., 2017. С.170-174.

29. S. Prykhodko, N. Prykhodko, L. Makarova, A. Pukhalevych. Outlier Detection in Non-Linear Regression Analysis Based on the Normalizing Transformations. *Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, IEEE. (Lviv-Slavske, 2020). P. 407-410.

30. Уніфікована мова моделювання. URL: <https://bibliofond.ru/view.aspx?id=446563#1> (дата звернення: 24.10.2021).

31. Діаграма варіантів використання. URL: <http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/mod/resource/view.php?id=28086> (дата звернення: 24.10.2021).

32. Про охорону праці: Закон України від 21.11.2002 р. № 229-IV. Дата оновлення: 04.02.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2694-12#Text> (дата звернення: 15.11.2021).

33. Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про працю і правил з охорони праці. URL: http://lubbook.org/book_240_glava_60_TEMA_11._Nagljad%D1%96_kontrol_z.html (дата звертання: 15.11.2021).

34. Гігієна і фізіологія праці. URL: http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/hihiena/lectures_stud/uk/med/lik/ntn/Гігієна та екологія (дата звертання: 15.11.2021).

35. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.91р. № 1268-XII. Дата оновлення: 04.02.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 15.11.2021).

36. Джерела і фактори забруднення навколишнього середовища. URL: http://manyava.ucoz.ua/publ/dzherela_i_faktori_zabrudnennja_navkolishnogo_sere_dovishha/14-1-0-238 (дата звертання: 15.11.2021).

Додаток А Технічне завдання

Вступ

Назва розроблюваного проекту: «Програма для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android».

Коротка назва: «LC tool».

Область застосування – підприємство, яке займається розробкою мобільних застосунків, що створюються для Android.

1. Підстави для розробки

Підставою для розробки є завдання на кваліфікаційну роботу, видане кафедрою ПЗАС ННІКНУП НУК ім. адмірала Макарова.

2. Призначення розробки

2.1 Експлуатаційне призначення

Програма може використовуватися для оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android.

2.2 Функціональне призначення програми

Функціональним призначенням ПЗ є автоматизація процесів:

- 1) Внесення даних;
- 2) Виконання нормалізації внесених даних;
- 3) Побудови лінійної регресії та її інтервалів на основі нормалізованих даних;
- 4) Побудови нелінійної регресії та її інтервалів на основі лінійної регресії;
- 5) Отримання оцінки розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android.

3. Вимоги до програмного забезпечення

3.1 Вимоги до функціональних характеристик

3.3.1 Вимоги до складу виконуваних функцій

Програмне забезпечення повинно виконувати наступні функції:

Програма повинна забезпечувати можливість виконання наведених нижче функцій:

- 1) Внесення даних (вибірка кількості класів, вибірка кількості строк коду);
- 2) Виконання нормалізації внесених даних за допомогою логарифмічного нормалізуючого перетворення;
- 3) Побудова рівняння лінійної регресії та довірчого інтервалу і інтервалу прогнозування на основі нормалізованих даних;
- 4) Побудова рівняння нелінійної регресії та довірчого інтервалу і інтервалу прогнозування на основі рівняння лінійної регресії;
- 5) Отримання оцінки розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android, у вигляді довірчого інтервалу і інтервалу прогнозування нелінійного рівняння регресії

3.1.2 Вимоги до організації вхідних та вихідних даних

Внесення та обробка даних повинні виконуватися в середовищі програми Microsoft Excel.

Вхідні дані організовані у текстових файлах. Внесення вхідних даних виконується шляхом їх введення з файлу у відповідні комірки електронної таблиці.

Вихідні дані (результати оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android) повинні виводитися в таблиці поруч із вхідними даними.

3.2 Вимоги до надійності

3.2.1 Вимоги до забезпечення надійності функціонування програми

Надійне (стійке) функціонування програми має бути забезпечено надійним (стійким) функціонуванням операційної системи.

3.2.2 Відмова виконання програми через некоректні дії користувача.

Відмова програми можлива внаслідок некоректних дій користувача при взаємодії з операційною системою. Щоб уникнути виникнення відмов програми за вказаної вище причини, необхідно забезпечити стабільне функціонування операційної системи.

3.3 Вимоги до умов експлуатації

Кліматичні умови експлуатації програмного продукту відповідають умовам експлуатації апаратної частини персонального комп'ютера.

Необхідний рівень підготовки користувачів: мінімальні навички в користуванні комп'ютером.

3.4 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Система користувача повинна задовольняти вказаним мінімальним вимогам для коректного запуску програми:

- CPU: Intel Pentium 4405Y (1,2 ГГц);
- RAM: 1 GB;
- 500 Mb вільного місця на диску.

3.5 Вимоги до інформаційної та програмної сумісності

Системні програмні засоби (не вільно поширювані), використовувані програмою, повинні бути представлені ліцензійною версією ОС Windows не нижче Windows7.

Для коректної роботи програми необхідна наявність офісного пакету не нижче MS Excel 2007.

3.6 Вимоги до маркування та пакування

Вимоги до маркування та пакування відсутні.

3.7 Вимоги до транспортування та зберігання

Вимоги до транспортування та зберігання відсутні.

4. Вимоги до програмної документації

Склад програмної документації:

- Технічне завдання

- Текст програми
- Опис програми
- Інструкція користувача
- Програма і методика випробувань ПЗ

5. Техніко-економічні показники

Економічна ефективність впровадження програмного забезпечення розрахована у розділі 5. Згідно з отриманими результатами, впровадження даного ПЗ є доцільним, а термін його окупності становить приблизно 2,5 місяців.

6. Стадії та етапи розробки

Стадії та етапи розробки програми для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, зазначені в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Стадії та етапи розробки програми

Стадії розробки	Етапи робіт	Термін виконання робіт	
		Початок етапу	Кінець етапу
1	2	3	4
1. Технічне завдання	1.1 Обґрунтування необхідності розробки програми	06.09.21	11.09.21
	1.2 Розробка технічного завдання	11.09.21	16.09.21
	1.3 Затвердження технічного завдання	16.09.21	28.09.21
2. Ескізний проект	2.1 Розробка ескізного проекту	28.09.21	08.10.21
	2.2 Затвердження ескізного проекту	08.10.21	15.10.21
3. Технічний проект	3.1 Розробка технічного проекту	15.10.21	21.10.21
	3.2 Затвердження технічного проекту	21.10.21	01.11.21
4. Робочий проект	4.1 Розробка робочого проекту	01.11.21	07.11.21
	4.2 Затвердження робочого проекту	07.11.21	15.11.21
	4.3 Розробка документації	15.11.21	20.11.21

7. Порядок контролю та прийому

Контроль за аналізом та проектуванням кожної окремої частини програми для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, відбувається на кожному етапі з урахуванням вимог, визначених у технічному завданні. Кожна стадія розробки повинна бути представлена в зазначені строки та узгоджена із замовником.

Прийом готового програного проекту документують за допомогою протоколу проведення випробувань. У разі знаходження помилок під час прийому програмного виробу складається акт про знайдені помилки, який підписується представниками замовника і розробника і затверджується керівниками організації – замовника та організації – розробника. Розробник повинен на протязі не більше ніж 2 тижнів виправити зазначені помилки, і оповістити замовника про повторне проведення перевірки.

Додаток Б Текст програми

Лістинг 1 - Макрос «Normalize»

```

Sub Normalize()
'
' Normalize Macro
'
    Range("C55").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
    Selection.AutoFill      Destination:=Range("C55:C95"),
Type:=xlFillDefault
    Range("C55:C95").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
    Range("D55").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
    Selection.AutoFill      Destination:=Range("D55:D95"),
Type:=xlFillDefault
    Range("D55:D95").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
    Range("E55").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
    Selection.AutoFill      Destination:=Range("E55:E95"),
Type:=xlFillDefault
    Range("E55:E95").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-27
    Range("F55").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=LOG10(R[-53]C[-1])"
    Selection.AutoFill      Destination:=Range("F55:F95"),
Type:=xlFillDefault
    Range("F55:F95").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-21
End Sub

```

Лістинг 2 - Макрос «BuildLinearRegression»

```

Sub BuildLinearRegression()
'
' BuildLinearRegression Macro
'
'
    Range("B54").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"
    Range("B55").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"
    Range("B56").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"
    Range("B57").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"
    Range("G55").Select

```

```

        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
            "=(RC[-4]-R54C[-5]-R55C[-5]*RC[-3]-R56C[-5]*RC[-2]-
R57C[-5]*RC[-1])^2"
        Selection.AutoFill           Destination:=Range("G55:G95"),
Type:=xlFillDefault
        Range("G55:G95").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-24
        Range("H55").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
            "=R54C[-6]+R55C[-6]*RC[-4]+R56C[-6]*RC[-3]+R57C[-
6]*RC[-2]"
        Range("H55").Select
        Selection.AutoFill           Destination:=Range("H55:H95"),
Type:=xlFillDefault
        Range("H55:H95").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-27
        Range("B63").Select
        SolverOk SetCell:="$B$63", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0,
ByChange:="$B$54:$B$57", _
            Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
        SolverOk SetCell:="$B$63", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0,
ByChange:="$B$54:$B$57", _
            Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
        SolverSolve

End Sub

```

Лістинг 3 - Макрос «GetEstimateAndInterval»

```

Sub GetEstimateAndInterval()
'
' Get Linear Interval Macro
'
        Range("O55").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-11]-R58C[-13])^2"
        Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
        xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
        ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-14]-R59C[-17])^2"
        Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
        xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-15
        ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-17]-R60C[-21])^2"
        Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
        xlFillDefault

```

```

        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-21
        ActiveCell.Offset(0, -7).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-12]-R58C[-14])*(RC[-
11]-R59C[-14])"
        Selection.AutoFill
        Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
            xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
        ActiveCell.Offset(0, 2).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-14]-R58C[-16])*(RC[-
13]-R59C[-16])"
        Selection.AutoFill
        Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
            xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-15
        ActiveCell.Offset(0, -1).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-13]-R58C[-15])*(RC[-
11]-R60C[-15])"
        Selection.AutoFill
        Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
            xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-15
        ActiveCell.Offset(0, 4).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-17]-R58C[-19])*(RC[-
15]-R60C[-19])"
        Selection.AutoFill
        Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
            xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
        ActiveCell.Offset(0, -1).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-15]-R59C[-18])*(RC[-
14]-R60C[-18])"
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=3
        Selection.AutoFill
        Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
            xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12
        ActiveCell.Offset(0, 2).Range("A1").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-17]-R59C[-20])*(RC[-
16]-R60C[-20])"
        Selection.AutoFill
        Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
            xlFillDefault
        ActiveCell.Range("A1:A41").Select
        ActiveWindow.ScrollColumn = 2
        ActiveWindow.ScrollColumn = 3
        ActiveWindow.ScrollColumn = 4

```

```

ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 6
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-15
ActiveCell.Offset(4, 2).Range("A1").Select

Range("X59").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MINVERSE(R[-4]C:R[-2]C[2])"
ActiveCell.Range("A1:C3").Select
Selection.FormulaArray = "=MINVERSE(R[-4]C:R[-2]C[2])"

Range("AA55").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-23]-R58C[-25]"
ActiveWindow.ScrollColumn = 3
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 6
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 8
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-15
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-23]-R59C[-26]"
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-9
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-23]-R60C[-27]"
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 6
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 8
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-12

Range("AD55").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MMULT(RC[-3]:RC[-1],R59C[-
6]:R61C[-4])"
ActiveCell.Range("A1:C1").Select
Selection.FormulaArray = "=MMULT(RC[-3]:RC[-1],R59C[-
6]:R61C[-4])"
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:C41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:C41").Select

```

```

ActiveWindow.SmallScroll Down:=-21
ActiveCell.Offset(0, -3).Range("A1:C41").Select
Selection.Copy
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-15
ActiveCell.Offset(-1, 8).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues,
Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=True

Range("L55").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=(RC[-9]-RC[-4])^2"
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-24
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=SUM(RC[-1]:R[40]C[-1])"
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-9
ActiveCell.Offset(0, -2).Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R64C[-9]*R65C[-
9]*SQRT(1+1/R66C[-9]+RC[22])"
ActiveWindow.ScrollColumn = 10
ActiveWindow.ScrollColumn = 9
ActiveWindow.ScrollColumn = 8
ActiveWindow.ScrollColumn = 7
ActiveWindow.ScrollColumn = 6
ActiveWindow.ScrollColumn = 5
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
ActiveWindow.ScrollColumn = 3
ActiveWindow.ScrollColumn = 2
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
ActiveCell.Offset(0, -2).Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-1]-RC[2]"
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-24
ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-2]+RC[1]"
Selection.AutoFill
Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
xlFillDefault
ActiveCell.Range("A1:A41").Select
ActiveWindow.SmallScroll Down:=-18
ActiveCell.Offset(1, 3).Range("A1").Select

```

```

' Get Final Nonlinear Estimate and Interval Macro
,
,

    Range("G2").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=POWER(10,R54C[-5])*POWER(RC[-4],R55C[-
5])*POWER(RC[-3],R56C[-5])*POWER(RC[-2],R57C[-5])"
    Selection.AutoFill
    Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
        xlFillDefault
    ActiveCell.Range("A1:A41").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-24
    ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=POWER(10,R[53]C[1])"
    Selection.AutoFill
    Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
        xlFillDefault
    ActiveCell.Range("A1:A41").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-33
    ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=POWER(10,R[53]C[1])"
    Selection.AutoFill
    Destination:=ActiveCell.Range("A1:A41"), Type:= _
        xlFillDefault
    ActiveCell.Range("A1:A41").Select
    ActiveWindow.SmallScroll Down:=-24
    ActiveCell.Offset(0, -2).Range("A1:C41").Select
    Selection.NumberFormat = "0.00"
    ActiveCell.Offset(3, 5).Range("A1").Select

End Sub

```

Додаток В Опис програми

Програма для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, яка розроблялась у рамках кваліфікаційної роботи, спрямована на використання на підприємствах, які займаються розробкою ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android.

Дана програма може використовуватися для оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android, та підвищення достовірності оцінювання.

Функціональним призначенням ПЗ є автоматизація процесів:

- 1) Внесення даних;
- 2) Виконання нормалізації внесених даних;
- 3) Побудови лінійної регресії та її інтервалів на основі нормалізованих даних;
- 4) Побудови нелінійної регресії та її інтервалів на основі лінійної регресії;
- 5) Отримання оцінки розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android.

Програма реалізована за допомогою середовища MS Excel 2010 та мови програмування Visual Basic for Applications (VBA).

Розроблена програма може бути завантажена на будь-якому комп'ютері, який містить пакет MS Excel 2007 та вище.

Розроблене ПЗ для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, не потребує додаткового навчання користувачів, оскільки працює у середовищі MS Excel.

ПЗ повністю відповідає вимогам до організації вхідних та вихідних даних, вимогам до надійності та іншим вимогам, зазначеним в технічному завданні (Додаток А).

Програма для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, «LC tool», представляє собою набір покрокових процедур (макросів) MS Excel 2010, які запускаються та виконуються у файлі з розширенням .xlsm (файл таблиць MS Excel з підтримкою макросів).

Програма містить 3 макроси, які викликаються за допомогою інтерфейсу користувача MS Excel та дозволяють виконувати наступні дії:

- 1) Виконувати нормалізацію внесених даних про програмні проекти методом простого логарифмування;
- 2) Будувати лінійне рівняння регресії його інтервали (довірчий та прогнозування) на основі нормалізованих даних;
- 3) Отримувати значення оцінки розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, та інтервалу передбачення цієї оцінки на основі нелінійної регресії.

Додаток Г Інструкція користувача

Для того, щоб запустити програму, потрібно відкрити файл «Estimation.xlsm» у Microsoft Excel 2007 або вище. Після запуску програми з'являється початкова таблиця MS Excel, яка містить заголовки стовпчиків даних (див. рис. Г.1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
44	Параметри	n	min	max	Виб. Сер.	Дисперсія	С. Ко. відх.	Асим.	Екцес							Коефіцієнти регресії				Перевірка значимості b0, b1
45	X (# TC)	0	0	0	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!							b0		n-1		-1
46																b1		t _{crit}		1,68
47																		alpha		0,05
48	Y	0	0	0	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!									delta		#ДЕЛ/0!
49																				
50																				
51																				
52	Лінійна регресія - LOG10																			
53																				
54	b0		LOG10 Y	LOG10 X				θ ZY	Лін. p. ZY	IP min	IP max	IP Δ	Zy*	Sum Zy*						
55	b1																			
56																				
57																				
58	Виб. Сер. Z																			
59																				
60																				
61	Виб. Сер. Y																			
62																				
63	sum θ ZY																			
64	(n-2)/n-2																			
65	Szy																			
66	n																			

Рисунок Г.1 – Таблиця після запуску програми

Для внесення інформації про кількість строк коду та кількість класів – встановити курсор, відповідно, в комірки B2, C2 (під заголовками «Y», «X») та внести дані (див. рис. Г.2). Дані вносяться вручну з файлу або з іншого джерела.

	A	B	C
1	Назва проекту	Y	X (# TC)
2	Image Editor	1,33	4
3	File restore	3,51	11
4	Disk Usage Meter	3,17	10
5	O2Scripts	1,53	5
6	Coppermine Photo Gal	2,35	9
7	DNS manager	3,13	10
8	File Manager	2,03	6
9	MSSQL manager	3,22	11
10	Secure Shell	2,73	10
11	Reputation Manager	4,65	16
12	Guest Book Installer	5,52	21
13	FTP manager	2,75	7
14	Lead Form	6,93	25
15	UplinkEarth	3,73	14
16	Vertical Response	5,08	18
17	Joomla installer	7,12	25
18	SSL Manager	3,24	10
19	OpenText	4,05	12
20	Custom Error Pages	4,72	16
21	Feedback	3,49	13
22	Earthlink Panel	6,03	18
23	Online Forms	4,13	12
24	EasySiteOptimizer	7,07	11
25	File Manager Pro	10,18	33
26	Mobile CP	9,95	36

Рисунок Г.2 – Внесення даних про проекти

Для того, щоб виконати нормалізацію емпіричних даних, потрібно встановити курсор миші в будь-яку комірку та викликати макрос «Normalize» (Вид – Макросы – Normalize – Выполнить) (див. рис. Г.3). У відповідних комірках з'являться підраховані значення (див. рис. Г.4).

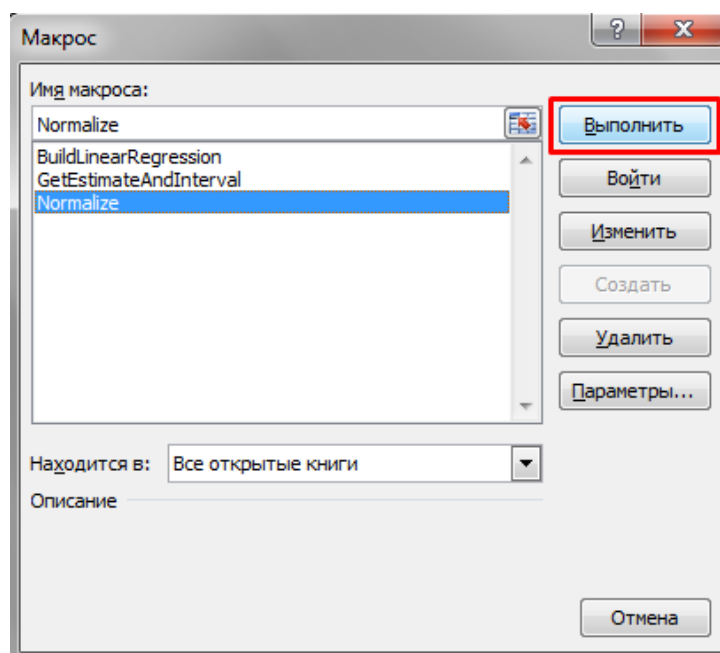


Рис. Г.3 – Виконання макросу «Normalize»

LOG10 Y	LOG10 X
0,123851641	0,602059991
0,545307116	1,041392685
0,501059262	1
0,184691431	0,698970004
0,371067862	0,954242509
0,495544338	1
0,307496038	0,77815125
0,507855872	1,041392685
0,436162647	1
0,667452953	1,204119983
0,741939078	1,322219295
0,439332694	0,84509804
0,840733235	1,397940009
0,571708832	1,146128036
0,705863712	1,255272505
0,852479994	1,397940009
0,51054501	1
0,607455023	1,079181246
0,673941999	1,204119983
0,542825427	1,113943352
0,780317312	1,255272505
0,615950052	1,079181246
0,849419414	1,041392685
1,007747778	1,51851394
0,997823081	1,556302501
0,938019097	1,380211242

Рисунок Г.4 – Результат виконання нормалізації

Для побудови лінійної регресії та її інтервалу передбачення необхідно встановити курсор миші в будь-яку комірку та викликати макрос «BuildLinearRegression» (Вид – Макросы – BuildLinearRegression – Выполнить) (див. рис. Г.5).

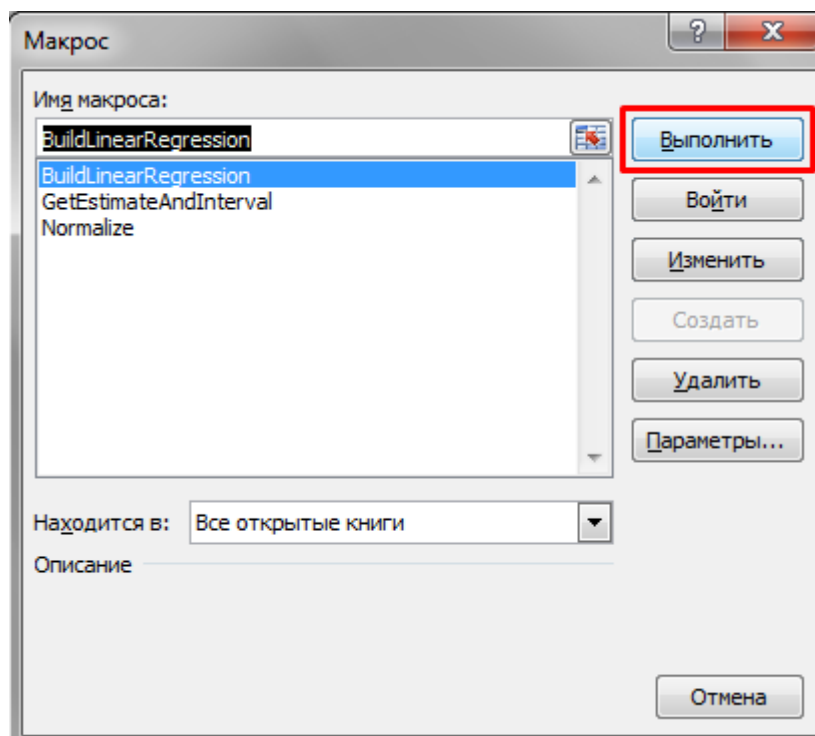


Рис. Г.5 – Виконання макросу «BuildLinearRegression»

У відповідних комірках з'являться результати проміжних розрахунків (див. рис. Г.6) та підраховані значення (див. рис. Г.7)

θ ZY	Лін. р. ZY	ІП min	ІП max	ІП Δ	Zy+	Sum Zy+
0,0008346	0,1527404	0,0740283	0,2314525	0,078712	0,000835	0,051392
0,0001808	0,5318591	0,4507706	0,6129475	0,081088	0,000181	
0,0002249	0,5160546	0,4378795	0,5942298	0,078175	0,000225	
0,0016556	0,22538	0,1474601	0,3032999	0,07792	0,001656	
0,0002241	0,3860372	0,3081135	0,4639608	0,077924	0,000224	
0,0011503	0,5294604	0,4528032	0,6061177	0,076657	0,00115	
0,0011075	0,3407757	0,2629391	0,4186124	0,077837	0,001108	
0,000154	0,5202659	0,4439142	0,5966176	0,076352	0,000154	
0,0012859	0,4720218	0,3955774	0,5484662	0,076444	0,001286	
0,0001056	0,6571751	0,5809853	0,7333649	0,07619	0,000106	
0,0028391	0,6886557	0,6091336	0,7681777	0,079522	0,002839	
3,832E-05	0,4455228	0,3664414	0,5246042	0,079081	3,83E-05	
0,0004417	0,8617495	0,7841	0,9393989	0,077649	0,000442	
0,0001448	0,5596744	0,4821974	0,6371515	0,077477	0,000145	
8,908E-05	0,6964256	0,6203453	0,772506	0,07608	8,91E-05	
3,749E-05	0,8463573	0,76994	0,9227745	0,076417	3,75E-05	
0,0004841	0,5325471	0,4555676	0,6095266	0,07698	0,000484	
0,0031856	0,5510138	0,4743533	0,6276744	0,076661	0,003186	
0,0002165	0,6592278	0,5830389	0,7354167	0,076189	0,000217	
3,974E-05	0,5365217	0,4587431	0,6143004	0,077779	3,97E-05	
0,000124	0,7914548	0,7154153	0,8674944	0,07604	0,000124	
0,0001691	0,6289521	0,5514264	0,7064778	0,077526	0,000169	
0,0129719	0,7355251	0,6516778	0,8193724	0,083847	0,012972	
9,425E-06	1,0108178	0,9349223	1,0867132	0,075895	9,42E-06	
0,000516	0,9751066	0,8987621	1,0514511	0,076344	0,000516	
2,571E-05	0,9430899	0,8657116	1,0204682	0,077378	2,57E-05	

Рисунок Г.6 – Результат виконання проміжних розрахунків для побудови лінійної регресії

b0	-0,439782507
b1	0,743886802

Рисунок Г.7 – Підраховані значення для побудови лінійної регресії

Для того, щоб розрахувати оцінку розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі нелінійної регресії та побудувати її інтервал передбачення, потрібно встановити курсор миші в будь-яку комірку та викликати макрос «GetEstimateAndInterval» (Вид – Макросы – GetEstimateAndInterval – Выполнить) (див. рис. Г.8).

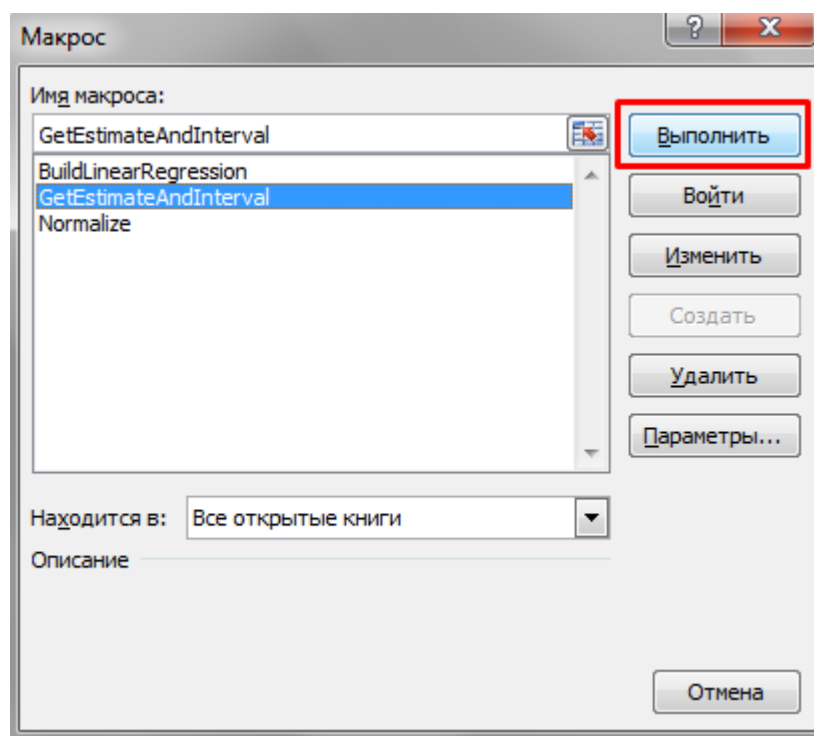


Рис. Г.8 – Виконання макросу «GetEstimateAndInterval»

У відповідних комірках з'являться підраховані значення - результат оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android, у вигляді значення оцінки та її інтервалу прогнозування (див. рис. Г.9)

G	H	I
Оцінка	ІП min	ІП max
1,42	1,19	1,70
3,40	2,82	4,10
3,28	2,74	3,93
1,68	1,40	2,01
2,43	2,03	2,91
3,38	2,84	4,04
2,19	1,83	2,62
3,31	2,78	3,95
2,96	2,49	3,54
4,54	3,81	5,41
4,88	4,07	5,86
2,79	2,33	3,35
7,27	6,08	8,70
3,63	3,04	4,34
4,97	4,17	5,92
7,02	5,89	8,37
3,41	2,85	4,07
3,56	2,98	4,24
4,56	3,83	5,44

Рисунок Г.9 – Результат оцінювання розміру ПЗ мобільних застосунків

Далі засобами Microsoft Excel можна наочно представити результати розрахунків, а саме побудувати необхідні графіки рівнянь регресії та відповідних інтервалів.

За необхідності провести прогнозування з іншим значенням довірчої ймовірності, можна змінити значення α (див. рис. Г.1) та провести розрахунки заново.

Додаток Д Програма і методика випробувань ПЗ

1 Об'єкт випробувань

Об'єктом випробувань є програмне забезпечення для оцінювання розміру мобільних застосунків, що створюються для Android «LC tool».

2 Мета випробувань

Перевірка функціональних можливостей програмного забезпечення на відповідність вимогам технічного завдання.

3 Вимоги до програми

В ході тестування програмного продукту необхідно перевірити, що розроблене ПЗ:

- 1) Дозволяє вносити дані (вибірка кількості класів, вибірка кількості строк коду);
- 2) Виконує нормалізацію внесених даних за допомогою логарифмічного нормалізуючого перетворення;
- 3) Будує лінійне рівняння регресії на основі нормалізованих даних;
- 4) Будує інтервал прогнозування лінійної регресії;
- 5) Розраховує оцінку розміру ПЗ мобільних застосунків, що створюються для Android;
- 6) Будує інтервал прогнозування нелінійної регресії;
- 7) Правильно обробляє неправильні дані при внесенні інформації про проекти.

4 Вимоги до програмної документації

Склад програмної документації, що надається на випробування:

- Технічне завдання;
- Текст програми;
- Опис програми;
- Інструкція користувача.
- Програма і методика випробувань ПЗ.

5 Засоби і порядок випробувань

Випробування проводилось на платформі Windows 7 64bit. Програма виконувалася у середовищі програмного забезпечення MS Excel 2010.

Порядок випробувань

1) Встановити ПЗ, розпакувати архів та запустити програму

Користувач розпаковує архів «Estimation.rar» та за допомогою MS Excel 2010 відкриває файл «Estimation.xlsm».

Очікуваний результат: таблиця, що містить заголовки стовпчиків (див. рис. Г.1).

Результат: успішно.

2) Перевірити, що програма дозволяє вносити дані про проекти

Дані про кількість класів та кількість строк коду вносяться в комірки B2, C2 відповідно (під заголовками «Y», «X»).

Очікуваний результат: внесені дані повинні з'явитися у відповідних стовпчиках: «Y», «X» (див. рис. Г.2).

Результат: успішно.

3) Перевірити, що програма виконує нормалізацію даних

Користувач викликає макрос «Normalize» (Вид – Макросы – Normalize – Выполнить).

Очікуваний результат: для «Y», «X», у відповідних комірках з'являться підраховані значення «LOG10 Y», «LOG10 X» (див. рис. Г.4).

Результат: успішно.

4) Перевірити, що програма будує лінійне рівняння регресії на основі нормалізованих даних

Користувач викликає макрос «BuildLinearRegression» (Вид – Макросы – BuildLinearRegression – Выполнить).

Очікуваний результат: у відповідних комірках з'являються наступні значення: θ_{ZY} , Ліній. р. ZY, ІІІ min, ІІІ max, ІІІ Δ , Z_{y+} , Sum Z_{y+} , b_0 , b_1 , а також результати всіх проміжних розрахунків (див. рис. Г.6, Г.7).

Результат: успішно.

5) Перевірити, що програма розраховує оцінку розміру мобільних застосунків, що створюються для Android, на основі нелінійної регресії

Користувач викликає макрос «GetEstimateAndInterval» (Вид – Макросы – GetEstimateAndInterval – Выполнить).

Очікуваний результат: у відповідних комірках з'являються наступні значення: Оцінка, ІП min, ІП max (див. рис. Г.9).

Результат: успішно.

6) Перевірити, що програма правильно обробляє неправильні дані при внесенні інформації про проекти

Користувач вносить дані про кількість строк коду в стовпчик «Y»:

-5 -1000 0 15 -0,1 -700 0

Користувач вносить дані про кількість класів у стовпчик «X»:

0 -14 0 -3 10 1,5 0 0 -1050

Очікуваний результат: повідомлення про помилку «Введенное значение неверно. Набор значений, которые могут быть введены в ячейку, ограничен.» (див. рис. Д.1).

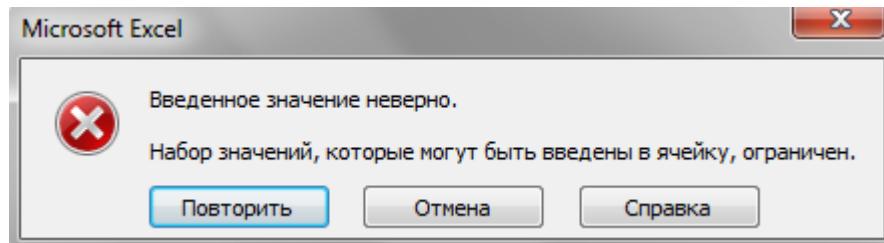


Рисунок Д.1 – Очікуваний результат випробування

Результат: успішно.