

Вінницький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних систем і автоматики
Кафедра системного аналізу та інформаційних технологій

СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДАЖ В МАГАЗИНІ ЕЛЕКТРОНІКИ

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи

Виконав: студент 2 курсу, групи ІСТ-19м
спеціальності 126 – «Інформаційні
системи та технології»

Павленко М.А.

Керівник: к.т.н., доц. Крижановський Є.М. _____

Рецензент: к.т.н., доц. Паламарчук Є.А. _____

Вінниця ВНТУ – 2020 року

Вінницький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних систем і автоматики
Кафедра системного аналізу та інформаційних технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 126 - Інформаційні системи та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри САІТ

_____ д.т.н., проф. В. Б. Мокін

“ ___ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу студенту
Павленко Микиті Андрійовичу

1. Тема роботи: «Система прогнозування продаж в магазині електроніки», керівник роботи: Крижановський Є.М., к.т.н., доц. каф. САІТ, затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ___ ” _____ 2020 року № ___
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи:
 - об'єм вибірки не менше 1000 елементів, з періодом не менше 12 місяців.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ, аналіз предметної області прогнозування обсягів продажу магазину електроніки, розробка моделі прогнозування обсягів продажу магазину електроніки, розробка інтелектуального модулю прогнозування обсягів продажу в магазині електроніки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - загальна структурна схема програмного модуля;
 - схема загального алгоритму функціонування системи;
 - ER-модель предметної області;
 - загальна UML-діаграма класів;
 - вікно початкової активності;
 - результат тестування програми;
 - графік експоненціально-згладженого ряду;
 - графік прогнозування за методом Хольта-Вінтерса.

6. Консультанти розділів МКР

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Руда Л.П., к.е.н., доц. каф.ЕПВМ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області	09.2020	
2	Огляд проблем створення ІС прогнозування продаж	09.2020	
3	Розробка інформаційної системи	09.2020	
4	Економічна частина	10.2020	
5	Тестування розробленої системи	10.2020	
6	Розробка інструкції користувача	11.2020	
7	Оформлення матеріалів до захисту МКР	11.2020	

Студент _____

Павленко М.А.

Керівник роботи _____

Крижановський Є.М.

Рецензент _____

Паламарчук Є.А.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 82 стор., 7 табл., 20 рис., 23 джерел.

Метою роботи є розробка інформаційної системи ефективного прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки з підвищеною точністю.

Предметом дослідження є методи та засоби прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Об'єктом дослідження є процес прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Для досягнення наведеної мети були поставлені та вирішені наступні задачі:

- проведено аналіз програм-аналогів;
- досліджено методи, що використовуються для вирішення поставленої задачі;
- розроблено математичну модель системи;
- розроблено програмний додаток;
- підготовлено набір даних для прогнозу та здійснено прогнозування.

Галузь застосування – сервіси, що спеціалізуються на продажі електроніки.

ПРОГНОЗУВАННЯ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ПРОГНОЗ ПРОДАЖ.

ABSTRACT

Master's qualification work: 82 pages, 7 tables, 20 pictures, 23 sources.

The purpose of the work is to develop an information system for effective forecasting of sales in the electronics store.

The subject of the study are methods and tools for forecasting sales in an electronics store.

The object of the study is the process of forecasting sales in an electronics store.

To achieve this goal, the following tasks were set and solved:

- the analysis of programs-analogues is carried out;
- the methods used to solve the problem are investigated;
- developed a mathematical model of the system;
- the software application is developed;
- a set of data for the forecast was prepared and forecasting was carried out.

Field of application - services specializing in the sale of electronics.

FORECASTING, INFORMATION SYSTEM, SALES FORECAST.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖУ МАГАЗИНУ ЕЛЕКТРОНІКИ.....	10
1.1 Аналіз предметної області.....	10
1.2 Поняття та принципи прогнозування обсягів продажу.....	11
1.3 Порівняльна характеристика методів, що застосовуються для вирішення поставленої задачі	13
1.4 Аналіз програм-аналогів.....	17
1.5 Висновки.....	24
2 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖУ МАГАЗИНУ ЕЛЕКТРОНІКИ.....	25
2.1 Обґрунтування вибору базових методів вирішення поставленої задачі.....	25
2.2 Розробка математичної моделі прогнозування обсягів продаж магазину електроніки	26
2.3 Розробка загальної структурної схеми та алгоритмів функціонування системи прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки	29
2.4 Розробка ER-моделі	32
2.5 Висновки.....	33
3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖУ В МАГАЗИНІ ЕЛЕКТРОНІКИ.....	34
3.1 Обґрунтування вибору мови та середовища програмування	34
3.2 Програмна реалізація системи прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки	36
3.3 Тестування розробленого інтелектуального модулю прогнозування обсягів продажу в магазині електроніки	38
3.4 Прогнозування продаж з використанням реальних даних.	42
3.5 Висновки	46
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	47
4.1 Технологічний аудит розробленої системи	47
4.2 Розрахунок витрат на виконання даної роботи.....	52

	7
4.3 Прогнозування комерційних ефектів від можливої реалізації результатів розробки	56
4.4 Висновки	62
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
Додаток А – Технічне завдання	66
Додаток Б – Інструкція користувача	68
Додаток В – Лістинг програми	70
Додаток Г – Графічна частина	74

ВСТУП

Ефективна діяльність підприємств в умовах ринкової економіки значною мірою залежить від надійності їхніх довгострокових та короткострокових прогнозів (тобто планів та прогнозів) розвитку. Це повною мірою стосується торгових компаній. Метою досягнення ефективності є не лише отримання прибутку (що є обов'язковим результатом діяльності), а й збільшення обсягу продажів, прискорення обороту, розвиток та консолідація на конкретних ринках, формування іміджу та і багато іншого.

Нестабільність світової економіки та економік окремих країн, яка характеризується значними коливаннями попиту, зростанням інфляції, цін на виробничі ресурси та іншими негативними чинниками, об'єктивно сприяє ослабленню ринкових позицій підприємств, що проявляється у втраті ринків постачання і збуту, скороченні виробництва, зниженні платоспроможності, інвестиційної привабливості та ринкової вартості бізнесу. Для ефективного протистояння цим негативним проявам треба удосконалювати підходи і методи управління ринковою стійкістю й економічною безпекою підприємств, розробляти обґрунтовану стратегію їхнього розвитку в умовах наявності небезпек погіршення їхнього економічного стану.

Комп'ютери, в сукупності з кількісними методами розрахунків, які завдяки їм стали загальнодоступними, для сучасних організацій є вже не просто зручним інструментом, а фактично їх невід'ємною частиною. Згадані вище проблеми сучасного життя породили величезну кількість даних, що викликало гостру необхідність навчитися отримувати з них різну корисну інформацію. Існуючі інструменти прогнозування, в поєднанні з можливостями комп'ютерів, стали життєво необхідними засобами для будь-яких організацій, що функціонують в сучасному світі.

Майже кожна велика чи мала, приватна чи державна компанія використовує прогнози, явно чи неявно, оскільки кожна компанія повинна планувати майбутнє, яке ще не зрозуміле. Крім того, прогнозований попит охоплює всі функціональні підрозділи та всі типи організацій. У державному та

комерційному секторах потрібно прогнозувати фінансову сферу, маркетинг, підбір персоналу та різні сфери виробництва організації.

Метою роботи є розробка інформаційної системи ефективного прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Предметом дослідження є методи та засоби прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Об'єктом дослідження є процес прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Для досягнення наведеної мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз систем-аналогів;
- дослідити методи, що використовуються для вирішення поставленої задачі;
- розробити математичну модель системи;
- розробити інформаційну систему;
- підготувати набір даних для прогнозу та здійснити прогнозування.

Наукова новизна роботи: удосконалено метод прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки, шляхом комплексного застосування моделі Хольта – Вінтерса та режиму багатоваріантності прогнозних сценаріїв, що дозволило підвищити точність прогнозування.

Практичне значення роботи полягає у розробці інформаційної системи прогнозування продаж в магазині електроніки та апробації її на практиці з використанням реальних даних.

Результати дослідження опубліковані та апробовані на XLVIII науково-технічній конференції підрозділів ВНТУ у 2019 році [1].

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖУ МАГАЗИНУ ЕЛЕКТРОНІКИ

1.1 Аналіз предметної області

Використання методів штучного інтелекту для розв'язання прикладних задач є актуальною і важливою темою. На цьому етапі соціального розвитку підприємництво тісно пов'язане з інформаційними технологіями. Застосування методів і засобів штучного інтелекту для розв'язання прикладних економічних завдань і завдань прогнозування забезпечується не тільки інтелектуалізацією виробничого процесу, а й поліпшенням основних показників ефективності підприємства.

Прогнозування є складним процесом визначення можливої вартості в майбутньому або зміною чи збереженням розвитку конкретної тенденції, пов'язаної з досліджуваним об'єктом. Прогнозування доходів є окремою віткою, яка особливо характеризується своєю складністю, що складається з великої кількості змінних, які впливають на результат прогнозування [2].

У сучасних умовах функціонування підприємств, які характеризуються невизначеністю і високою динамічністю навколишнього середовища, існує об'єктивна потреба ефективного фінансового планування і прогнозування діяльності підприємств. Якщо ці інструменти не використовуватимуться в діяльності компанії, буде важко забезпечити стабільне фінансове становище в майбутньому та створити достатньо коштів для розвитку за мінімальних витрат для досягнення конкурентоспроможності на ринку. За допомогою фінансових планів та прогнозів конкретизуються конкретні прогнози, визначаються взаємопов'язані завдання та порядок їх досягнення для досягнення обраних цілей [3]. Важливість і актуальність всіх цих питань викликали значний інтерес і увагу науковців до вивчення фінансового планування і прогнозування діяльності підприємства.

Обов'язковою вимогою для точних прогнозів є наявність великої бази даних з значущою кількістю різних параметрів, що охоплює велику кількість населення

різного віку, соціальний статус, з різними перевагами щодо виробників продукції та країн-імпортерів.

Не можна також ігнорувати принцип Парето. Принцип Парето або Закон Парето (також відомий як Парето, правило 80-20 і принцип малої кількості причин) – емпіричне правило, яке зазначає, що для багатьох явищ 80 відсотків наслідків викликані 20 відсотками причин. Ця ідея знайшла застосування в багатьох галузях. Наприклад, 20% злочинців становлять 80% злочинів, 20% водіїв створюють 80% аварій, 20% покупців дають 80% прибутку.

Принцип був відкритий Джозефом Мозесом Юраном і названий на честь італійського економіста Вілфредо Парето, який зауважив, що 80% власності в Італії належить 20% її населення [2].

Точність прогнозу обернено пропорційна довжині прогнозу. Тобто, чим нижче прогнозний період, тим точніший сам прогноз.

Сучасні програми прогнозування, які працюють на найповніших базах даних великого обсягу, можуть надавати прогнози на короткий період з точністю понад 80%.

Розроблюваний інтелектуальний модуль повинен виконувати завдання прогнозування обсягів продажу магазину електроніки. Системними вимогами є швидкість, надійність і можливість легко вносити зміни до бази даних зразком тестових клієнтів, на підставі яких буде зроблено прогноз [4].

1.2 Поняття та принципи прогнозування обсягів продажу

Розвиток сфери послуг є однією з основних сучасних тенденцій. Розвиток сучасних інформаційних технологій спричиняє істотні зміни в організації бізнес-процесів і підходах до виробництва та розподілу благ. Спочатку ринок електронної комерції був представлений лише віртуальними учасниками. Останнім часом через появу Інтернет-магазинів у великих торгових мережах конкуренція на ринку стає дедалі жорсткішою. Все це свідчить про розвиток багатоканальної роздрібної торгівлі, яка максимізує можливість взаємодії з кінцевими споживачами. Нижче наведено провідні роздрібні магазини побутової

техніки та електроніки: роздрібні мережі Foxtrot, Comfy та Eldorado. Інтернет-магазини також займають активну позицію в галузі електронного обладнання. Тому, за даними ділового видання "Forbes", товарообіг Rozetka, найбільшого інтернет-магазину в 2012 році, становив 1 млрд [5]. Хоча інтернет-магазини склали лише 10-15% від обсягу продажів електронних товарів, на нього припадала найбільша частка вітчизняного ринку електронного обладнання. Понад 2% перебувають в Україні. Варто зазначити, що ринок постійно розвивається та змінюється. Розмір торгової площі, канали зв'язку та взаємодія зі споживачами були оптимізовані. Роздрібна торгівля побутовою технікою та електронними виробами змінилася, щоб зменшити середню площу торгових площ, відкрити власний Інтернет-магазин, розвинути багатоканальну комунікацію та продаж, розширити сферу послуг та створити мережу торгових точок [6].

Успішне функціонування компанії в зоні збуту вимагає таких функцій управління, як прогнозування. Прогнозування – процес прогнозування майбутнього стану об'єкта чи явища на основі аналізу минулого та сьогодення об'єкта чи явища, систематичної оцінки інформації про якісні та кількісні характеристики обраного об'єкта чи явища у майбутньому розвитку [7].

Крім цього варто врахувати, що:

- прогнозування продажу – це науково-обґрунтований процес;
- результати прогнозування носять імовірнісний характер;
- прогнозування опирається, з одного боку, на інформацію за минулий період, з іншого боку, враховує зміну факторів, що впливають на його результати в перспективі.

Поглиблене розуміння прогнозів продажів вимагає розкриття його основних функцій. До них належать:

- прогнозування ґрунтується на реальних умовах діяльності фірми на ринку, факторах, які впливають на величину прогнозу;

- воно містить фактори ймовірності, які впливають на майбутню ситуацію.

Тому результати, отримані в процесі прогнозування, повинні характеризуватися ймовірністю.;

- результати прогнозування виконують функцію орієнтації при плануванні величини продажу;
- при розробці прогнозу не ставляться завдання його деталізації;
- прогноз носить багатоваріантний характер.

Беручи до уваги характер загального прогнозу та вищезазначені міркування, ми можемо навести наступне визначення прогнозу продажів. Отже, прогнозування продажів базується на науковому процесі прогнозування майбутніх продажів імовірнісних товарів і базується на відповідній інформації за останні кілька років з урахуванням змін у майбутніх факторах, що впливають на його результати. Основна мета прогнозування - визначити найбільш ефективні продажі для компанії в майбутньому. Результатом прогнозу є прогноз майбутніх продажів. Тому прогнозування - це процес прогнозування вартості продажів [8].

1.3 Порівняльна характеристика методів, що застосовуються для вирішення поставленої задачі

При прогнозуванні продажу можуть використовуватися різні методи. Вони діляться на якісні та кількісні методи.

Якісні методи прогнозування продажу ґрунтуються на результатах опитування певних осіб. До них відносяться:

- опитування експертів;
- вивчення споживачів;
- опитування торгових представників;
- випробування товару і пробний продаж.

На відміну від якісного методу прогнозування продажів, кількісний метод базується на точному розрахунку продажів, який базується на використанні ряду статистичних даних. Вони можуть бути використані, коли природні тенденції змін продажів у поточному періоді залишаються незмінними протягом прогнозованого періоду. Іншими словами, рекомендується використовувати методи кількісного прогнозування для забезпечення стабільних економічних

умов у попередні роки та протягом прогнозованого періоду. Це дозволяє прогнозувати тенденції продажів, що склалися в минулому до прогнозованого року. До найбільш поширених кількісних методів прогнозування відносяться:

- прогнозування з використанням ковзних середніх величин;
- експоненційне згладжування;
- прогнозування з застосуванням методу найменших квадратів;
- графічний метод;
- метод Бокс-Дженкінса.

Розглянемо методи прогнозування, що можуть бути застосовані для розв'язку задачі прогнозування обсягів продаж магазину електроніки.

Найбільш простим способом прогнозування доходів є екстраполяція (рис. 1.1), тобто розповсюдження тенденцій, що відбулись в минулому, на майбутнє. Складені об'єктивні тенденції, зміни економічних показників у відомому ступені визначають їх величину в майбутньому. До того ж багато ринкових процесів володіють деякою інерційністю. Особливо це проявляється в короткостроковій прогнозуванні. У той же час прогноз на віддалений період повинен максимально прийняти до уваги можливість зміни умов, в яких буде функціонувати ринок [9].

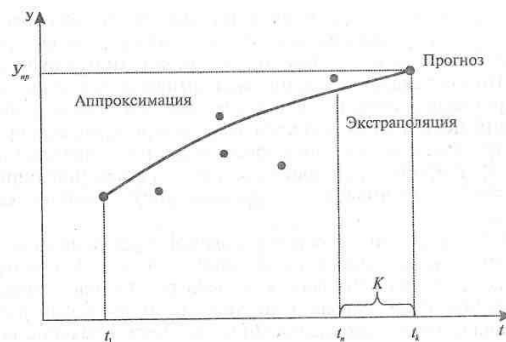


Рисунок 1.1 – Методи екстраполяції

Одним із відносно нових методів вирішення проблеми прогнозування є нейронна мережа, яка є кількісним методом, заснованим на штучному інтелекті. Нейронна мережа - це сучасний інструмент, який використовується для вирішення різноманітних проблем походження, спрямованості та складності і базується на так званому принципі штучного інтелекту. Він заснований на

методах побудови аналогу мозку людини, шляхом поєднання за певним алгоритмом елементарних функціональних одиниць, які носять назву нейрони.

Таким чином, нейронні мережі можна використати для поставленої задачі прогнозування доходів малого бізнесу.

Категорії нейронних мереж включають такі методи: багат шарові перцептрони, нейронні мережі з оберненим поширенням помилок, узагальнені регресійні моделі, нейронні мережі Хопфілда та Хеммінга, карти Кохонена та випадкові нейронні мережі. Список з часом лише розширюється новими розробками або оновленнями до відомих версій.

Іноді для прогнозування доходу використовують офіційні або інтуїтивні методи. Наприклад, у програмному середовищі Project Expert використовує похідну методу Монте-Карло. Деякі інші програмні засоби базуються на розробці алгоритмів та анкет для експертної оцінки.

Якщо в попередньому звітному періоді достатньо статистичної інформації і існує зв'язок між відображуваними даними, то в цьому випадку ви можете використовувати нейронну мережу. Вони використовують власні інструменти, які вбудовані в алгоритм при виборі типу мережі, аналізують надану інформацію та виявляють внутрішні тенденції, які можуть вплинути на процес події та вплинути на кінцевий результат. При невдало підібраних налаштуваннях нейронні мережі перетворюються на засоби статистичних підрахунків. Тому при настроюванні важливо максимально ефективно підібрати кожний параметр, особливу увагу при цьому варто приділити створенню та наповненню тестової і навчальної вибірки.

Метод арифметичного згладжування (довгостроковий середній метод) передбачає, що продажі в наступному періоді дорівнюють середньому арифметичному обсягу продажів за всі попередні періоди. До переваг цього методу належать плавні випадкові коливання. Однак це може бути не вигідним, оскільки метод, таким чином, не може відображати зміни в тенденціях і завжди буде затримувати реагування на значні коливання попиту [10].

Метод ковзної середньої (метод Хольта-Вінтерса) є удосконаленим методом експоненціального згладжування часового ряду. Експоненціальне

згладжування дає чітке уявлення про тенденцію і дозволяє робити короткострокові прогнози, а при спробі продовжити прогноз на більш тривалий проміжок часу воно відображатиме абсолютно неправильні значення [11]. Метод Холт-Вінтерса є більш досконалим методом, який базується на такій умові: обсяги продажів у наступному періоді дорівнюють середньому арифметичному обсягу продажів за попередні n періодів. Перевага цього методу полягає в тому, що він враховує сезонність і можливість робити довгострокові прогнози, але він повинен мати повний облік продажів 3-5 років [12].

Правило півтора («Правило 1,5») – Метод полягає у виконанні кроку 1.5 для визначення обсягу замовлення на наступний період [13]:

$$V_{znp} = (V_{npn} + P_{noc} - V_{knp}) * 1.5 - V_{knp}, \quad (1.1)$$

де V_{znp} – новий обсяг замовлення (шт.);

V_{npn} – залишок на початок звітного періоду (шт.);

P_{noc} – поставка у звітному періоді;

V_{knp} – залишок у звітному періоді.

Правило базується на припущенні, що метою будь-якого комерційного підприємства є збільшення доходу, а не його стійкість [12]. Як результат, компанія продовжувала коригувати зростання продажів і збільшувала своє попереднє значення вдвічі, зберігаючи баланс. Цей метод дозволяє динамічно відстежувати продажі та коригувати залишки, не викликаючи накопичення (занадто багато запасів) або недостатнього запасу (резерв). Цей спосіб є найбільш підходящим для роздрібних торговців або підприємств, які тільки починають використовувати нові продукти, які не мають статистики продажів.

Метод прогнозування екстраполяції Лагранжа - це метод наукового дослідження, який полягає в поширенні висновків, отриманих при спостереженні однієї частини явища, на іншу частину явища. Значення екстраполяції Лагранжа розраховується за допомогою багаточлена Лагранжа, а його спрощена формула наведена нижче.

$$Ln(x) = \sum_{i=0}^n u_i * \sum_{j=1}^i (x_j - x_{j-1})$$

де x_i , x_j , u_i – елементи послідовності де кожному значенню x_i відповідає відоме значення $F(x_i)$;

$Ln(x)$ – шуканий елемент послідовності;

x – відомий елемент з прогнозованого відрізка.

До недоліків цього методу можна віднести той факт, що продовження дати прогнозу значно знижує точність результатів; і той факт, що прогнози виконуються лише для продуктів, які вже мають попередню статистику продажів.

Проаналізувавши призначення, характеристики та недоліки вищезазначеного алгоритму, для отримання найкращих результатів використовуються метод Холта-Вінтерса, метод сезонного тренду та правило половини з половиною. Запропонований метод може підвищити точність прогнозів продажів, розглядаючи розширену стандартну систему оцінки.

1.4 Аналіз програм-аналогів

Поки що програм, які можуть передбачити продажі, небагато. Існуючі програми є дещо різні між собою, розглянемо деякі із них:

Novo Forecast Enterprise (рисунок 1.2) – платформа для автоматизації прогнозування, спільного планування факторів, аналітики і суміжних з прогнозуванням бізнес-процесів. Програма дозволяє перейти від трудомістких розрахунків в електронних таблицях до автоматизації з допомогою штучного інтелекту.

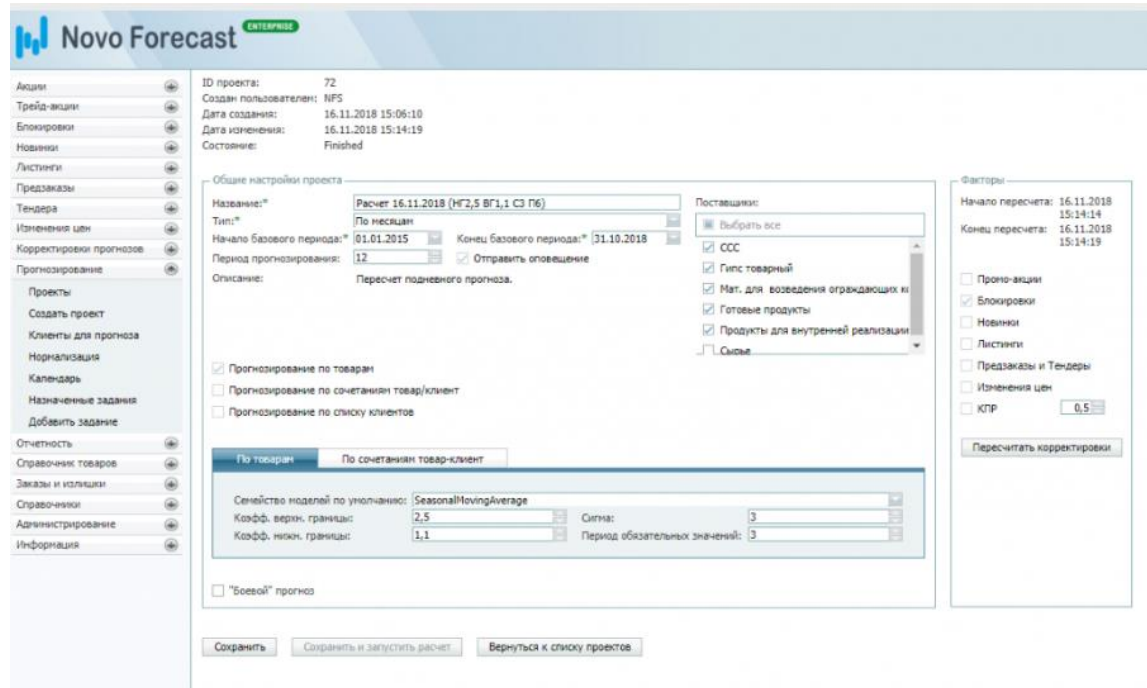


Рисунок 1.2 – Приклад роботи програми Novo Forecast

Вона дозволяє зробити:

- Розрахунок детальних математичних прогнозів;
- Коригування прогнозу внутрішніми і зовнішніми чинниками;
- Спільне планування промо акцій, новинок, лістингів, тендерів;
- Розрахунок оптимальних замовлень;
- Управління надлишками;
- Аналіз прогнозів, планів і чинників прогнозування [14].

Додаток для автоматичної побудови прогнозів Excel Novo Forecast PRO допомагає аналітикам, прогнозистам, менеджерам з планування, маркетингологам:

- Підготувати дані до розрахунку прогнозу;
- Розрахувати прогноз, коефіцієнти сезонності, тренд, межі довірчого інтервалу одночасно по безлічі часових рядів;
- Скорегувати прогноз за допомогою коефіцієнтів або абсолютних значень;
- Створити графіки і дашборда для детального аналізу результатів;
- Створити план продажів і порівняти його з прогнозом;
- Зробити ABC-XYZ аналіз.

До переваг рішення відносять наступні пункти, наведені далі.

Повна автоматизація процесу прогнозування. Завантаження, підготовка даних і прогнозування запускається повністю автоматично за заданим розкладом. Більше 3000 комбінацій математичних моделей прогнозування. Штучний інтелект підбирає модель і розраховує прогноз для будь-яких видів часових рядів. Автоматичне визначення факторів - за допомогою машинного навчання система визначає невраховані фактори і рекомендує їх до застосування. Висока продуктивність і масштабованість. Novo Forecast Enterprise не має обмежень по кількості користувачів, об'єктів і факторів прогнозування. Консолідація даних прогнозування в єдиній базі забезпечує контроль за цілісністю даних, достовірністю інформації та ретроспективний аналіз результатів прогнозування. Спільний багатокористувацький доступ співробітників до актуальних прогнозами і планами з будь-яких пристроїв: ПК, планшет, мобільний. Швидке впровадження: отримати перші робочі прогнози можна вже через 30 днів після впровадження [15].

Програма для прогнозування продажів Forexsal. Побудова прогнозу в даній програмі може бути проведена з урахуванням впливу зовнішніх чинників, наприклад, рекламних витрат, впливу цін на окремі позиції і т.д (рис. 1.3). Можна будувати прогнози цін на окремі товари або сировину, з урахуванням різних факторів. Унікальні можливості програми обумовлені тим, що в ній реалізовані методи прогнозування часових рядів, призначені як для побудови прогнозів окремих незалежних товарів, так і для побудови прогнозів одночасно для багатьох товарів з урахуванням взаємного впливу товарів один на одного і впливу зовнішніх чинників. Реалізовано класичні методи прогнозування продажів. Дані методи широко застосовуються у всьому світі для прогнозування продажів. У програмі реалізовані трендові і сезонні методи. Можливе знаходження для кожного ряду (статистики продажів окремого товару) оптимального методу прогнозування продажів, який дає найбільш точні оцінки прогнозу продажів. Розроблено спеціалізовані методи спільного прогнозування продажів багатьох часових рядів (товарів і факторів), наприклад, продажу товару, ціни і рекламні витрати [16].



Рисунок 1.3 – Приклад роботи програми Forexsal

На вхід програми подаються дані про продажі і поведінці зовнішніх факторів. Можливий ручне введення з клавіатури або в режимі малювання кривої поведінки ряду. Можливий імпорт даних з файлів, підготовлених в текстовому вигляді або у вигляді таблиць Excel. Програміст вашої фірми зможе підготувати дані з бухгалтерської програми і імпортувати їх для побудови прогнозування продажів.

Forecast NOW. Програма працює з частим рівномірним і рідкісним варіативним попитом в різних сферах діяльності. Наприклад, продукти харчування, електротовари, будматеріали, автозапчастини, медична техніка або лікарські засоби. Короткостроковий прогноз складається на період від 1 до 14 днів, довгостроковий - до 12 місяців (рис. 1.4). Прогнозувати попит можна по конкретному товару або товарної групи, по одному складу або групі складів. При цьому можна враховувати схеми постачання, а також будувати прогноз в розрізі властивостей товарів.

Код	Продукт	Склад	Достоверность	Уровень сервиса 1 рода, %
1 4000000000026	Печенье Для Завтрака	Основной склад	Да	97,64
2 4000000000034	Торт Сметаник	Основной склад	Да	97,14
3 4000000000021	Маленькая принцесса	Основной склад	Да	99,08
4 4000000000035	Торт Прага	Основной склад	Да	98,84
5 4000000000016	Зефир Воздушный	Основной склад	Да	67,7
6 4000000000025	Печенье Курабье	Основной склад	Да	98,18
7 4000000000028	Вафли Шоколадные	Основной склад	Да	92,48
8 4000000000020	Конфеты Белочка	Основной склад	Да	95,13
9 4000000000024	Печенье Голландское	Основной склад	Да	98,64
10 4000000000019	Конфеты Красный Октябрь	Основной склад	Да	98,02
11 4000000000030	Торт Дрелитический	Основной склад	Да	95,73
12 4000000000022	Шоколад Настёнка	Основной склад	Да	98,77
13 4000000000017	Конфеты Маска	Основной склад	Да	99,11

Среднее: 93,46 Медиана: 97,64 Установить уровень сервиса По среднему

Рисунок 1.4 – Приклад роботи програми Forecast NOW

При розрахунку оптимального запасу враховуються: ризики дефіциту, терміни придатності, вартість зберігання, розпродажі, сезонність і тренди, святкові дні, вартість грошових коштів та інші критерії. Програма скорочує зайві запаси і знижує дефіцит, при цьому забезпечує наявність обов'язкового асортименту. Скорочення запасів вивільняє оборотні кошти, а завдяки зниженню дефіциту ви підвищите продажі.

Користувач, спираючись на базу знань програми, може швидко дізнатися про товар, номенклатурну групу або зріз всю необхідну інформацію: динаміку продажів і залишків, періоди дефіциту і невідповідності попиту, наднормативні запаси і ймовірність неліквіду. На основі отриманої інформації він приймає ефективні рішення.

Програма вирішує наступні завдання:

- виявлення топових позицій за заданими критеріями на основі крос-ABC-XYZ-аналізу;
- знаходження проблемних товарних груп, ранжування постачальників за допомогою аналізу товарних груп і зрізів;

– пошук неліквідів, який вибув асортименту, надлишкових запасів з використанням аналізу асортименту.

Стратегічні рішення пояснюються і підтверджуються математичним прогнозом, з'являється єдиний інструмент прийняття рішень і контролю за їх виконанням [17].

Динаміка аналізу показників ефективності доступна в будь-який момент у вигляді наочних графіків:

- рентабельність запасів;
- рівень задоволеного попиту;
- оборотність;
- втрачений прибуток;
- зайвий запас.

GoodsForecast.Planning призначений для підтримки прогнозування попиту та планування продажів, що є частиною процесу планування продажів та операцій (S&OP). Поряд з налаштованими моделями прогнозування система GoodsForecast дає можливість інтерактивного побудови планів продажів і операцій за участю експертів, урахування додаткових факторів впливу, внесення коригувань і їх узгодження між учасниками процесу.

Основна мета використання GoodsForecast.Planning - це формалізація та автоматизація процесу побудови прогнозів попиту, що дозволяє змінити характер роботи аналітиків компанії від «підготовки прогнозів» до «налаштуванні моделей». Впровадження системи планування продажів і операцій допоможе збалансувати попит і поставки, зв'язати фінансові показники компанії з виробничими планами і реалізувати довгострокову програму планування виробництва і обсягу продажів підприємства [18].

До переваг додатку можна віднести:

- разом із кожним прогнозом оцінюйте його надійність, щоб аналітики могли зосередитись лише на найскладніших випадках;
- для кожного часового ряду вибирайте власний найбільш підходящий алгоритм прогнозування;
- система дозволяє гнучко враховувати думки експертів;

– город Алгоритм Forecast може успішно обробляти рідкісні та рідкісні товари;

– використовуйте спеціальні методи для коротких часових рядів;

– безперервний контроль за точністю розрахунків;

– система є самонавчанням.

Приклад роботи програми представлено на рисунку 1.5.

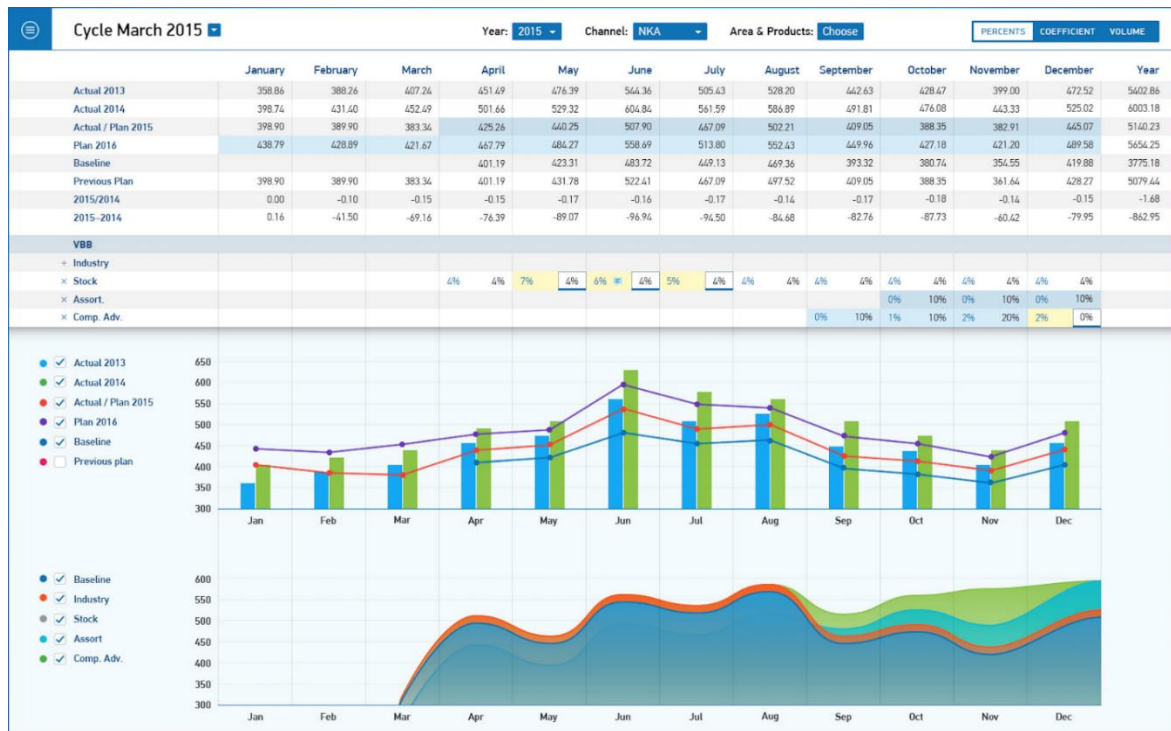


Рисунок 1.5 – Приклад роботи програми GoodsForecast.Planning

Серед проаналізованих програмних систем, Novo Forecast та Forecast NOW являються максимально наближеними за своїми характеристиками до розроблюваної системи прогнозування обсягу продаж магазину електроніки. Саме тому в подальшому оберемо як прототип ці два додатки.

1.5 Висновки

В розділі розглянуто і проаналізовано проблему прогнозування обсягів продажу магазину електроніки. Також розглянуто поняття та принципи прогнозування обсягів продаж, було досліджено методи, що можуть бути використані для прогнозування обсягів продаж, для чого запропоновано використати метод Хольта-Вінтерса. Було наведено короткий опис основних функцій, які виконують дані програми.

Як результат порівняння було вирішено розробити інформаційну систему, яка б містила основний функціонал даних систем, а також була б безкоштовною для використання.

2 РОЗРОБКА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖУ МАГАЗИНУ ЕЛЕКТРОНІКИ

2.1 Обґрунтування вибору базових методів вирішення поставленої задачі

Одним з найбільш перспективних напрямків у дослідженні та прогнозуванні одновимірних часових рядів є адаптивний метод, який може враховувати різні інформаційні значення на рівні часових рядів та ступінь "старіння" даних. Найважливішою перевагою адаптивного методу є те, що він може розглянути побудову моделі самонастроювання для результатів прогнозування на попередньому кроці.

Використання певних методів прогнозування не призведе до найкращих і досить точних результатів, оскільки прогнозування може враховувати не тільки фактори, що впливають на предмет прогнозу, але й різні складові прогнозу, такі як основні його тенденції розвитку, сезонні та циклічні компоненти, випадковий компонент [11].

Беручи до уваги сезонні характеристики зміни попиту на побутову техніку та електронні вироби, для прогнозування товарообігу магазинів електронних товарів ми використовуємо модель Вінтерса з лінійним трендом та мультиплікативними сезонними ефектами, що є двопараметричною лінійною моделлю зростання Хольта.

Одним з методів, що враховує декілька складових прогнозу, є метод Хольта-Вінтерса. Метод Хольта-Вінтерса – це трипараметрична модель прогнозу, яка враховує:

- згладжений експонентний ряд;
- тренд;
- сезонність.

Правила складності, засновані на параметрах, системах опорних функцій, критеріях відбору та методах регуляризації на основі зовнішніх критеріїв, є методами, заснованими на групуванні параметрів. Необхідно на основі спостережних даних побудувати модель $Y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$, яка буде найменш

складна.

Відмінними особливостями даної задачі є:

- вид функціональної залежності невідомий, а визначений лише клас моделей, наприклад, поліном довільного порядку або гармонічний ряд (Фур'є);
- часові ряди $x_i(t)$ в загальному випадку нестационарні. В такому випадку застосування класичних методів статистичного аналізу, наприклад, регресійного чи дисперсійного аналізу, неможливо, і необхідно використовувати нестандартні методи, наприклад, основані на застосуванні ідей штучного інтелекту.

Метод бере ідеї з біології, а саме механізми еволюції:

- схрещення або гібридизація предків і генерація потомків;
- селекція та відбір кращих.

Майже всі відомі алгоритми MSUA використовують поліноміальні опорні функції. Загальний взаємозв'язок між вхідними та вихідними змінними набуває форми ряду функції Вольтера. Дискретний аналог цієї функції називається поліномом Колмогорова-Габора, оскільки такий поліном може досить точно апроксимувати будь-яку диференціальну функцію. Ця складна залежність замінюється множиною простих функцій:

$y_1 = f(x_1, x_2); y_2 = f(x_1, x_3); \dots y_s = f(x_{N-1}, x_N)$, де $s = C_N^2$, причому функція f усюди однакова.

Отже, отримавши перший ряд селекції, нові змінні подаються тепер як вхідні параметри, і отримуємо другий ряд селекції:

$z_1 = f(y_1, y_2); z_2 = f(y_1, y_3); \dots z_p = f(y_{s-1}, y_s)$, де $p = C_s^2$.

2.2 Розробка математичної моделі прогнозування обсягів продаж магазину електроніки

Створюючи модель (шукаючи значення коефіцієнтів) як стандарт, використовуйте стандарти регулярності:

$$\bar{\varepsilon}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2. \quad (2.1)$$

Необхідно забезпечити $\varepsilon^2 \rightarrow \min$.

Розглянемо покроковий алгоритм МГУА.

1. Для кожної пари x_i та x_j будуються часткові описи (усього C_N^2) виду: $Y^{(s)} = \varphi(x_i, x_j) = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j + a_4 x_i^2 + a_5 x_j^2$, де $s=1 \dots C_N^2$.

2. Обчислюються коефіцієнти цих моделей по МНК, використовуючи навчальну вибірку. Тобто, знаходимо $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{a}_4, \hat{a}_5$.

3. Потім на перевіірочній вибірці для кожної з цих моделей шукаємо:

$$\bar{\varepsilon}_S^2 = \frac{1}{N_{test}} \sum_{i=1}^{N_{test}} [Y(k) - \hat{Y}_k^{(s)}], \quad (2.2)$$

де $Y(k)$ – дійсне значення вихідної змінної в k -тій точці перевіірочної вибірки;

$\hat{Y}_k^{(s)}$ – вихідне значення в k -тій точці перевіірочної вибірки у відповідності з s -тою моделлю.

4. Відбираємо F кращих моделей, і подаємо на другий ряд. Шукаємо:

$$\hat{Z}^{(P)} = \varphi^{(2)}(x_i, x_j) = a_0^{(2)} + a_1^{(2)} y_i + a_2^{(2)} y_j + a_3^{(2)} y_i y_j + a_4^{(2)} y_i^2 + a_5^{(2)} y_j^2. \quad (2.3)$$

Алгоритм розрахунку по методу Хольта-Вінтерса

Розраховується експоненціально-згладжений ряд за формулою:

$$L_i = \frac{k * y_i}{S_{i-s}} + (1 + k) * (L_{i-1} - T_{i-1}), \quad (2.4)$$

де S_{i-s} – коефіцієнт сезонності попереднього періоду. Сезонність в першому періоді дорівнює 1.

Визначення значення тренду

Оцінюється сезонність:

$$S_i = \frac{q * y_i}{L_i} + (1 - q) * S_{i-s}, \quad (2.5)$$

де S_i – коефіцієнт сезонності для поточного періоду;

q – коефіцієнт згладжування сезонності (задається вручну і знаходиться в межах від 0 до 1);

S_{i-s} – коефіцієнт сезонності за цей же період в попередньому сезоні.

Здійснюється прогнозування за методом Хольта-Вінтерса

Прогноз на p періодів вперед розраховується за формулою:

$$\hat{Y}_{i-p} = (L_i + p * T_i) * S_{i-s+p}, \quad (2.6)$$

де \hat{Y}_{i-p} – прогноз по методу Хольта-Вінтерса на p періодів вперед; S_{i-s+p} – коефіцієнт сезонності за цей же період в останньому сезоні.

Для методу Хольта-Вінтерса також необхідно оцінити точність прогнозу. Точність прогнозу розраховується за наступним алгоритмом.

Розрахунок значень прогнозної моделі

Значення прогнозної моделі розраховується за формулою:

$$\bar{y}_i = L_{i-1} + T_{i-1}, \quad (2.7)$$

де \bar{y}_i – значення прогнозної моделі для i -го періоду.

Розрахунок помилки моделі

Помилка моделі знаходиться за формулою:

$$\gamma_i = y_i - \bar{y}_i, \quad (2.8)$$

де γ_i – помилка моделі для i -го періоду.

Розрахунок точності прогнозу

Для цього визначається відхилення помилки моделі від прогнозної моделі:

$$\Delta\gamma_i = \frac{\gamma_i^2}{y_i^2}. \quad (2.9)$$

Точність прогнозування обчислюється шляхом віднімання середнього

значення помилки моделі та відхилення моделі прогнозування від одиниці [12].

Для оцінки точності прогнозу коефіцієнти підбираються вручну і для даного часового ряду вони становлять: $k - 0,2$, $b - 0,3$ і $q - 0,7$.

Даний метод заснований на використанні великого обсягу статистичних даних. Він може застосовуватися при комбінованому прогнозуванні в «зв'язці» з експертними методами прогнозування.

2.3 Розробка загальної структурної схеми та алгоритмів функціонування системи прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки

Програма забезпечить інтерфейсний модуль, модуль авторизації, модуль для обробки бази даних та прогнозування доходу.

Спочатку запустить інтерфейсний модуль, який пов'язаний з модулем авторизації. Він відповідає за правильне відображення результатів прогнозування на екрані, а також за введення та виведення відповідної інформації.

Якщо користувач хоче редагувати деякі записи з бази даних, модуль авторизації може викликати інтерфейсний модуль. Цей модуль відповідає за авторизацію користувачів; для отримання правильної авторизації потрібно ввести ім'я для входу та пароль. Він підключений до інтерфейсного модуля та модуля передбачення.

Модуль передбачення пов'язаний з модулем бази даних. Цей модуль є основним модулем програми і містить інтелектуальні алгоритми прогнозування продажів в електронних магазинах. Для прогнозування використовуйте метод Холт-Вінтерса.

Модуль бази даних підключений до модуля передбачення та інтерфейсного модуля. Цей модуль забезпечує посилання на базу даних, яка містить список створених клієнтів, їх атрибути та продукти, а також посилання між ними. Цей модуль містить запити SQL, які дозволяють переглядати існуючі списки або додавати нові списки. Розроблена загальна структурна схема функціонування прогнозування продаж зображена на рисунку 2.1.

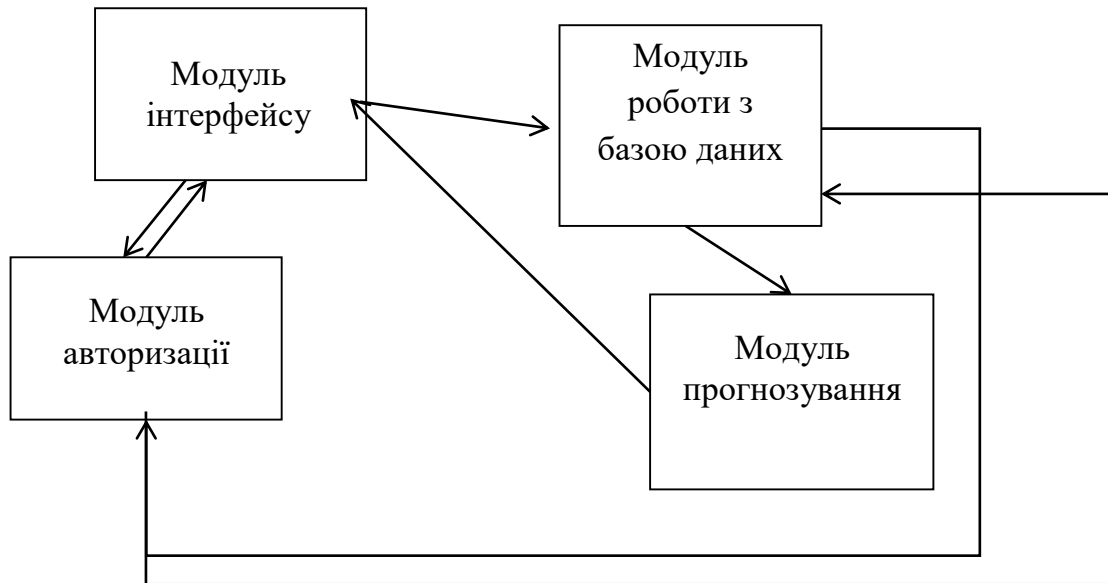


Рисунок 2.1 – Загальна структурна схема програмного модуля

Розроблена схема загального алгоритму функціонування системи зображена на рисунку 2.2

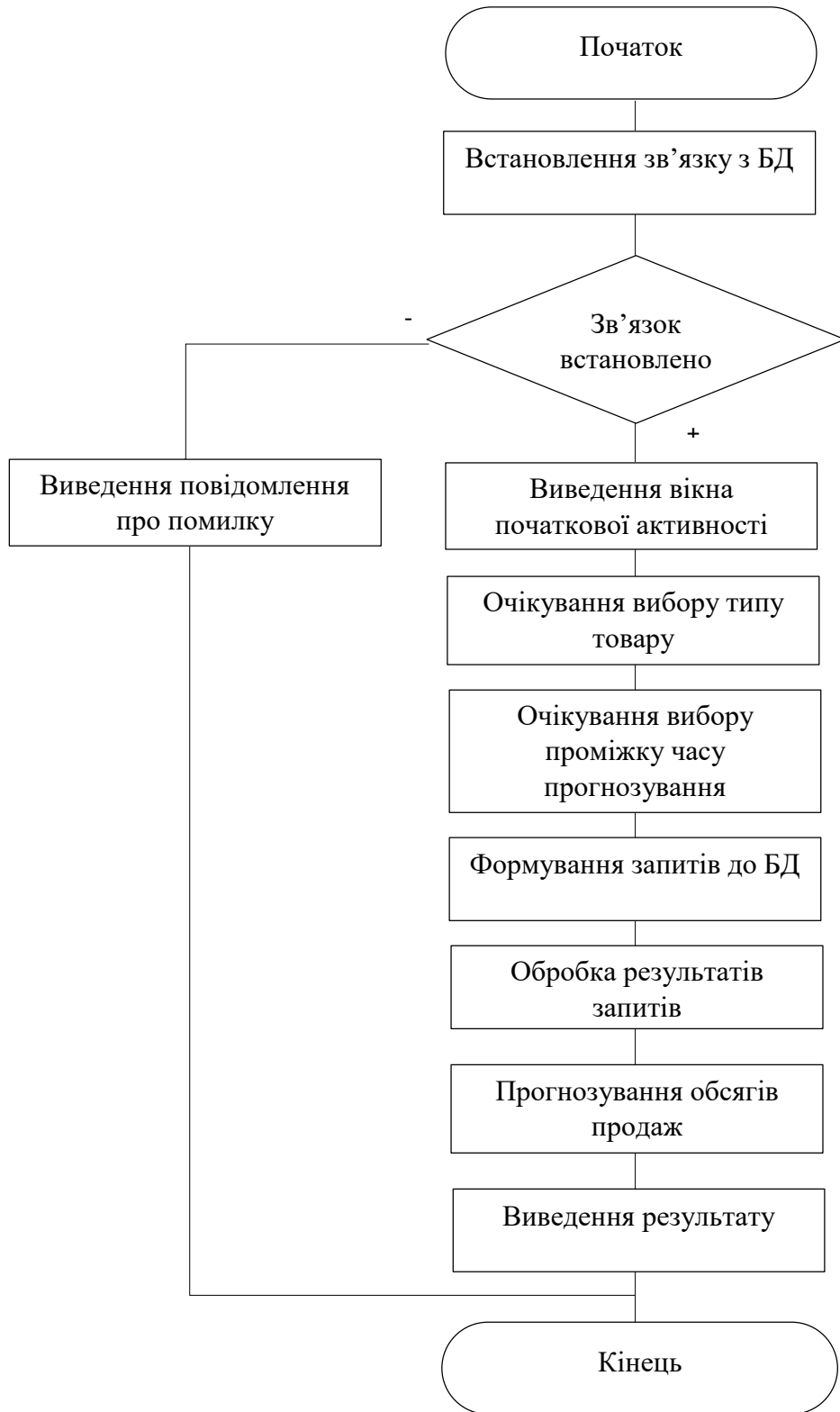


Рисунок 2.2 - Схема загального алгоритму функціонування системи

2.4 Розробка ER-моделі

Для опису предметної області необхідні наступні сутності: Обсяги продаж, iPhone, iPad, MacBook, Аксесуари.

Ми пропонуємо базу даних, що використовує реляційну модель даних, яка має такі переваги, як простота та зручність користування; єдиною використаною інформаційною структурою є "таблиця"; суворі правила проектування, засновані на математичних інструментах; дані повністю незалежні; зміни в реляційній базі даних Часом у програмі дуже мало змін; можливість розширити базу даних, додаючи нові елементи та записуючи, не змінюючи існуючі підсхеми та програми.

Згідно з правилами побудови концептуальної схеми предметної області, суть структури ER представлена розміченим прямокутником, асоціацією-діамантом та зв'язком між ними-ненаправленою кромкою, ступенем зв'язку та необхідним поясненням на ній можуть бути встановлені .

Представлення ER-моделі для бази даних зображено на рисунку 2.3.

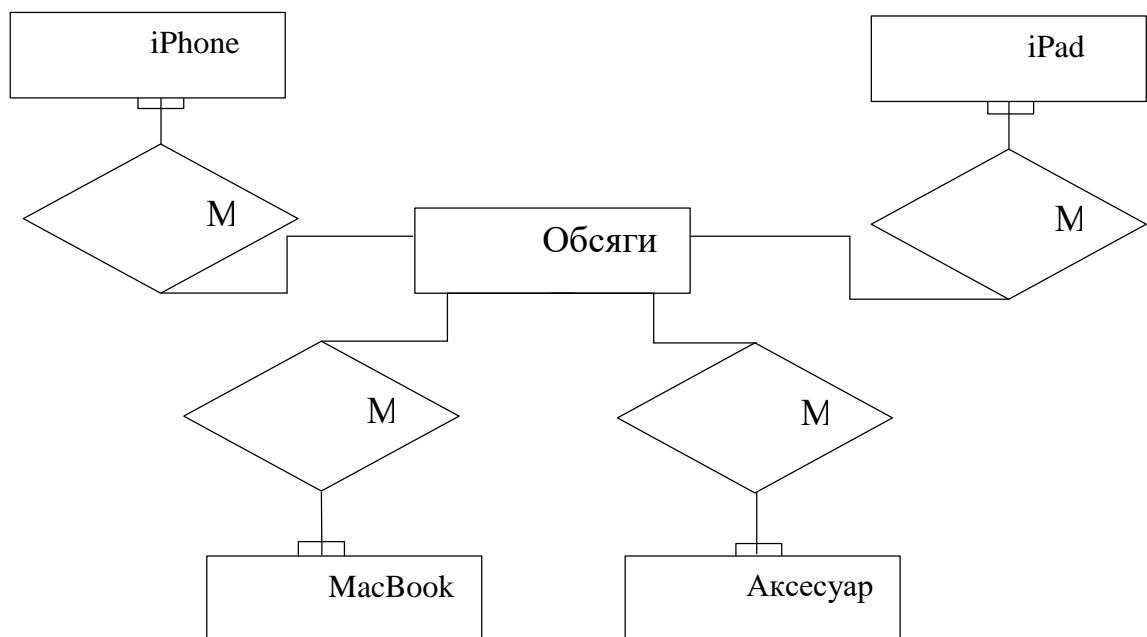


Рисунок 2.3 – ER-модель предметної області

2.5 Висновки

У другому розділі було розроблену математичну модель системи прогнозування обсягів продаж магазину електроніки на основі Метод Хольта-Вінтерса – трипараметричної моделі прогнозу. Цей метод є одним з найбільш ефективних способів вирішення проблеми. Також було охарактеризовано групового урахування аргументів, який використовується у комбінації з методом Хольта-Вінтерса. У цьому розділі розроблено загальну структурну схему та схему алгоритму функції системи прогнозу продажів електронних магазинів.

3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ПРОДАЖУ В МАГАЗИНІ ЕЛЕКТРОНІКИ

3.1 Обґрунтування вибору мови та середовища програмування

Для розробки програмного забезпечення інтелектуального модуля прогнозування обсягів продажу магазину електроніки було обрано середовище Eclipse і об'єктно-орієнтована мова програмування Java.

Об'єктно-орієнтоване програмування (ООП) – це парадигма програмування, яка розглядає програму як сукупність "об'єктів", що взаємодіють між собою. ООП базується на трьох основних концепціях: інкапсуляція, успадкування та поліморфізм. Однією з переваг ООП є краща модульність програмного забезпечення (тисячі функцій процедурної мови, в ООП можна замінити десятки класів власними методами).

Об'єктно-орієнтоване програмування – це метод програмування, заснований на програмі як поданні набору інтерактивних об'єктів. Кожен інтерактивний об'єкт є екземпляром певного класу, і ці класи є членами певної ієрархії успадкування.

Спочатку напишіть клас і створіть конкретний об'єкт (екземпляр класу), коли програма виконується на його основі. На основі цих класів ви можете створювати нові класи для розширення базового класу, створюючи тим самим ієрархію класів.

Об'єктно-орієнтований підхід полягає в наступному наборі основних принципів:

- все є об'єктами;
- всі дії та розрахунки виконуються шляхом взаємодії (обміну даними) між об'єктами, при якій один об'єкт потребує, щоб інший об'єкт виконав деяку дію. Об'єкти взаємодіють, надсилаючи і отримуючи повідомлення.

- Повідомлення — це запит на виконання дії, доповнений набором аргументів, які можуть знадобитися при виконанні дії;

- кожен об'єкт має незалежну пам'ять, яка складається з інших об'єктів;

- кожен об'єкт є представником (екземпляром, примірником) класу, який виражає загальні властивості об'єктів;
- у класі задається поведінка (функціональність) об'єкта. Таким чином усі об'єкти, які є екземплярами одного класу, можуть виконувати одні й ті ж самі дії;
- класи організовані у єдину деревовидну структуру з загальним корінням, яка називається ієрархією успадкування. Пам'ять та поведінка, зв'язані з екземплярами деякого класу, автоматично доступні будь-якому класу, розташованому нижче в ієрархічному дереві [19].

Програма Java перетворюється в байт-код, який виконується віртуальною машиною Java, яка є програмою, яка обробляє байт-код і передає інструкції апаратному забезпеченню як інтерпретатор. Перевага цього методу виконання програм полягає в тому, що байт-код повністю незалежний від операційної системи та обладнання, що дозволяє запускати програми Java на будь-якому обладнанні з відповідною віртуальною машиною [20].

Цю мову було обрано, оскільки вона дозволяє виконувати завдання всебічно і легко, а головне, просто організувати користувальницький інтерфейс, щоб користувачі могли швидко ознайомитись і користуватися програмою. А також за допомогою Java можна легко написати серверну частину, що допоможе в майбутньому перенести програму для роботи онлайн. Крім того, Java також надає багато інших переваг, серед яких: потужні інструменти для обробки різних типів даних та об'єктів, висока продуктивність та можливість підключення до зовнішніх ресурсів.

Особливості середовища Eclipse.

Eclipse – це платформа з відкритим кодом на основі Java. По суті, це просто середовище розробки та набір служб для побудови додатків на основі вбудованих компонентів (плагінів). В складі Eclipse є стандартний набір плагінів, в тому числі добре відомий інструментарій – Java Development Tools (JDT).

У той час як більшість користувачів, які застосовують Eclipse в якості інтегрованого середовища розробки Java (IDE), цілком задоволені ним, можливості його набагато ширші. Eclipse також включає в себе середовище розробки плагінів (PDE), яке в першу чергу зацікавить тих, хто хоче розширити

сам Eclipse, так як дозволяє створювати свої інструменти, вбудовані в середу Eclipse. Оскільки Eclipse повністю складається з плагінів, у всіх розробників інструментаріїв є можливість запропонувати свої розширення до Eclipse і надати користувачам послідовну і цілісну інтегровану середу розробки (IDE).

Ця цілісність і послідовність характерні не тільки для інструментів Java-розробки. Хоча середовище Eclipse написане на Java, використовувати його можна і з іншими мовами. Наприклад, вже є (або розробляються) плагіни, які підтримують такі мови програмування як C / C ++ і COBOL. Структура Eclipse може також використовуватися як основа для інших типів додатків, що не мають відношення до розробки ПЗ, наприклад, систем управління контентом [21].

Основним елементом є середовище виконання - Eclipse Runtime, яке виконує код для розширень та модулів. Він забезпечує всі основні функції платформи - управління розширеннями та оновленнями, взаємодію з операційною системою та забезпечення роботи довідкової системи.

Наступним елементом є сама IDE - вона відповідає за управління основними елементами програми, їх розташуванням та налаштуваннями, управління проектами, налагодження та компіляцію проектів, пошук файлів та розробку команди [22].

3.2 Програмна реалізація системи прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки

На рисунку 3.1 зображено загальну UML-діаграму класів системи прогнозування футбольних матчів.

Були розроблені класи Main, MainGUI, JFrame, Listener, MessageDialog.

У класі «Main» за допомогою бібліотек відбувається підключення до бази даних. Також клас Main відповідає за початкову активність програми. Викликає клас MainGUI. Це головний клас, який відповідає запуск програми, та підключення до БД. В цьому класі зберігається змінна типу Connection, яка необхідна для коректної роботи запитів.

Клас MainGUI відповідає за відображення головного меню. Даний клас наслідується від бібліотечного класу JFrame. Інтерфейс даної програми є досить простий, а отже не потребує великих затрат пам'яті, але при цьому залишається досить зручним для користування.

Клас JFrame має методи stvot(), який відповідає за відображення вікна. Також є метод show(), який відповідає за приховання вікна, після переходу до певного з пунктів головного меню.

Клас Listener, клас з основною логікою програми, в ньому відбувається прогнозування обсягів продаж магазину електроніки за допомогою застосування методу Хольта-Вінтерса. Результатом роботи даного класу є результат прогнозування обсягів продаж певного продукту на певний період часу.

Клас MessageDialog відповідає за відображення діалогового вікна, на якому, власне, відображається результат прогнозування певного товару на певний період часу.

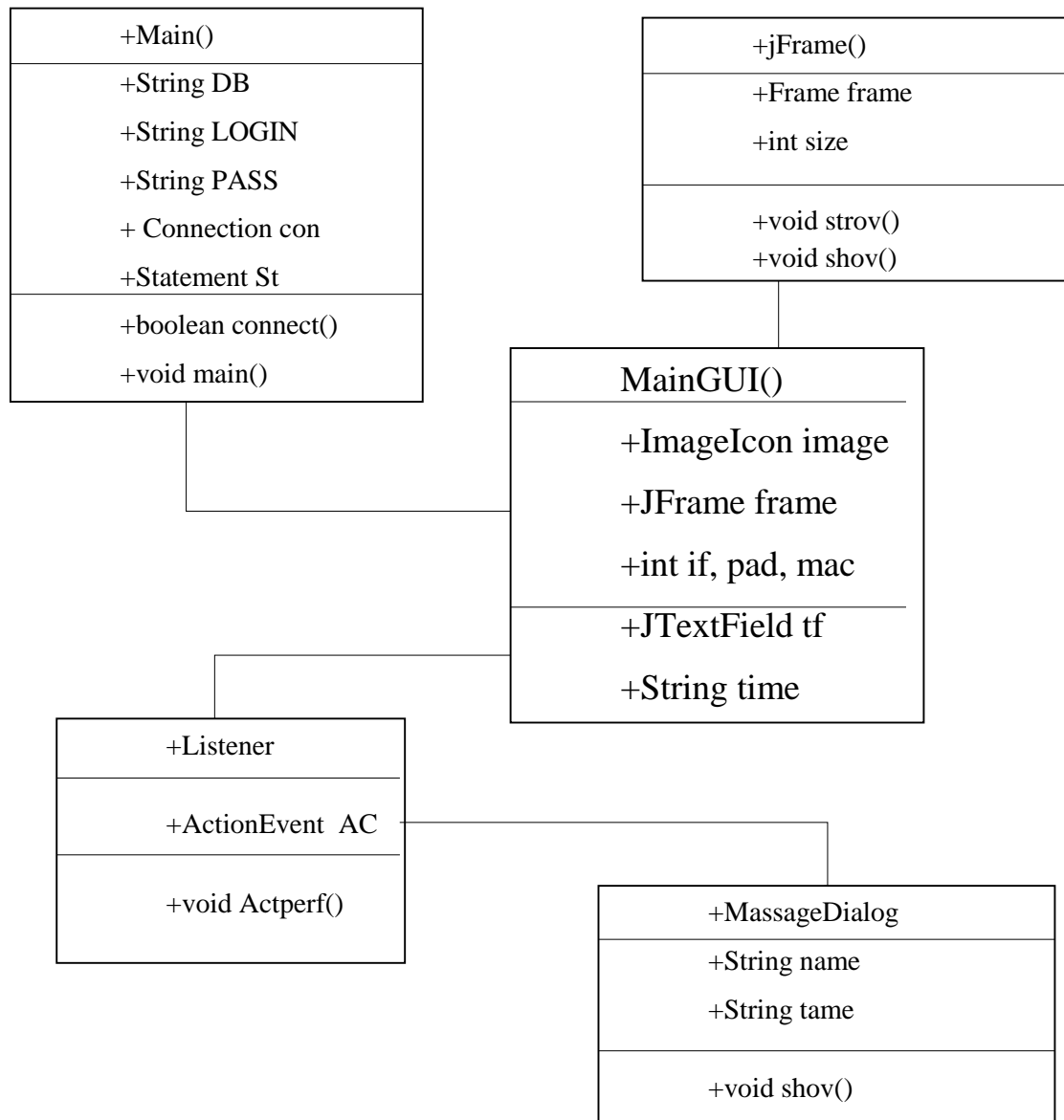


Рисунок 3.1 – Загальна UML-діаграма класів

3.3 Тестування розробленого інтелектуального модулю прогнозування обсягів продажу в магазині електроніки

Розроблена система прокладання маршруту для постачання торгової мережі була протестована, що підтвердило коректність її роботи.

Додаток запускали 300 разів, щоб перевірити можливість його роботи, щоб можна було повністю оцінити його роботу.

Тестування проводилось на трьох часових проміжках (Місяць, квартал, півроку).

Після запуску програми відкривається вікно початкової активності (рисунок 3.2). Вікно початкової активності містить кнопку «Спрогнозувати».

Необхідно обрати товар, обсяги продажу якого мають бути спрогнозованими та проміжок часу; натиснути відповідну кнопку.

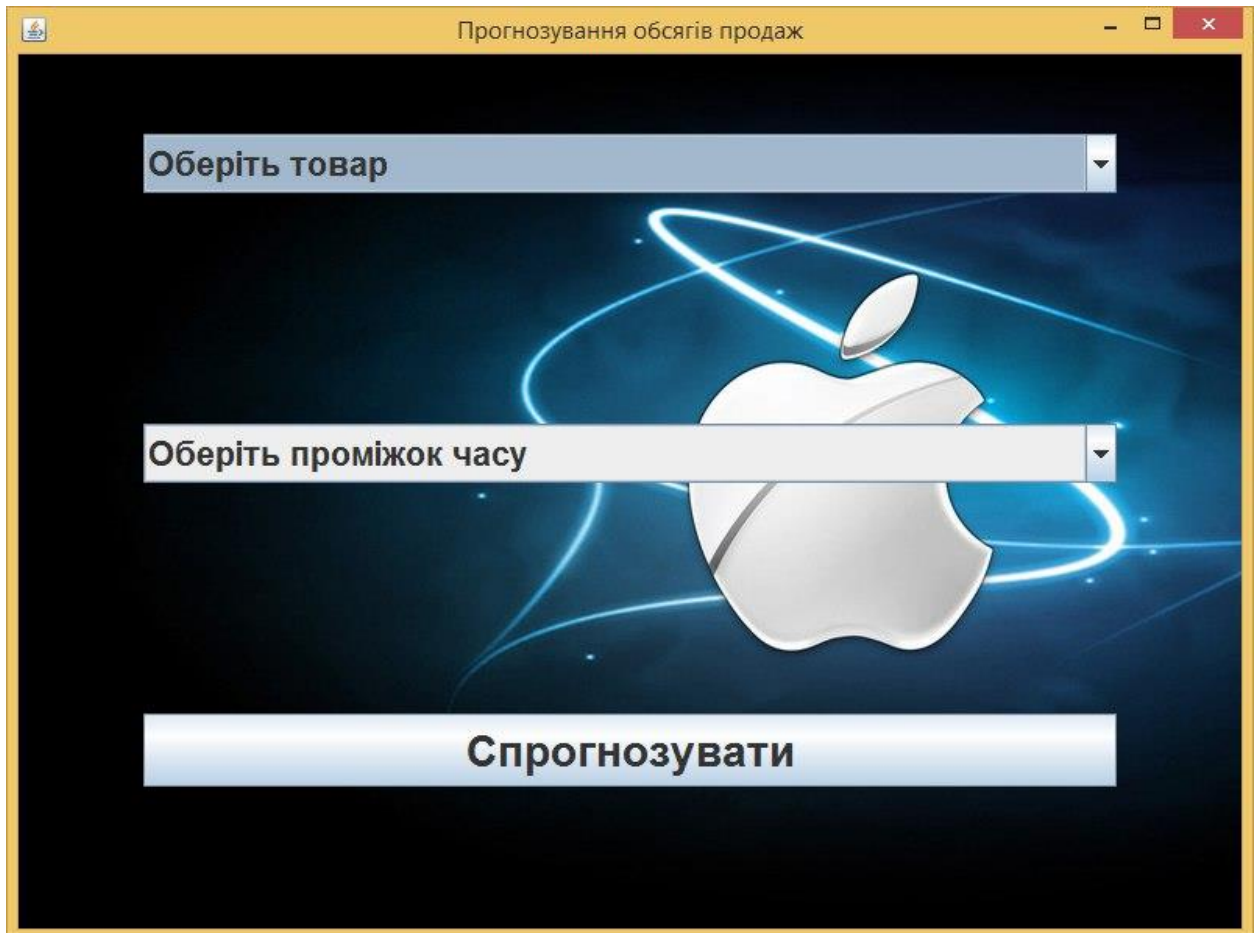


Рисунок 3.2 – Вікно початкової активності

При переході до результату прогнозування користувач натискає кнопку «Спрогнозувати». Як результат роботи програми виводиться діалогове вікно з прогнозом результату (рисунок 3.3).

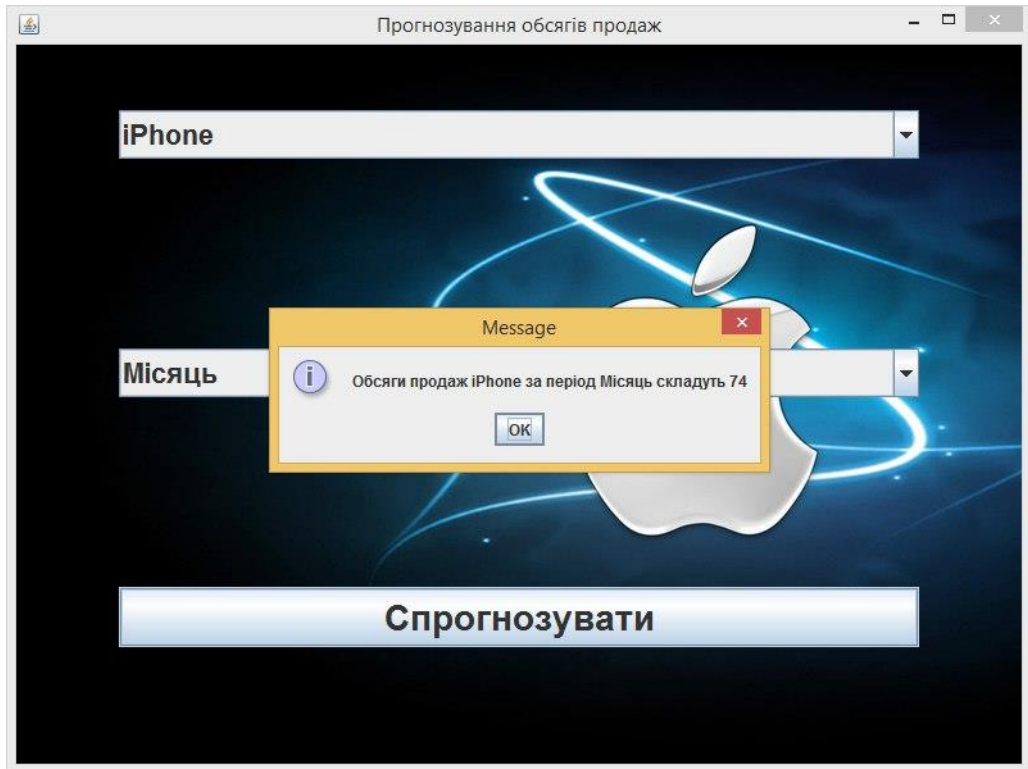


Рисунок 3.3 – Виведення результату прогнозування

Повторимо тестування програми (рисунок 3.4, 3.5).

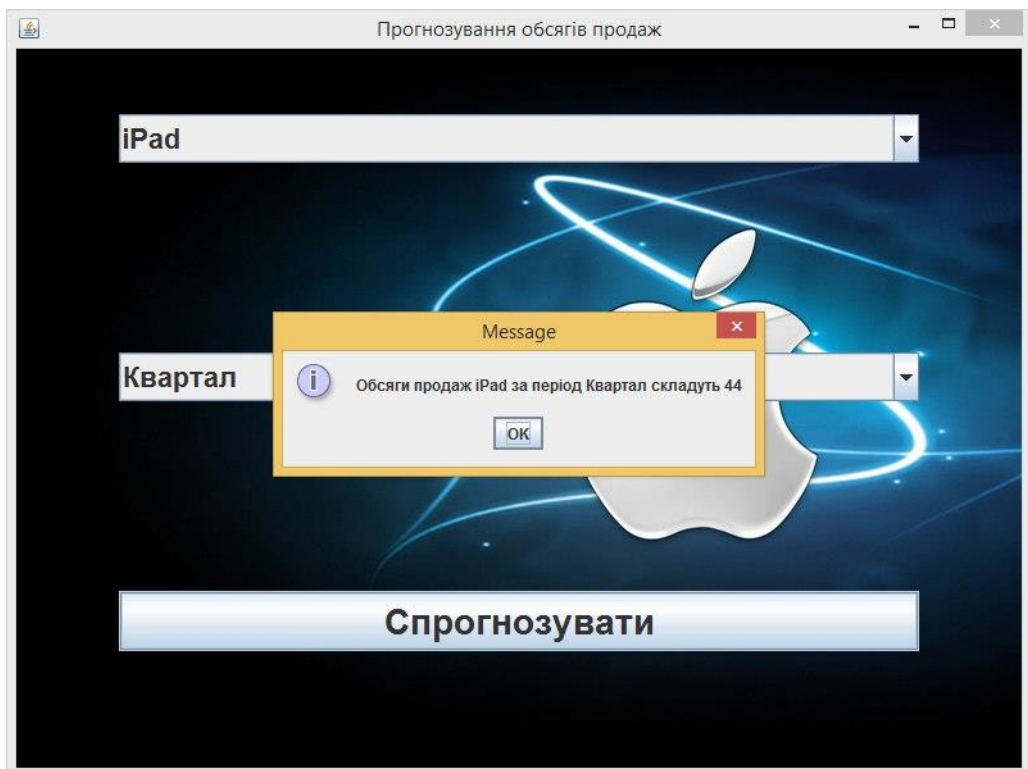


Рисунок 3.4 – Результат тестування програми

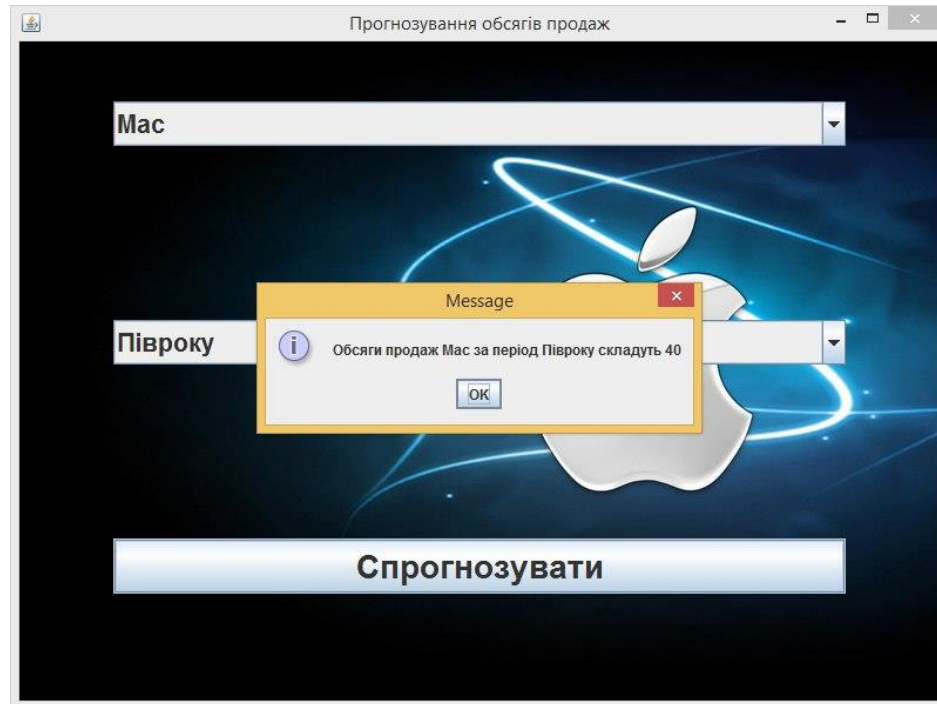


Рисунок 3.5 – Результат тестування програми

В таблиці 3.2 наведено порівняльні результати роботи програми з програмами-аналогами. Додаток який був розроблений дає точність вищу ніж програми-аналоги. Порівняно з прототипом точність зросла майже на 3%, що є дуже хорошим результатом.

Таблиця 3.2 – Порівняльний аналіз достовірності роботи різних алгоритмів вирішення задачі

Програма	Точність прогнозування
Розроблений додаток	65,71%
Novo Forecast	62,83%
Forexsal	51,58%
Forecast NOW	60,25%
GoodsForecast.Planning	61,22

3.4 Прогнозування продаж з використанням реальних даних

Для прогнозування за методом Хольта-Вінтерса використовуємо вхідні дані продаж магазину електроніки за минулі роки. Дані отримуємо у форматі двох стовпців: дата та продажі компанії в грн. Вхідні дані зображені на рисунку 3.6.

Період	Продажі компанії, грн.
Гра.18	13 900
Чер.18	15 200
Лип.18	14 870
Сер.18	13 550
Вер.18	12 900
Жов.18	14 530
Лис.18	14 700
Гру.18	15 900
Січ.19	15 200
Лют.19	14 970
Бер.19	15 440
Кві.19	14 600
Гра.19	13 220
Чер.19	14 990
Лип.19	14 980
Сер.19	13 010
Вер.19	13 670
Жов.19	14 590
Лис.19	15 335
Гру.19	16 015
Січ.20	15 775
Лют.20	16 200
Бер.20	14 805
Кві.20	14 275
Гра.20	14 665
Чер.20	15 840
Лип.20	15 225
Сер.20	14 005
Вер.20	13 865
Жов.20	15 430
Лис.20	16 490
Гру.20	17 280

Рисунок 3.6 – Вхідні дані для прогнозування

Метод Хольта-Вінтерса це три параметрична модель прогнозування, яка використовує експоненціально-згладжений ряд, тренд та сезонність.

Спочатку підрахуємо експоненціально-згладжений ряд за вхідними даними. Слід зазначити, що для першого періоду в початку даних експоненціально-згладжений ряд дорівнює першому значенню ряду. На рисунку 3.7 та 3.8 зображено таблицю та графік з експоненціально-згладженим рядом.

Період	Продажі компанії, грн.	Експоненціально-згладжений ряд
Гра.18	13 900	
Чер.18	15 200	13900
Лип.18	14 870	14810
Сер.18	13 550	14852
Вер.18	12 900	13941
Жов.18	14 530	13212
Лис.18	14 700	14135
Гру.18	15 900	14530
Січ.19	15 200	15489
Лют.19	14 970	15287
Бер.19	15 440	15065
Кві.19	14 600	15328
Гра.19	13 220	14818
Чер.19	14 990	13699
Лип.19	14 980	14603
Сер.19	13 010	14867
Вер.19	13 670	13567
Жов.19	14 590	13639
Лис.19	15 335	14305
Гру.19	16 015	15026
Січ.20	15 775	15718
Лют.20	16 200	15758
Бер.20	14 805	16067
Кві.20	14 275	15184
Гра.20	14 665	14548
Чер.20	15 840	14630
Лип.20	15 225	15477
Сер.20	14 005	15301
Вер.20	13 865	14394
Жов.20	15 430	14024
Лис.20	16 490	15008
Гру.20	17 280	16045

Рисунок 3.7 – Експоненціально-згладжений ряд



Рисунок 3.8 – Графік експоненціально-згладженого ряду

Тепер ми можемо розрахувати значення тренду (рисунок 3.9).

Період	Продажі компаній, грн.	Значення Тренда
Тра.18	13 900	
Чер.18	15 200	
Лип.18	14 870	2209
Сер.18	13 550	1519
Вер.18	12 900	665
Жов.18	14 530	738
Лис.18	14 700	2151
Гру.18	15 900	1770
Січ.19	15 200	2316
Лют.19	14 970	1367
Бер.19	15 440	1329
Кві.19	14 600	1743
Тра.19	13 220	1074
Чер.19	14 990	475
Лип.19	14 980	2183
Сер.19	13 010	1698
Вер.19	13 670	317
Жов.19	14 590	1422
Лис.19	15 335	1963
Гру.19	16 015	2080
Січ.20	15 775	2126
Лют.20	16 200	1608
Бер.20	14 805	1854
Кві.20	14 275	811
Тра.20	14 665	946
Чер.20	15 840	1529
Лип.20	15 225	2225
Сер.20	14 005	1389
Вер.20	13 865	714
Жов.20	15 430	1106
Лис.20	16 490	2288
Гру.20	17 280	2434

Рисунок 3.9 – Отримані значення тренду

Розрахунок коефіцієнту сезонності так само, як і тренду можливий тільки після підрахунку експоненціально-згладженого ряду. Результат коефіцієнту сезонності рисунок 3.10.

Період	Продажі компаній, грн.	Коефіцієнт сезонності
Тра.18	13 900	92,29%
Чер.18	15 200	102,74%
Лип.18	14 870	101,58%
Сер.18	13 550	90,38%
Вер.18	12 900	90,42%
Жов.18	14 530	99,10%
Лис.18	14 700	102,21%
Гру.18	15 900	108,61%
Січ.19	15 200	105,41%
Лют.19	14 970	106,07%
Бер.19	15 440	102,93%
Кві.19	14 600	98,26%
Тра.19	13 220	92,29%
Чер.19	14 990	102,74%
Лип.19	14 980	101,58%
Сер.19	13 010	90,38%
Вер.19	13 670	90,42%
Жов.19	14 590	99,10%
Лис.19	15 335	102,21%
Гру.19	16 015	108,61%
Січ.20	15 775	105,41%
Лют.20	16 200	106,07%
Бер.20	14 805	102,93%
Кві.20	14 275	98,26%
Тра.20	14 665	92,29%
Чер.20	15 840	102,74%
Лип.20	15 225	101,58%
Сер.20	14 005	90,38%
Вер.20	13 865	90,42%
Жов.20	15 430	99,10%
Лис.20	16 490	102,21%
Гру.20	17 280	108,61%

Рисунок 3.10 – Розрахунок коефіцієнту сезонності

Маючи всі необхідні дані можемо зробити розрахунок прогнозування за методом Хольта-Вінтерса на нанести його на загальний графік позначивши отримані дані зеленим кольором (рисунок 3.12 та 3.13).

18420	Січ.21
19360	Лют.21
15293	Бер.21
17370	Кві.21
18560	Тра.21
16117	Чер.21
18382	Лип.21
16842	Сер.21
17767	Вер.21
19300	Жов.21
16642	Лис.21
19842	Гру.21

Рисунок 3.12 – Отримані спрогнозовані дані за методом Хольта-Вінтерса

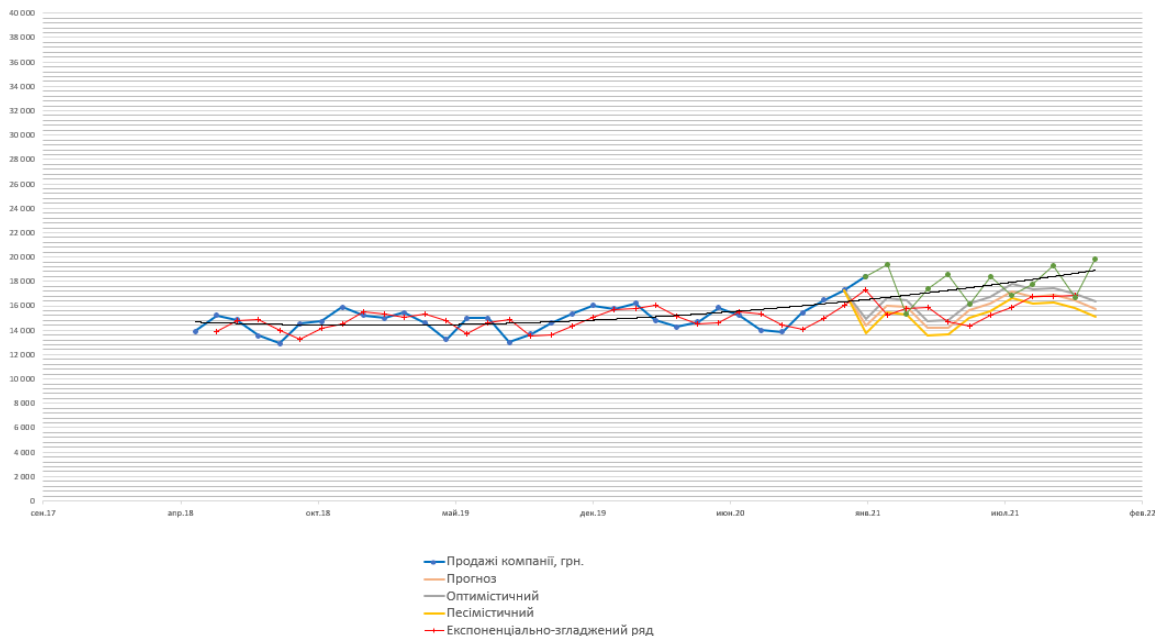


Рисунок 3.13 – Графік з нанесеним прогнозуванням за методом Хольта-Вінтерса

3.5 Висновки

У процесі тестування програми визначте функції, переваги та недоліки мови програмування Java та доцільність використання завдання.

Було розроблено UML-діаграму класів програми. Виходячи з цього, система реалізована програмно. Розроблений програмний додаток був протестований для підтвердження правильності його роботи. Він також порівнює та аналізує створену систему з існуючими аналогами на основі "точності прогнозування".

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Технологічний аудит розробленої системи

Останнім часом в Україні загострилася проблема відкритих даних. Так як наша держава йде до демократії, відкриті дані є одним із головнішим чинником у формуванні повної демократії.

Поняття відкритості даних зазвичай не знайоме, але його активне поширення розпочалося з розвитком інформаційних технологій, особливо Інтернету.

Слід зазначити, що серед багатьох відкритих даних особливу увагу слід приділити відкритим державним даним, які є інструментом оцінки та моніторингу роботи уряду та країни та є частиною моделі електронного урядування.

Ми проведемо технічний огляд нашої розробки, який включає оцінку наукового рівня розробки та виявлення потенційних можливостей для її комерційного використання. Ми будемо використовувати експертні методи для проведення технічних оглядів.

Оцінювання наукового та комерційного потенціалу нашої розробки будемо здійснювати за критеріями, наведеними в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Критерії оцінювання наукового та комерційного потенціалу розробки та їх бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-тері й	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри- тері й	0	1	2	3	4
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років

Продовження таблиці 4.1

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри- тері й	0	1	2	3	4
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу нашої розробки, зробленого запрошеними експертами зведемо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання наукового та комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали експерта		
	Кривогубченко С.Г.	Папінов В.М.	Бойко О,Р.
	Бали, виставлені експертами:		
1	4	3	2
2	4	3	3
3	2	4	3
4	3	4	4
5	3	4	4
6	4	4	3
7	4	3	4

Продовження таблиці 4.2

Критерії	Прізвище, ініціали експерта		
	Кривогубченко С.Г.	Папінов В.М.	Бойко О,Р.
	Бали, виставлені експертами:		
8	3	3	4
9	3	3	4
10	3	3	3
11	4	4	3
12	4	4	3
Сума балів	СБ ₁ = 41	СБ ₂ = 42	СБ ₃ = 40
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_{i=1}^3 СБ_i}{3} = \frac{41 + 42 + 40}{3} = 41$		

Щоб визначити рівень наукового та комерційного потенціалу нашої розробки, скористаємося даними таблиці 4.3, в якій наведено відповідні рекомендації.

Таблиця 4.3 – Рівні наукового та комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 – 10	Низький
11 – 20	Нижче середнього
21 – 30	Середній
31 – 40	Вище середнього
41 – 48	Високий

Оскільки середньоарифметична сума балів, що їх виставили експерти, складає 41 бал, то, керуючись даними таблиці 4.3, можна зробити висновок, що наша розробка має рівень наукового та комерційного потенціалу, який вважається „високим”.

4.2 Розрахунок витрат на виконання даної роботи

Розрахунок витрат на створення аналітичної веб-системи накопичення та аналізу відкритих даних передбачає: розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу роботи; розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи всіма виконавцями; прогнозування загальних витрат на можливе впровадження результатів даної роботи.

Розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу роботи, складається з розрахунку таких статей:

1. Основна заробітна плата розробників (дослідників) Z_o , які працюють в наукових установах бюджетної сфери, розраховується за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ [грн]}, \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника, 3700 грн;

T_p – число робочих днів в місяці, 20 днів;

t – число робочих днів роботи розробника (дослідника).

Зроблені розрахунки зведемо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результати розрахунку витрат на виконання даної роботи

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
1. Студент-магістрант	4000	200	43	8600	
2. Науковий керівник	8000	400	43	17200	
Всього				$Z_o = 25800$	

2. Додаткова заробітна плата Z_d виконавців розраховується як $(10...12)\%$ від величини основної заробітної плати, тобто:

$$Z_d = (0,1...0,12) \cdot Z_o. \quad (4.2)$$

Для даного випадку: $Z_d = 0,12 \times 25800 = 3096$ (грн).

3. Нарахування на заробітну плату $H_{зп}$ фахівців, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

$$H_{зп} = (Z_o + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (4.3)$$

де Z_o – основна заробітна плата фахівців, грн;

Z_d – додаткова заробітна плата фахівців, грн;

β – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, яка дорівнює 22%.

Тоді: $H_{зп} = (25800 + 3096) \times 0,22 = 6357,12 \approx 6357$ (грн).

4. Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень А, які використовувались під час виконання даної роботи.

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування А в цілому можуть бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц}{T_k} \cdot \frac{T_\phi}{12} \text{ [грн]}, \quad (4.4)$$

де $Ц$ – балансова вартість обладнання, грн.;

$T_{\text{фак.}}$ – термін фактичного використання обладнання, приміщень під час розробки, місяців;

$T_{\text{кор.}}$ – термін використання обладнання, років.

T – термін, використання обладнання, приміщень, місяці. $T = 3$ місяці.

Зроблені розрахунки амортизаційних відрахувань зведемо до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунки амортизаційних відрахувань

Найменування	Балансова вартість, грн.	Термін використан-ня, р.	Термін фактичного використан-ня, міс.	Величина амортизацій-них відрахувань, грн.
Ноутбук	11000,0	5	3	336.67
Принтер	3000,0	2	3	250.00
Меблі	15000,0	4	3	625.00
Приміщення	200000,0	20	3	1666.67
Всього				2878.34

5. Витрати на матеріали М, що були використані магістрантом під час виконання даного етапу роботи, розраховуються по кожному виду матеріалів (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Матеріали необхідні для розробки

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Зошит	2	7,5	15
Ручка	2	7,5	15
Олівець	2	5,0	10
Папір (А4)	1	45,0	45
Всього, грн.			85

Для нашого випадку загальні витрати на матеріали та комплектуючі приймемо (за аналогією з іншими розробками) на рівні 85 грн.

6. Затрати на силову електроенергію обчислюються на основі витрат на одиницю товару чи продукції та тарифів на енергію за допомогою наступної формули:

$$B_e = B \cdot П \cdot \Phi \cdot K_{II}, \quad (4.5)$$

де В – вартість 1 кВт електроенергії, 1,83 грн;

П – установлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, Φ = 8·44=352 год.;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності.

Отже, обчислимо витрати на енергію: $B_e = 1,83 \cdot 0,65 \cdot 352 \cdot 0,14 = 58,62$ (грн).

7. Інші витрати $B_{ін}$ можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати фахівців, які виконували дану роботу, тобто: $B_{ін} = 1 \times 25800 = 25800$ (грн).

8. Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати на виконання даного етапу роботи магістрантом – V . Для нашого випадку: $V = 25800 + 3096 + 6357 + 2878,34 + 85 + 58.62 + 8600 = 38\,274$ (грн).

Далі розрахуємо загальні витрати на виконання даної роботи всіма виконавцями. Загальна вартість всієї роботи визначається за $B_{заг}$ формулою:

$$B_{заг} = \frac{V}{\alpha}, \quad (4.6)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відн. одиницях. Для нашого випадку приймемо, що $\alpha = 0,95$. Тоді:

$$B_{заг} = \frac{38274}{0,95} = 40288,42 \text{ (грн.)}$$

Розрахуємо загальні витрати на виконання та можливе впровадження результатів виконаної роботи.

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\beta}, \quad (4.7)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи. Так, якщо розробка знаходиться:

- на стадії науково-дослідних робіт, то $\beta \approx 0,1$;
- на стадії технічного проектування, то $\beta \approx 0,2$;
- на стадії розробки конструкторської документації, то $\beta \approx 0,3$;
- на стадії розробки технологій, то $\beta \approx 0,4$;

- на стадії розробки дослідного зразка, то $\beta \approx 0,5$;
- на стадії розробки промислового зразка, $\beta \approx 0,7$;
- на стадії впровадження, то $\beta \approx 0,8-0.95$.

Для нашого випадку $\beta \approx 0,95$.

Тоді отримаємо:

$$ЗВ = \frac{40288,42}{0,95} = 42408 \text{ (грн) або приблизно } 42 \text{ 000 (грн).}$$

Тобто прогнозовані витрати на виконання та можливе впровадження результатів даної роботи можуть скласти приблизно 42 тис. грн.

4.3 Прогнозування комерційних ефектів від можливої реалізації результатів розробки

Комерційний ефект від можливого впровадження розробленої нами аналітичної веб-системи накопичення та аналізу відкритих даних полягає у тому, що ця система дозволяє значно підвищити рівень доступності даних.

Все це дозволяє реалізовувати нашу розробку на ринку дорожче, ніж аналогічні або подібні за функціями.

Моніторинг ринку показує, що в даний час кількість потенційних користувачів нашої розробки в Україні складає приблизно 2000 шт. (в розрахунку на рік). Реальний попит на розробку може становити 10-20 шт. за рік. Середня ціна подібної розробки, яка виконує аналогічні функції, дорівнює приблизно 60 тис. грн. Але оскільки запропонована нами система має значно кращі технічні параметри та функціональні можливості, то це дозволяє реалізовувати нашу розробку приблизно на 20-30% дорожче, тобто в середньому за 80 тис. грн, або на 20 тис. грн. дорожче. При цьому повинен збільшитися і попит на нашу систему.

Припустимо, що наша розробка буде користуватися підвищеним попитом на ринку протягом 3-років після впровадження.

Результати нашої розробки можуть бути впроваджені вже з 1 січня 2018 року, а її результати будуть виявлятися протягом 2018-го, 2019-го та 2020-го років. Прогноз попиту на розробку складає по роках:

- 1-й рік після впровадження (2018 р.) – приблизно 25 шт.;
- 2-й рік після впровадження (2019 р.) – приблизно 30 шт.;
- 3-й рік після впровадження (2020 р.) – приблизно 20 шт.

На 4-й рік (2021 р) ми не плануємо отримання прибутків, оскільки високою є ймовірність, що будуть розроблені нові, більш ефективні системи подібного типу.

Розрахуємо очікуване збільшення чистого прибутку $\Delta\Pi_i$, що його можна отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів нашої розробки, для кожного із років, починаючи з першого року після впровадження:

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\rho}{100}\right), \quad (4.8)$$

де ΔC_o – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Для нашого випадку $\Delta C_o = 20$ тис. грн;

N – основний кількісний показник, який визначає обсяг діяльності у даному році до впровадження результатів розробки; для нашого випадку $N = 15$ шт.;

ΔN – покращення основного кількісного показника від впровадження результатів розробки; по роках це складає, відповідно:

$$(25 - 15) = 10, (30 - 15) = 15 \text{ та } (20 - 15) = 5 \text{ шт,}$$

C_o – основний оціночний показник, який визначає обсяг діяльності у даному році після впровадження результатів розробки, $C_o = 80$ тис. грн;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість; $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати $\rho = 0,1 \dots 0,3$. $\rho = 0,3$;

υ – ставка податку на прибуток, $\upsilon = 18\%$.

Тоді, збільшення чистого прибутку для потенційного інвестора $\Delta\Pi_1$ протягом першого року від можливої реалізації нашої розробки (2018 р.) складе:

$$\Delta\Pi_1 = [20 \cdot 15 + 80 \cdot 10] \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 225,49 \text{ (тис. грн).}$$

Збільшення чистого прибутку $\Delta\Pi_2$ для потенційного інвестора від можливої реалізації даної розробки протягом другого (2019 р.) року складе:

$$\Delta\Pi_2 = [20 \cdot 15 + 80 \cdot 15] \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 307,49 \text{ (тис. грн).}$$

Збільшення чистого прибутку $\Delta\Pi_3$ для потенційного інвестора протягом третього (2020 р.) року складе:

$$\Delta\Pi_3 = [20 \cdot 15 + 80 \cdot 5] \cdot 0,8333 \cdot 0,3 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 143,49 \text{ (тис. грн).}$$

Розрахуємо теперішню вартість інвестицій PV , що можуть бути вкладені в нашу розробку. Такою вартістю (з врахуванням коригуючих коефіцієнтів) ми можемо вважати величину загальних витрат $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів роботи, розраховану нами раніше за формулою (4.7).

Тобто будемо вважати, що:

$$PV = ЗВ = 42 \text{ (тис. грн).}$$

Далі розрахуємо абсолютний ефект вкладених інвестицій $E_{абс}$. Для цього скористаємося формулою:

$$E_{abc} = \text{ПП} - \text{PV}, \quad (4.9)$$

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків від можливої реалізації результатів розробки, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 42$ тис. грн.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$\text{ПП} = \sum_1^t \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.10)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої роботи, грн;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої наукової роботи, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні. Для України цей показник приймемо на рівні $\tau = 0,1$ (прогноз на 2017 рік);

t – період часу (в роках) від моменту отримання прибутків до точки „0”. Якщо $E_{abc} \leq 0$, то результат від впровадження розробки буде збитковим і вкладати кошти в проведення досліджень ніхто не буде.

Якщо $E_{abc} > 0$, то результат від впровадження розробки може принести прибуток і вкладати кошти в дану розробку в принципі можна.

Далі будемо вісь часу, на яку нанесемо всі платежі (інвестиції та прибутки), що можуть мати місце під час виконання даної роботи та впровадження її результатів.

Рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунку 4.1.

Тоді приведена вартість всіх чистих прибутків ПП від можливої реалізації результатів нашої розробки складе:

$$III = \frac{226}{(1+0,1)^2} + \frac{308}{(1+0,1)^3} + \frac{144}{(1+0,1)^4} = 205.45 + 231 + 98.3 = 534.75 \text{ (тис. грн).}$$

Абсолютний ефект від впровадження результатів нашої розробки протягом 3-х років складе:

$$E_{abc} = 534.75 - 42 = 492.75 \text{ (тис. грн).}$$

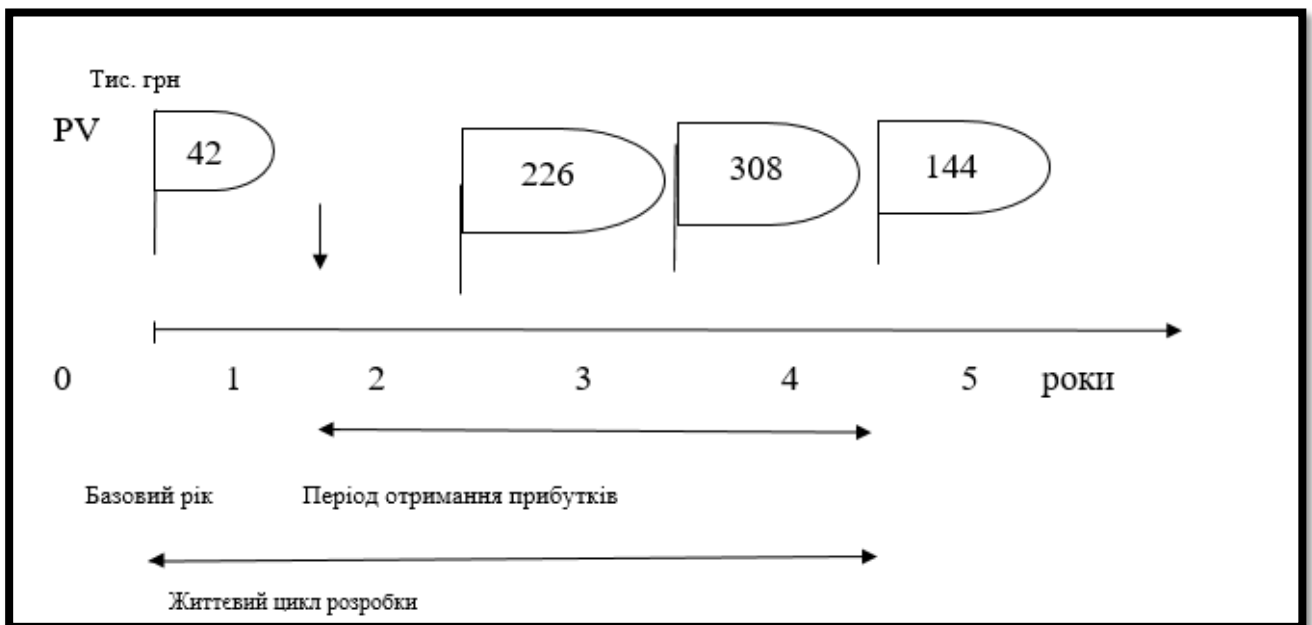


Рисунок 4.1 – Вісь часу з фіксацією платежів (у грн.), що мають місце під час розробки та впровадження результатів нашої роботи

Оскільки $E_{abc} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів нашої розробки може бути доцільним.

Але це не означає, що інвестори будуть зацікавлені у фінансуванні проекту. Він зацікавиться цією роботою лише тоді, коли ефективність інвестицій перевищить певний критичний рівень. Для цього розрахуємо відносну ефективність E_b інвестицій, вкладених у нашу розробку. Для цього скористаємося формулою:

$$E_B = T_{\text{ж}} \sqrt[4]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (4.11)$$

де $E_{\text{абс}}$ – абсолютний ефект вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 42$ тис. грн;

$E_{\text{абс}} = 492,75$ тис. грн;

$T_{\text{ж}}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Для нашого випадку:

$$E_B = \sqrt[4]{1 + \frac{492,75}{42}} - 1 = \sqrt[4]{1 + 11,73} - 1 = \sqrt[4]{12,73} - 1 = 1,88 - 1 \approx 88\%.$$

Далі ми визначимо мінімальну прибутковість, нижче якої не буде вкладено коштів у розробку проекту.

У загальному вигляді мінімальна дохідність або мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.12)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках, в 2017 році в Україні $d = (0,20 \dots 0,30)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05 \dots 0,25)$, але може бути і значно більше.

Для нашого випадку отримаємо: $\tau_{\text{мін}} = 0,25 + 0,2 = 0,45$ або $\tau_{\text{мін}} = 45\%$.

Оскільки величина $E_B = 88\% > \tau_{\text{мін}} = 45\%$, то потенційний інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні нашої розробки. Далі розраховуємо термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_B}. \quad (4.13)$$

Для нашого випадку термін окупності інвестицій $T_{ок}$, складе:

$$T_{ок} = \frac{1}{0,88} \approx 1,13 \text{ років.}$$

Оскільки $T_{ок} < (3...5)$ років, то фінансування нашої розробки в принципі є доцільним.

4.4 Висновки

Згідно з розрахунком економічної частини магістерської кваліфікаційної роботи досягнуті наступні результати:

- витрати на розробку та її впровадження складають 42 000 грн;
- абсолютний ефект розробки складає 492,75 тис. грн за три роки або 1 478 000 грн. щорічно;
- за здійсненими підрахунками було виявлено, що внутрішня норма дохідності була досягнута і складає 88%;
- термін окупності системи, що розробляється складає 1,13 років.

ВИСНОВКИ

У ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи реалізовано систему прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки. Аналіз сучасних програмних моделювань, що використовуються для економічного прогнозування та планових завдань, дає коротку порівняльну характеристику знайдених програмних моделювань. Це дає можливість описати проблеми прогнозу продажів і поставити завдання. Також, було розроблено математичну модель прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки, досліджено методи, які можуть бути використані. Запропоновано використати методу Хольта-Вінтерса, який дає змогу збільшити точність прогнозування обсягів продажу. Результатом проектування є інформаційна система.

Схема алгоритму розробленої програми призначена для вирішення поставленої в технічному завданні задачі. За результатами було створено схему класів UML. Відповідно до математичної моделі, схеми алгоритму та діаграми класів UML, програма реалізована. Інформаційна система, розроблена на мові програмування Java у середовищі Eclipse. В результаті роботи системи було встановлено, що розроблювальний додаток відповідає вимогам. Отже, поставлену задачу вирішено.

Тестування програми пройшло успішно і довело доцільність розробки даної системи. Порівняно з обраним прототипом точність прогнозування більша, що означає досягнення поставленої мети.

Результати виконання магістерської кваліфікаційної роботи повністю відповідають технічному завданню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павленко М. А. Інтелектуальний модуль прогнозування обсягів продажу магазину електроніки / Павленко М. А., Крижановський Є.М. // XLVIII Науково-технічна конференція ф-ту інформ. технологій та комп. інженерії: Тез. доп. – Вінниця, 2019. – с.2 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2019/paper/view/7465/6607>
2. Николаев Л.Н. Таблиці математичної статистики. / Л.Н. Николаев, М.Ю. Сорокин — М.: Наука, 2009. 501 с.
3. Магнус Я.Р. Эконометрика. Почтаковий курс. / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий — М.: Дело, 2008. 476 с.
4. Лігоненко Л.О. Фінанси підприємства: Підручник/Київський національний торговельно-економічний ун-т./ Л.О. Лігоненко, Н.М. Гуляєва, Н.А. Гриню, Г.В. Ситник, Л.М. Докієнко. – К., 2007. – 491 с
5. Амитан В. Н. Экономическая безопасность: концепция и основные модели / В.Н. Амитан // Економічна кібернетика. — 2009. — № 3—4. — С. 13—20.
6. Бочарников В.П. Риски во внешнеэкономической деятельности предприятий / В.П. Бочарников, С.М. Релецкий, К. В. Захаров. — К. : ИНЭКС, 1997. — 170 с.
7. Бідюк П.І. Аналіз та моделювання економічних процесів перехідного періоду./ П. І. Бідюк, О. В. Половцев — Київ: НТУУ «КПІ», 1999. — 230 с.
8. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования / Ю. П. Лукашин — М.: Финансы и статистика, 2003. — 414 с.
9. Андрейченко А.В Аналіз ринкової кон'юнктури : навч. посіб. / А. В. Андрейченко – Одеса : ОНЕУ, 2014. – 345 с
10. Липа В.В. Тестування програм/В.В. Липа. - М.: Радіо і зв'язок, 1986. - 437 с

11. Брауде Е. Технологія розробки програмного забезпечення/ Е. Брауде — Спб.: ПІТЕР, 2004. — 655 с.
12. Клебанова Т. С. Прогнозування соціально-економічних процесів : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.030502 "Економічна кібернетика" денної форми навчання / Т. С. Клебанова, В. А. Курзенев, В. М. Наумов та ін. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 656 с.
13. Ярема С.М. Навч. посіб./ С.М. Ярема, О.М. Гавва – К.: УН-Т «Україна», НУХТ, 2007. – 635с
14. Novo Forecast Enterprise – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://novoforecast.com/>
15. Novo Forecast - новая программа для прогнозирования – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://4analytics.ua/novo-forecast/novo-forecast-novaya-programma-dlya-prognozirovaniya.html>
16. Прогнозирование продаж товаров Forecast Expert Sales System – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.benchmarking.ru/forecast.htm>
17. Forecast NOW – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://fnow.ru/>
18. Forecast Pro Software | Accurate Demand Forecasts – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.forecastpro.com/?gclid=EA1aIQobChMIvcSLtu3P4gIVyhsYCh2XUAKOEAAAYASAAEgLr4fD_BwE
19. Java основні відомості [Електронний ресурс] – режим доступа: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Java>
20. Порівняння мов програмування [Електронний ресурс] – режим доступа: https://ua.wikipedia.org/wiki/Порівняння_мов_програмування
21. Васильев А. Н. Java. «Об’єктно-орієнтоване програмування». / А. Н. Васильев — К.: 2013. – 325с
22. Eclipse основні відомості [Електронний ресурс] – режим доступа: [https://ua.wikipedia.org/wiki/Eclipse_\(середа_розробки\)](https://ua.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(середа_розробки))
23. Шилдт Герберт «Java: The Complete Reference, Eleventh Edition 11th Edition»/ Герберт Шилдт — К.: 2018. – 459с

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних систем і автоматики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри САІТ

_____ д.т.н., проф. В.Б. Мокін

(підпис)

“ ___ ” _____ 2020

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

«СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДАЖ В МАГАЗИНІ ЕЛЕКТРОНІКИ»

08–53.МКР.006.02.00.ТЗ

Керівник магістерської кваліфікацій-
ної роботи

к.т.н., доц.

_____ Є. М. Крижановський

(підпис)

“ ___ ” _____ 2020 р.

Розробив студент гр. 2ІСТ-19м

_____ М.А. Павленко

(підпис)

“ ___ ” _____ 2020 р.

Вінниця 2020

1. Підстава для проведення робіт

Підставою для виконання роботи є наказ № __ по ВНТУ від «__» _____ 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № __ засідання кафедри САІТ від «__» _____ 2020 р.

2. Джерела розробки:

1. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 260 с.
2. Моделювання бізнес-процесів та управління ІТ-проектами. – Електронний навчальний посібник / Є. М. Крижановський, А.Р. Ящолт, С.О. Жуков, О. М. Козачко – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 91 с

3. Мета і призначення роботи

Розробка інформаційної системи прогнозування продаж в магазині електроніки.

4. Вихідні дані для проведення робіт:

– дані продаж в магазині електроніки за останні 3 роки;

5. Методи дослідження:

- Методи об'єктно-орієнтовного програмування;
- Моделі прогнозування часових рядів.

6. Етапи роботи і терміни їх виконання

- a) Огляд літератури..... __. – __
- b) Аналіз методів розрахунку __ – __
- c) Розробка інформаційної системи прогнозування продаж в магазині електроніки __ – __
- d) Тестування розробленої інформаційної системи. __ – __

7. Очікувані результати та порядок реалізації

Отримання інформаційної системи для прогнозування продаж в магазині електроніки.

8. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка оформлена у відповідності до вимог «Методичних вказівок до виконання та оформлення магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності 126 – «Інформаційні системи та технології» денної форми навчання».

9. Порядок приймання роботи

Публічний захист..... __. __. 2020 р.

Початок розробки «__» _____ 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР «__» _____ 2020 р.

Розробив студент групи 2ІСТ-19м _____ Павленко М. А.

Додаток Б
Інструкція користувача

Після запуску програми відкривається вікно початкової активності (рисунок Б.1). Аби почати роботу програми необхідно обрати товар та проміжок часу, та натиснути кнопку «Спрогнозувати».

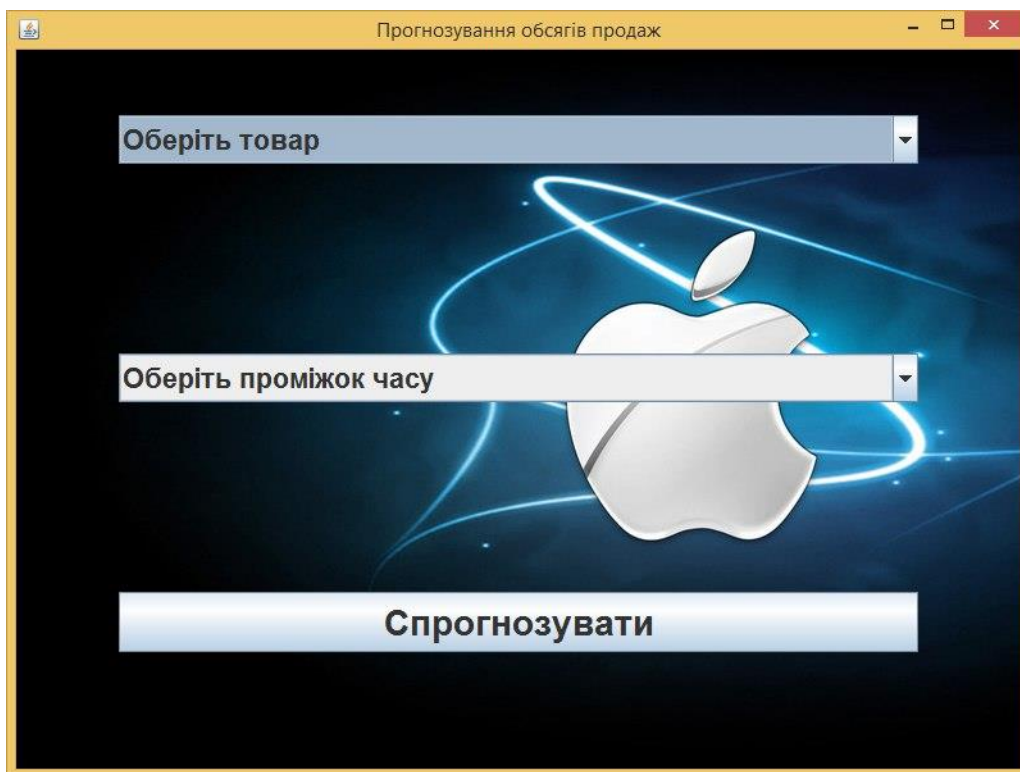


Рисунок Б.1 – Початкова активність

Після цього на екрані з'явиться діалогове вікно з прогнозованим результатом (рисунок Б.2).

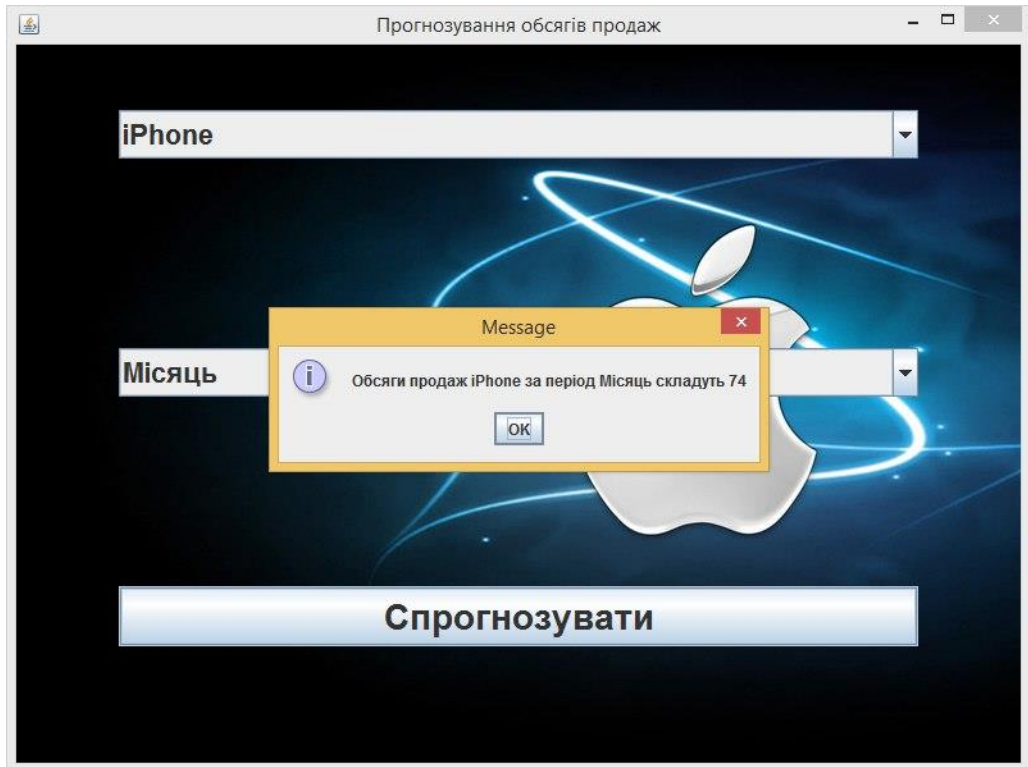


Рисунок Б.2 – Виведення результату прогнозування

Додаток В

Фрагмент лістингу програми

Клас Main

```
package bApple;
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
    }
}
```

Клас MainGUI

```
package bApple;
import java.awt.Color;
import java.awt.Dimension;
import java.awt.Font;
import java.awt.GridBagConstraints;
import java.awt.GridBagLayout;
import java.awt.Insets;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.util.Random;

import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JComboBox;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JOptionPane;
import javax.swing.JPasswordField;
import javax.swing.JTextField;
```

```
//import duplRozpizn.MainGUI;

public class MainGUI {
    public static ImageIcon image;
    public static JFrame frame;
    public static JLabel label;
    public static JComboBox comboBox, comboBox1;
    public static int globb;

    public JTextField textFi;
    public JPasswordField pf;

    // this.EXIT_ON_CLOSE;
    MainGUI() {

    }

    public void stvor() {

    }

    public static void shov() {

    }

    public class Listener implements ActionListener {
```

Клас Main

```
package bApple;
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
    }
}
```

Класс MainGUI

```
package bApple;
import java.awt.Color;
import java.awt.Dimension;
import java.awt.Font;
import java.awt.GridBagConstraints;
import java.awt.GridBagLayout;
import java.awt.Insets;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.util.Random;
import javax.swing.ImageIcon;
import javax.swing.JButton;
import javax.swing.JComboBox;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JLabel;
import javax.swing.JOptionPane;
import javax.swing.JPasswordField;
import javax.swing.JTextField;
//import duplRozpizn.MainGUI;

public class MainGUI {
    public static ImageIcon image;
    public static JFrame frame;
```



```
public static JLabel label;
public static JComboBox comboBox, comboBox1;
public static int globb;
public JTextField textFi;
public JPasswordField pf;

// this.EXIT_ON_CLOSE;
MainGUI() {
}
public void stvor() {
}
public static void shov() {
}
public class Listener implements ActionListener {
```

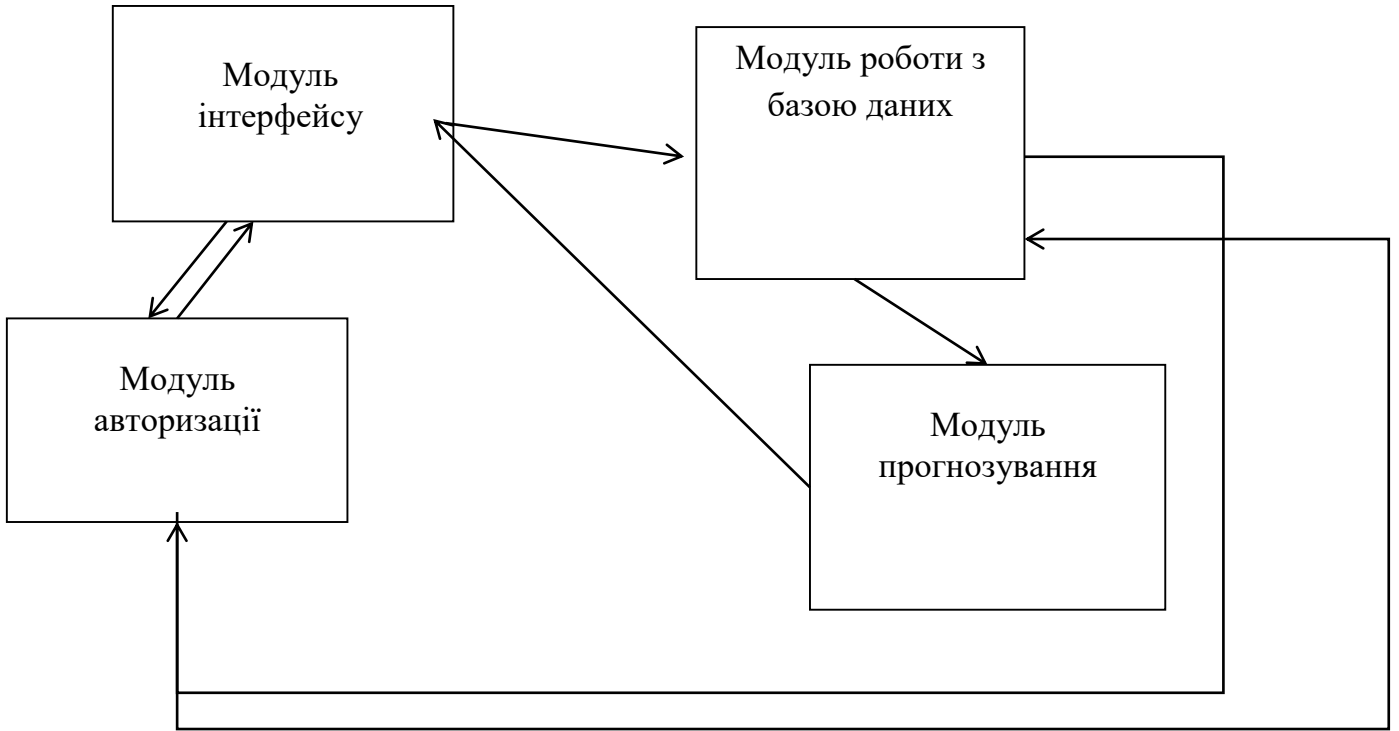
Клас Main

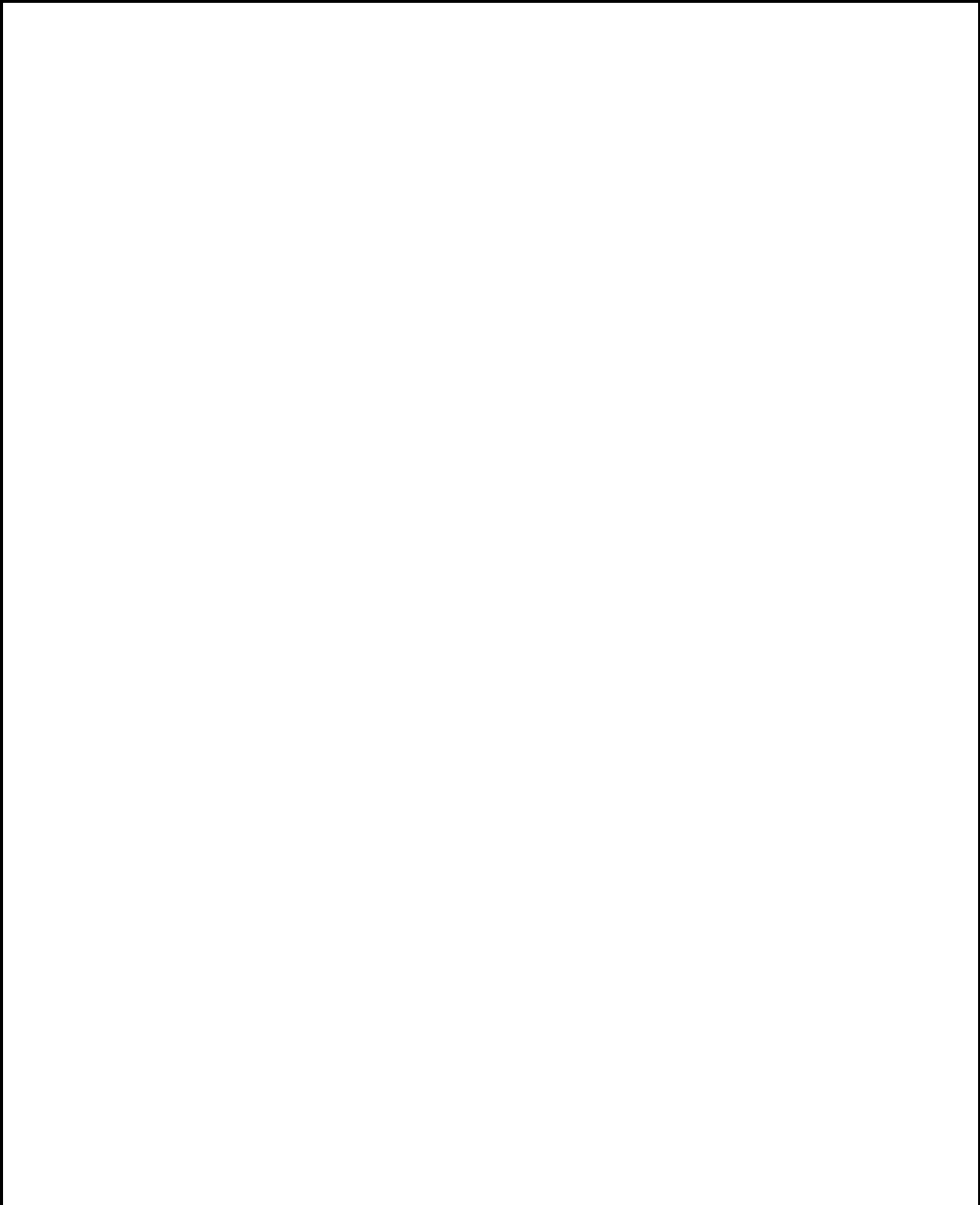
```
package bApple;
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
```

Додаток Г

Графічна частина

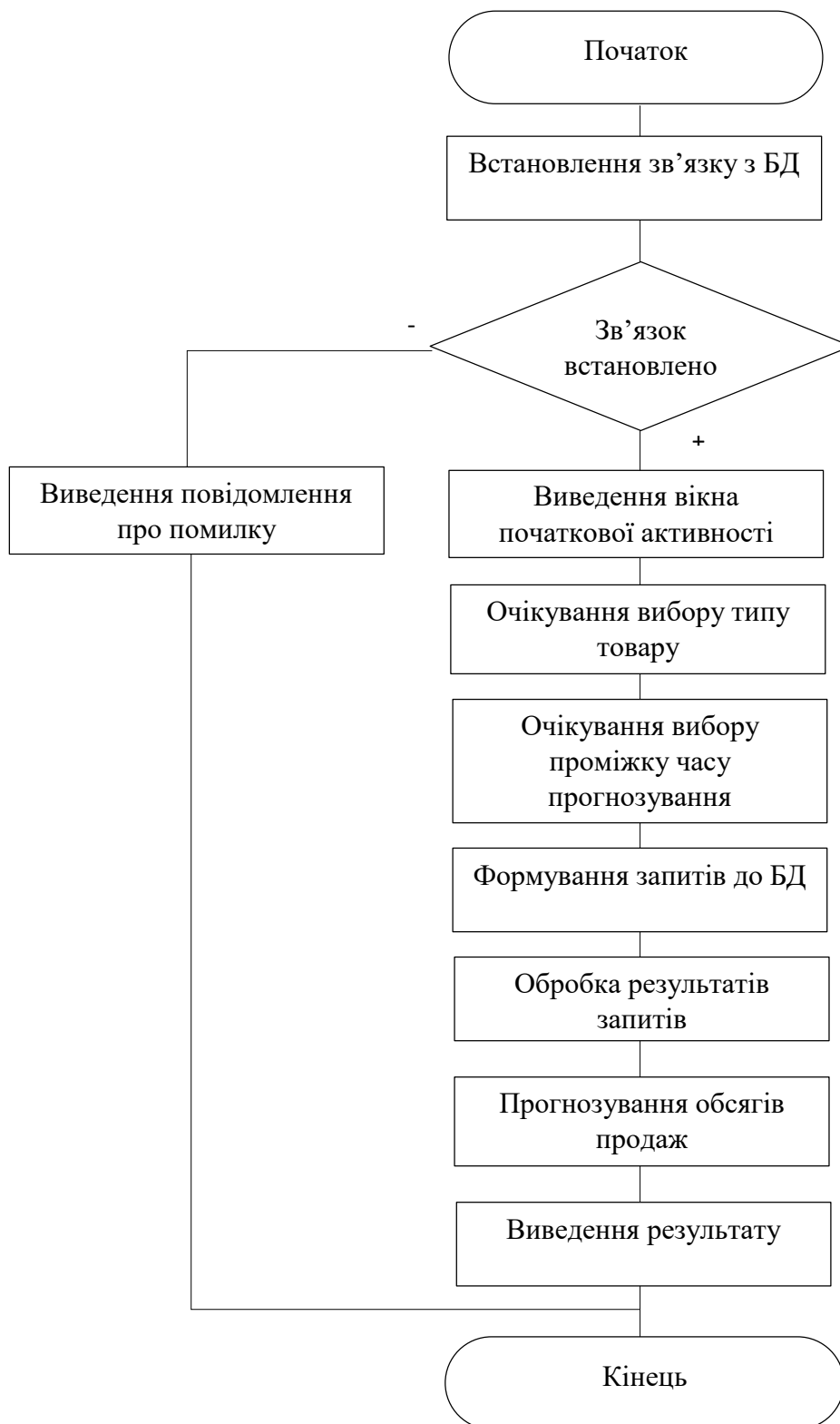
Загальна структурна схема програмного модуля

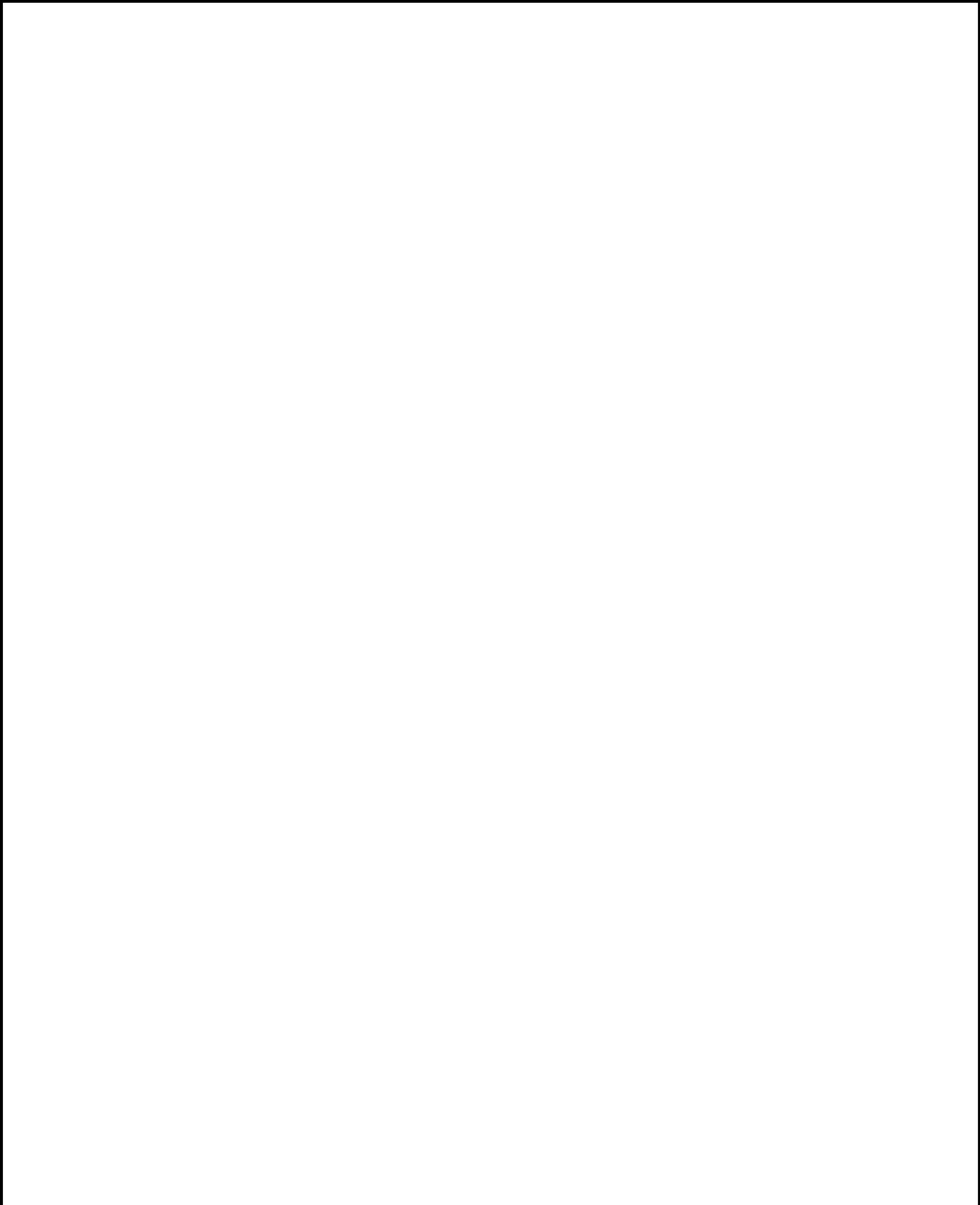




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірів		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А						
					Аркуш (1)	Аркушів (8)		
Н. Контр.		Жуков С.О.			Загальна структурна схема програмного модуля			
Зав. каф.		Мокін В.Б.			2ІСТ-19м			

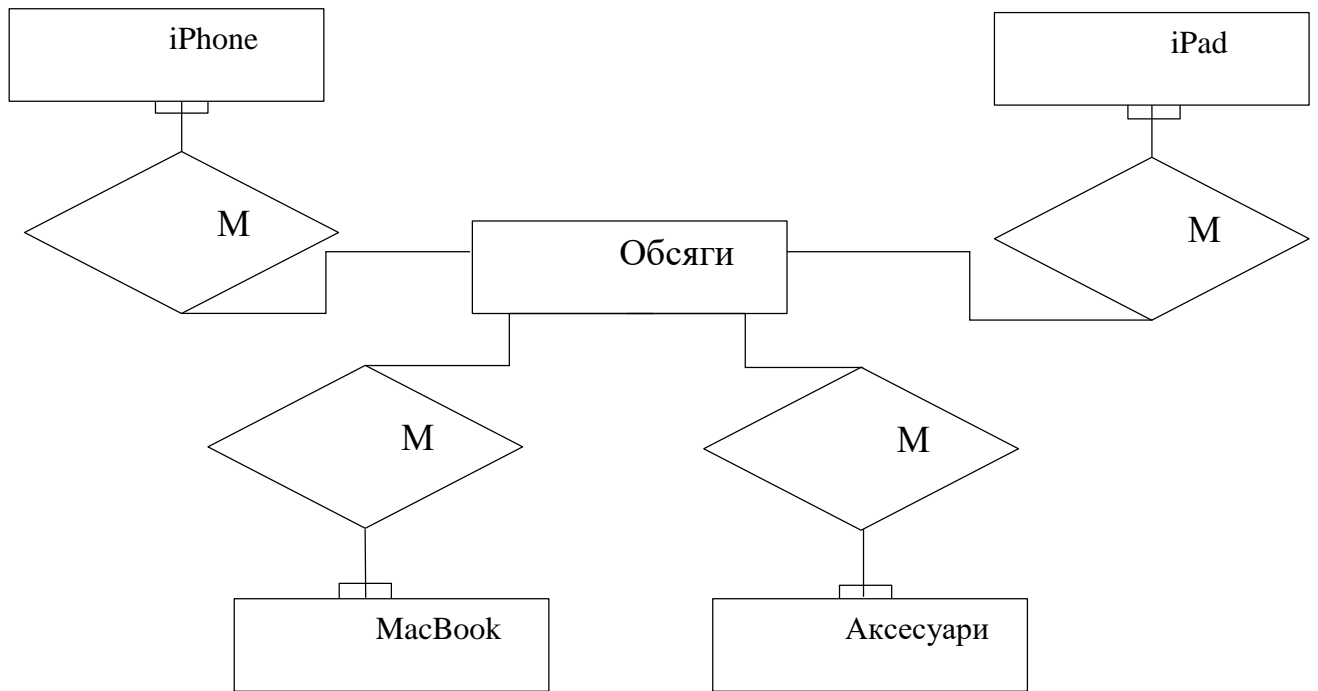
Схема загального алгоритму функціонування системи

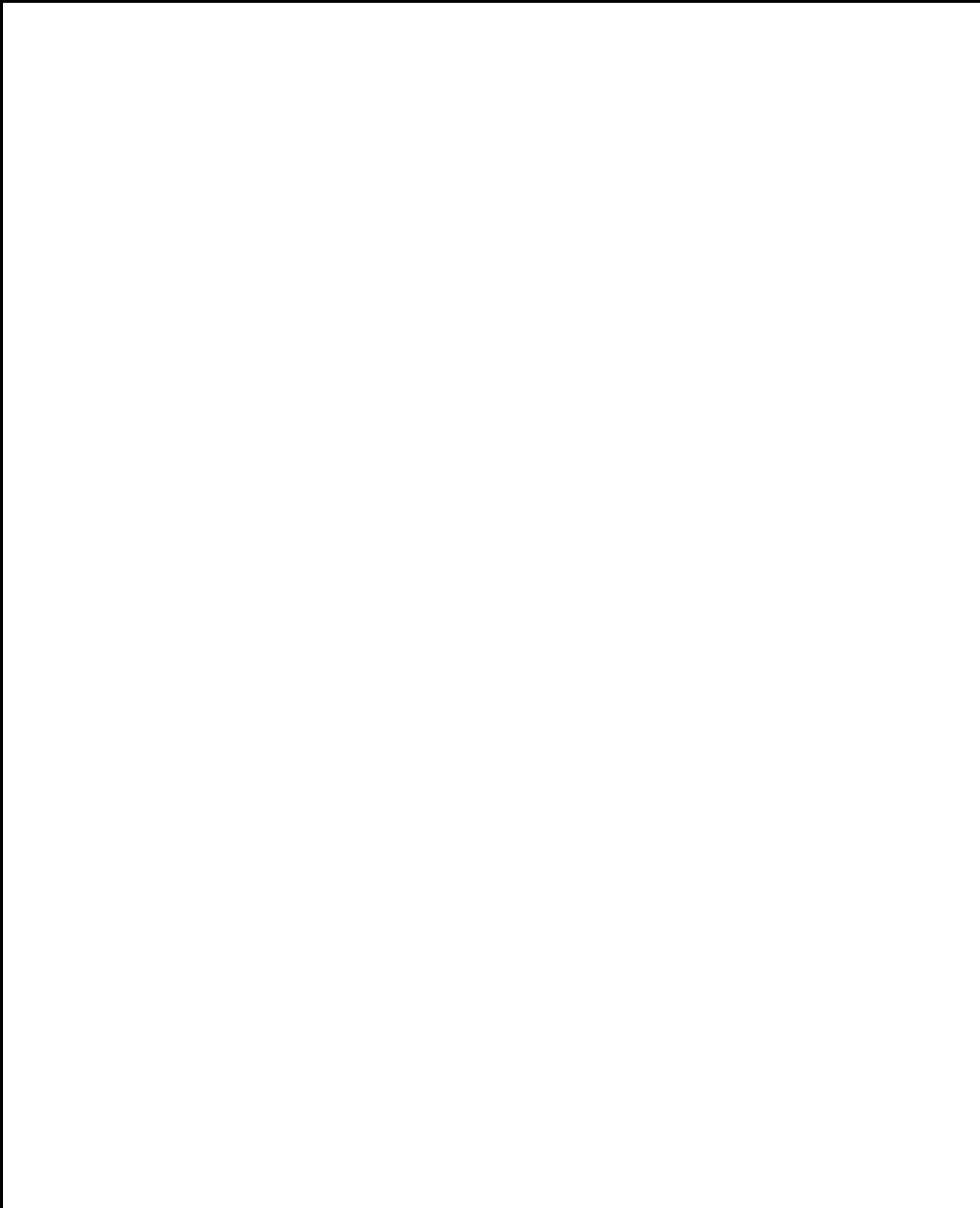




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірив		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А						
					Аркуш (2)	Аркушів (8)		
Н. Контр.		Жуков С.О.			Схема загального алгоритму функціонування системи			
Зав. каф.		Мокін В.Б.			2ІСТ-19М			

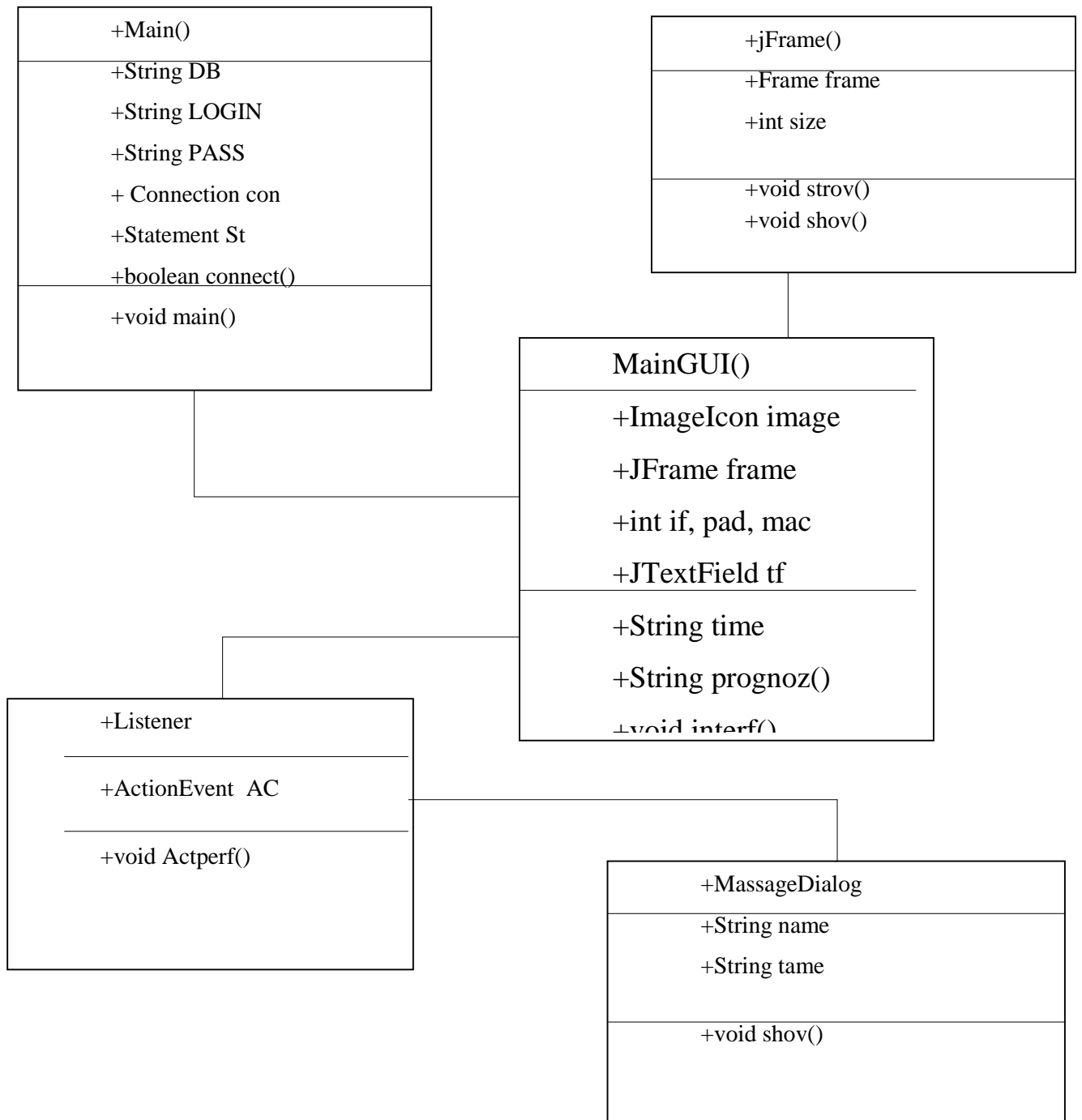
ER-модель предметної області

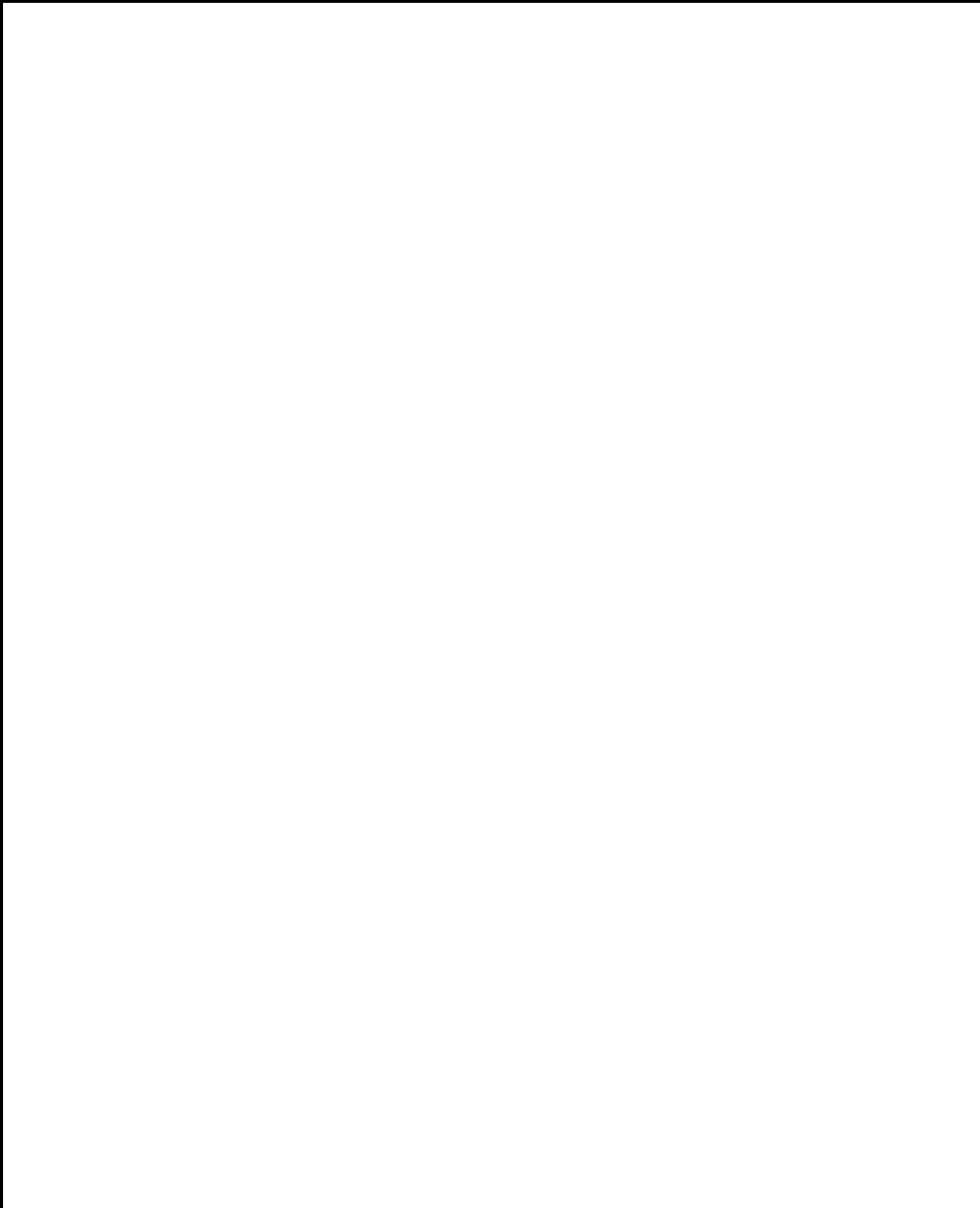




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірів		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А				Аркуш (3)	Аркушів (8)	
Н. Контр.		Жуков С.О.			ER-модель предметної області		2ІСТ-19м	
Зав. каф.		Мокін В.Б.						

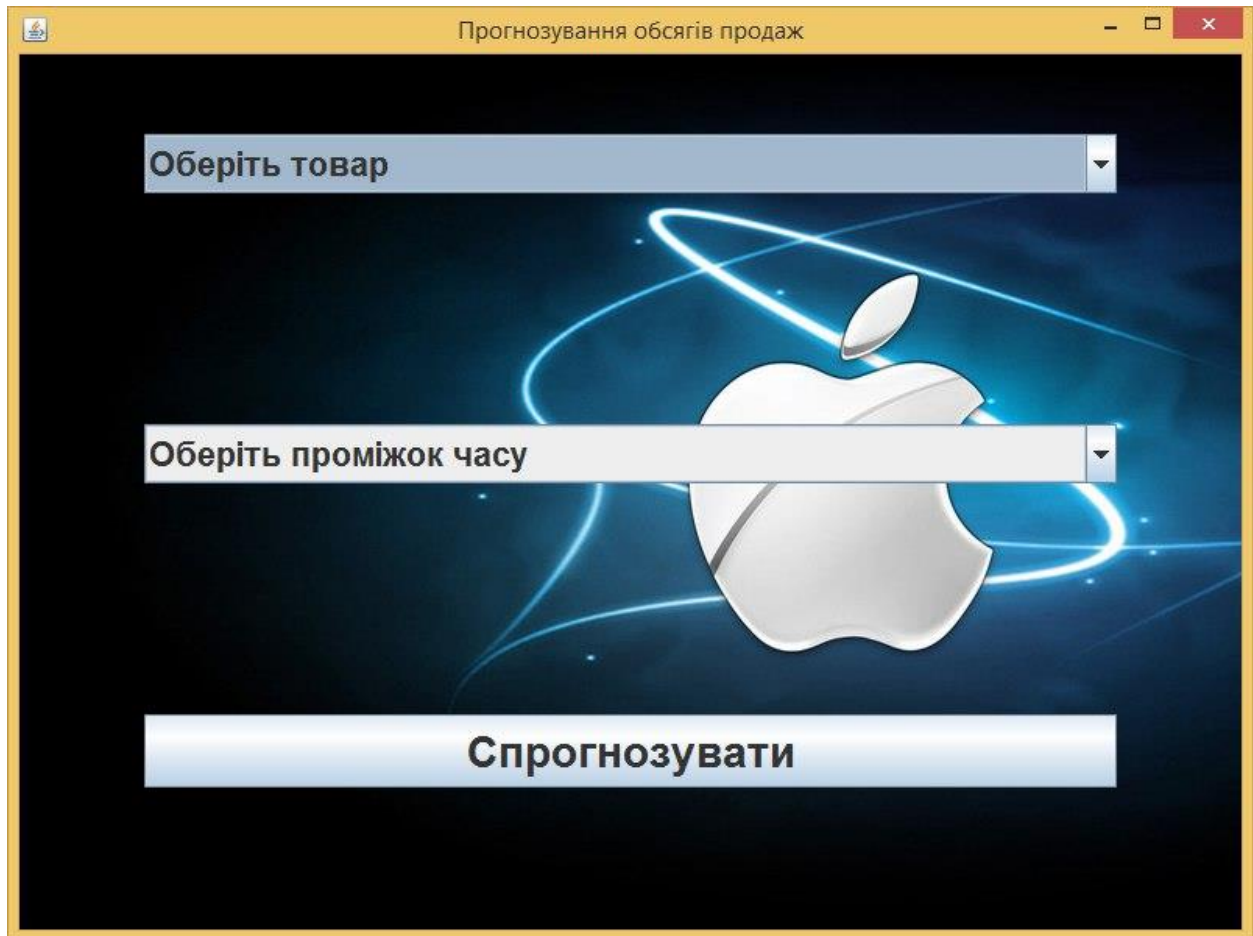
Загальна UML-діаграма класів

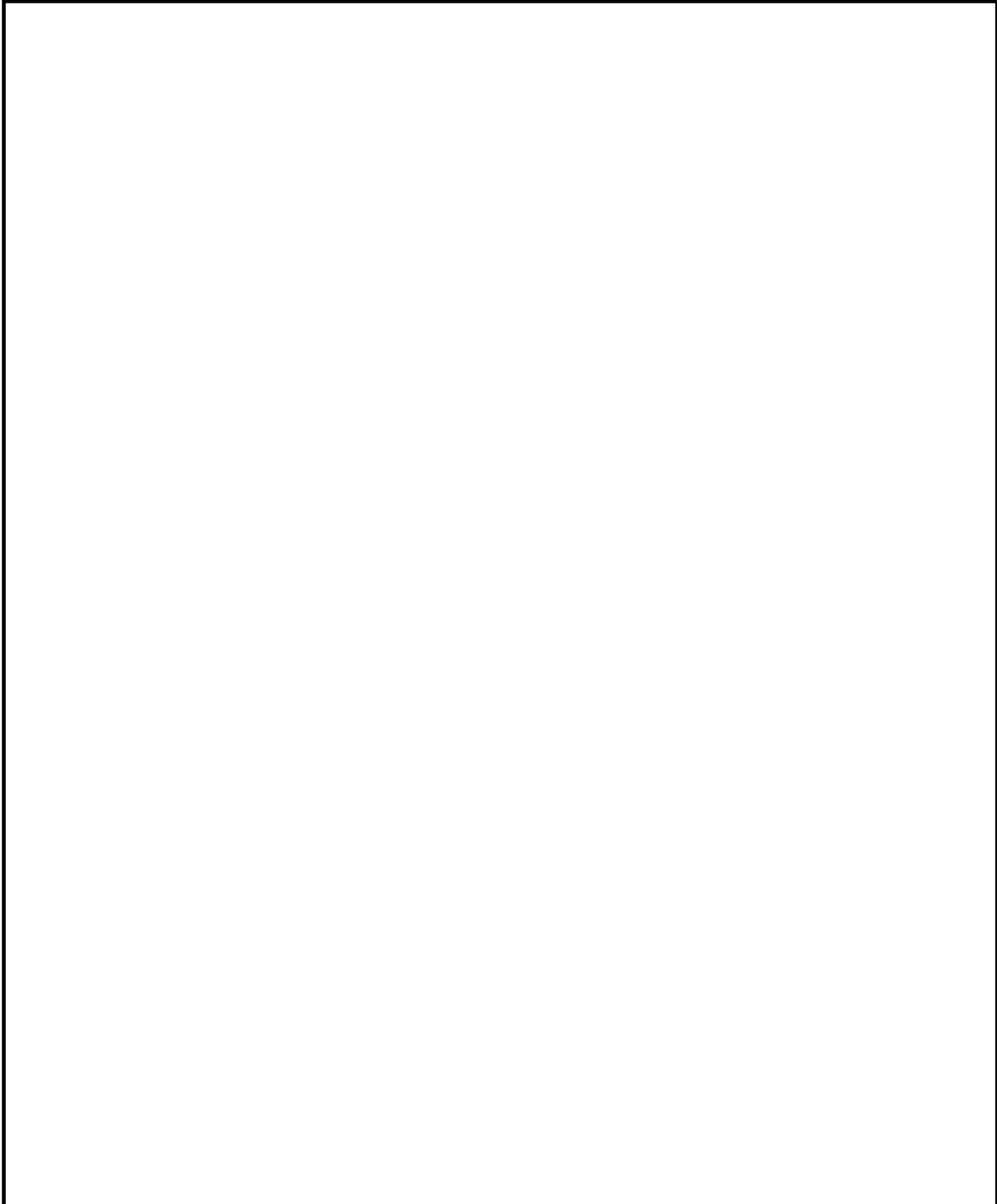




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірив		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А			Аркуш (4)	Аркушів (8)		
					Загальна UML-діаграма класів	2ІСТ-19м		
Н. Контр.		Жуков С.О.						
Зав. каф.		Мокін В.Б.						

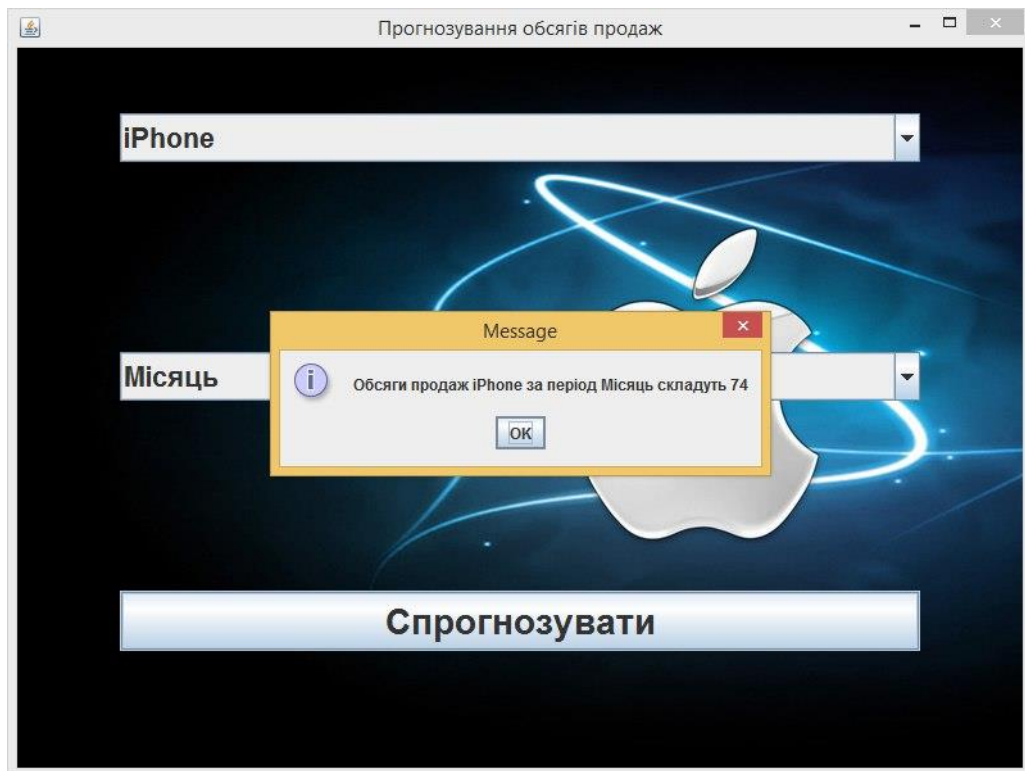
Вікно початкової активності

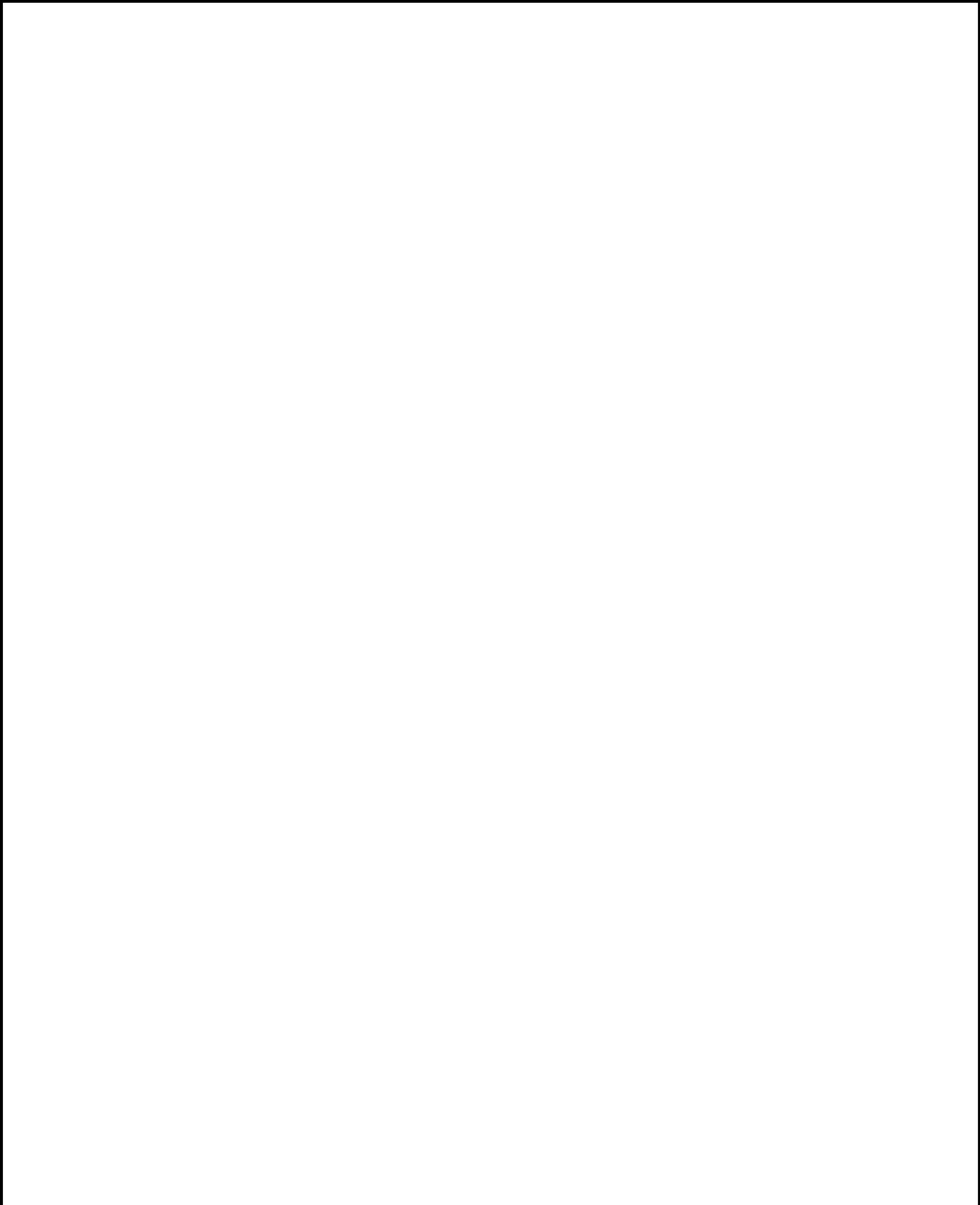




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірив		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А				Аркуш (5)	Аркушів (8)	
					Вікно початкової активності	2ІСТ-19м		
Н. Контр.		Жуков С.О.						
Зав. каф.		Мокін В.Б.						

Результат тестування програми

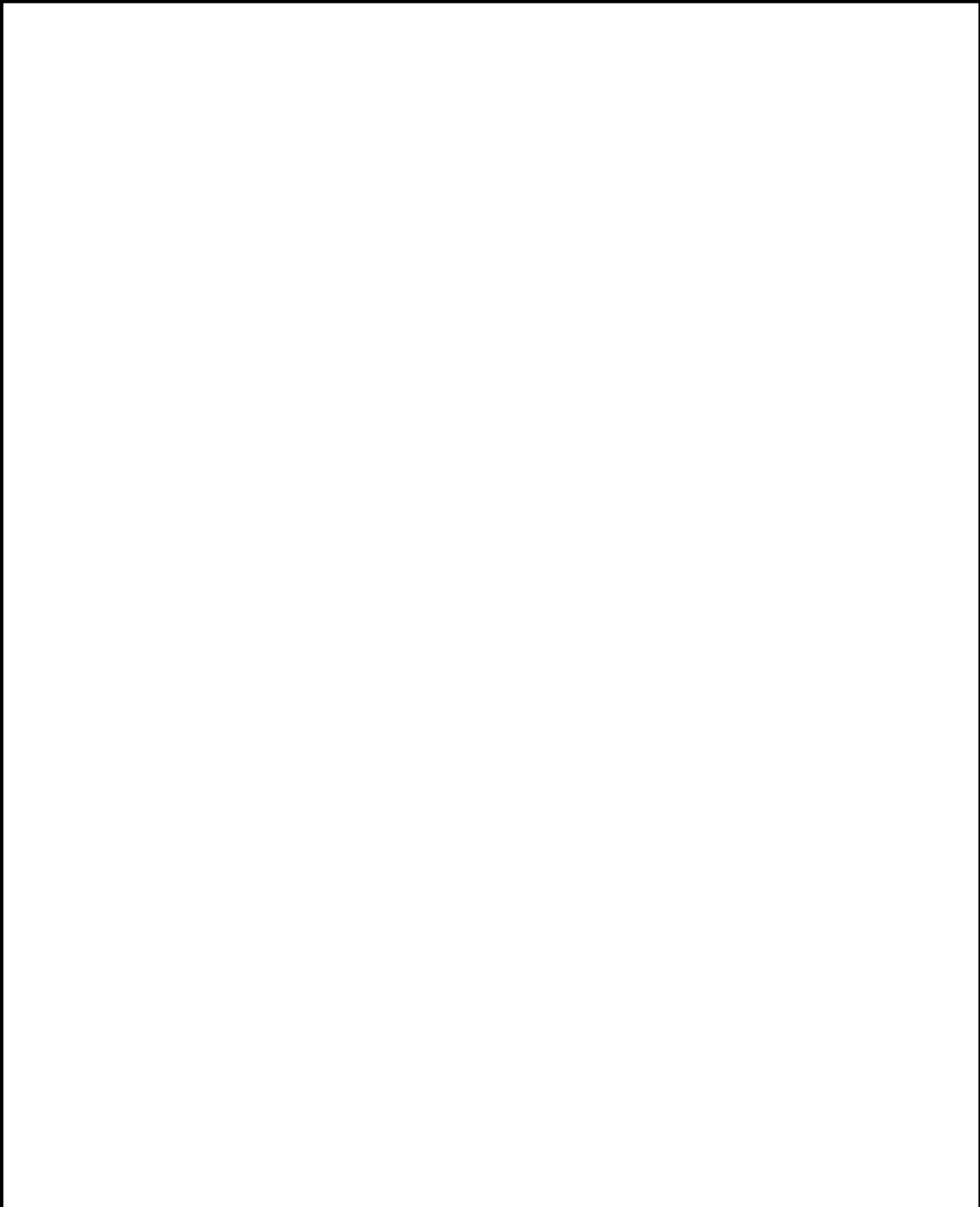




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірив		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А				Аркуш (6)	Аркушів (8)	
Н. Контр.		Жуков С.О.			Результат тестування програми			2ІСТ-19м
Зав. каф.		Мокін В.Б.						

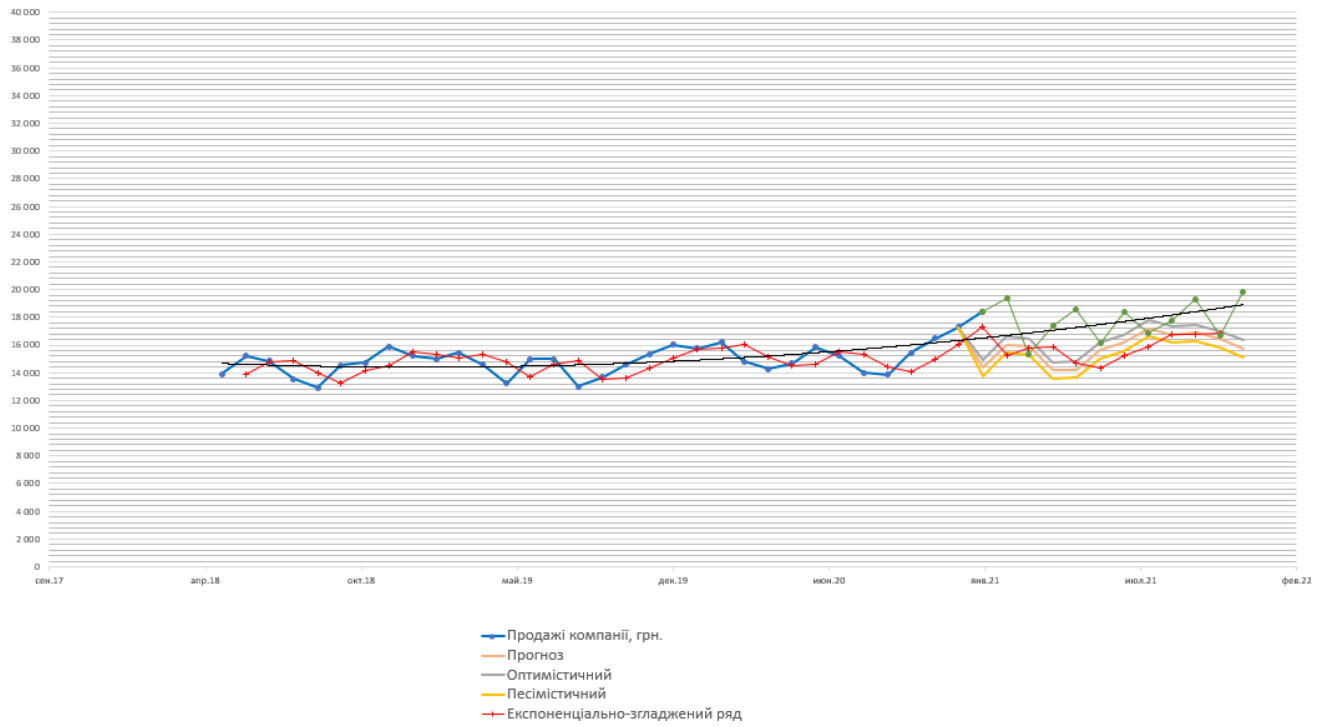
Графік експоненціально-згладженого ряду

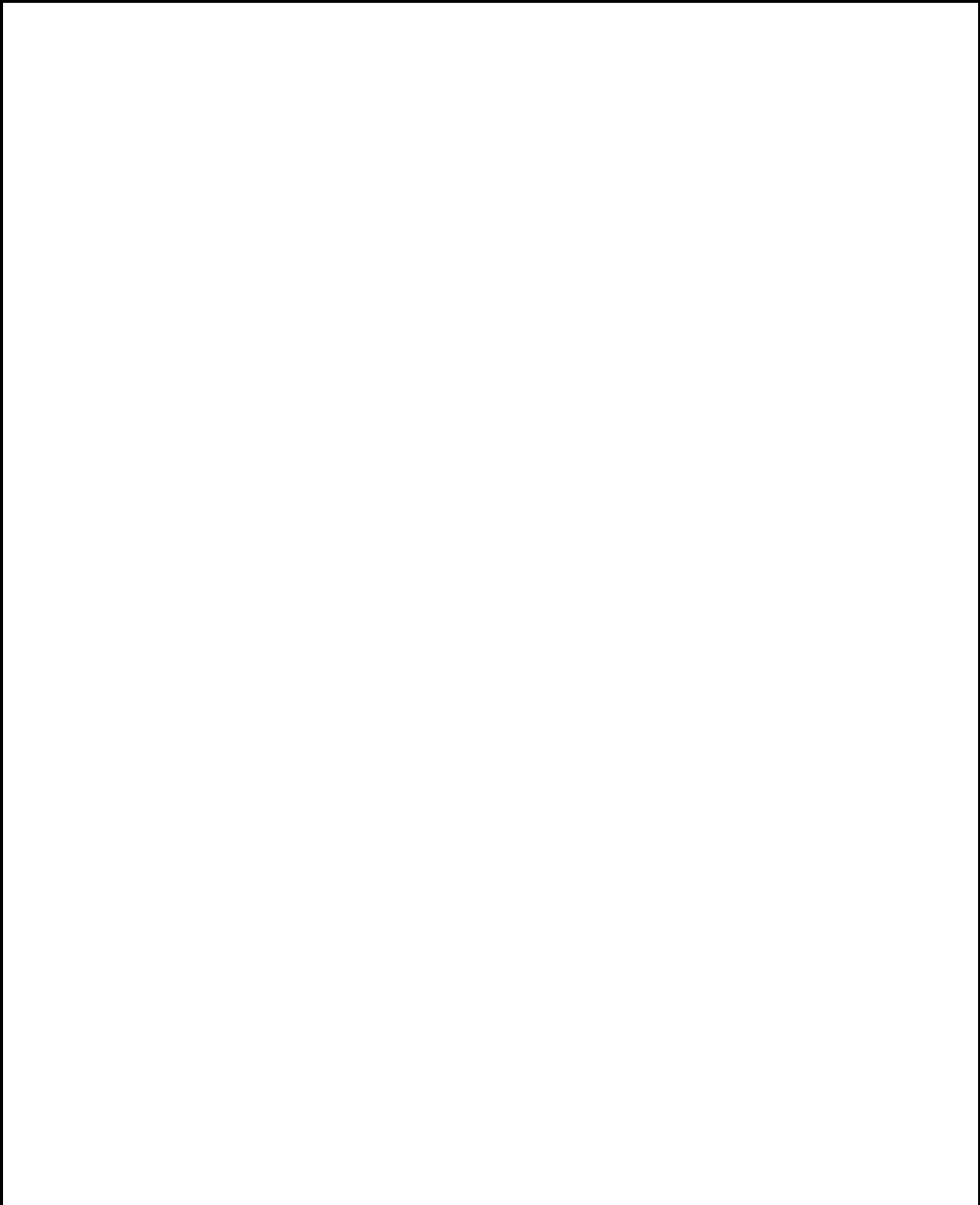




					08-53.МКР.006.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірив		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А			Аркуш (7)	Аркушів (8)		
					Графік експоненціально- згладженого ряду		2ІСТ-19м	
Н. Контр.		Жуков С.О.						
Зав. каф.		Мокін В.Б.						

Графік прогнозування за методом Хольта-Вінтерса





					08-53.МКР.008.02.00.ПЛ			
					Система прогнозування продаж в магазині електроніки	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				1 : 1
Розробив		Павленко М.А.						
Перевірив		Крижановський Є.М						
Рецензент		Паламарчук Є.А				Аркуш (8)	Аркушів (8)	
Н. Контр.		Жуков С.О.			Графік прогнозування за методом Хольта-Вінтерса			
Зав. каф.		Мокін В.Б.			2ІСТ-19м			