

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук  
(повна назва)

Кафедра Штучного інтелекту  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Система прогнозування бізнес-процесів  
(тема)

Виконав:  
студент 2 курсу, групи СШМ-19-1  
Яковлєв Я.В.  
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки  
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми Освітньо-наукова  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системи штучного інтелекту  
(повна назва спеціалізації)

Керівник проф. д.т.н. Терзіян В.Я.  
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

В.О. Філатов  
(прізвище, ініціали)

2021 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Комп'ютерних наук \_\_\_\_\_  
(повна назва)  
Кафедра \_\_\_\_\_ Штучного інтелекту \_\_\_\_\_  
(повна назва)  
Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 122 Комп'ютерні науки \_\_\_\_\_  
(код і повна назва)  
Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-наукова \_\_\_\_\_  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Системи штучного інтелекту (СШІ) \_\_\_\_\_  
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові \_\_\_\_\_ Яковлеву Ярославу Володимировичу \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_ Система прогнозування бізнес-процесів \_\_\_\_\_

затверджена наказом університету від 29 квітня 2021 р. № 390Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 19 травня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації, дані Інтернет-джерел та відомих наукових проектів щодо розробки та дослідження тематичного моделювання корпусів текстів, Python documentation

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі \_\_\_\_\_

1) Аналіз предметної галузі

2) Теоретичні дослідження

3) Експериментальне моделювання та навчання моделі

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

---



---



---



---



---



---



---



---



---

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1 )

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломну роботу	29.03.21	виконано
2	Аналіз предметної галузі і постановка завдання	30.03.2021-31.03.2021	виконано
3	Теоретичні дослідження	31.03.2021-05.04.2021	виконано
4	Експериментальне моделювання та навчання моделі	05.04.2021-10.04.2021	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	10.04.2021-18.04.2021	виконано
6	Оформлення графічних матеріалів	18.04.2021-20.04.2021	виконано
7	Попередній захист		
8	Захист перед ЕК		

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(посада, прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 72с.,25 рис., 3 табл., 18 джерел.

СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ, РЕКУРЕНТНІ НЕЙРОНІ МЕРЕЖІ,  
НЕЙРОНИ, ЧАСОВІ РЯДИ, БІЛІНІЙНА МОДЕЛЬ.

Об'єкт дослідження — системи прогнозування.

Предмет дослідження — система прогнозування кількості відвідувачів ресторану.

Мета роботи — аналіз та застосування методів прогнозування кількості відвідувачів ресторану для систем прогнозування.

Методи розробки базуються на мові програмування Python і бібліотеці Pandas для обробки і аналізу даних. .

В результаті роботи розглянуто існуючі моделі передбачування, сформульовано задачу передбачування, розроблено програмний додаток для вирішення задачі передбачити загальну кількість відвідувачів ресторану на майбутні дати, досліджено вплив параметрів моделі на якість отриманих результатів.

## РЕФЕРАТ

дипломная работа содержит 72с., 25 рис., 3 табл., 18 источников.

СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, НЕЙРОНЫ, ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ, БИЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ.

Объект исследования — системы прогнозирования.

Предмет исследования — система прогнозирования количества посетителей ресторана.

Цель работы — анализ и применение методов прогнозирования количества посетителей ресторана для систем прогнозирования.

Методы разработки базируются на языке программирования python и библиотеке pandas для обработки и анализа данных. .

В результате работы рассмотрены существующие модели предсказуемости, сформирована задачи предсказуемости, разработаны программное приложение для решения задачи предусмотреть общую количество посетителей ресторана на будущие даты, исследованы влияние параметров модели на качество полученный результатов.

## **ABSTRACT**

The diploma of the robot to revenge 72 pages, 25 figures, 3 tables, 18 dzherel.

FORECASTING SYSTEMS, RECURRENT NEURAL NETWORKS, NEURONS, TIME SERIES, BILINEAR MODEL.

The object of research is forecasting systems.

The subject of research is the system of forecasting the number of restaurant visitors.

The purpose of the work is to analyze and apply methods of forecasting the number of restaurant visitors for forecasting systems.

Development methods are based on the Python programming language and the Pandas library for data processing and analysis. .

As a result, the existing prediction models are considered, the prediction problem is formulated, a software application is developed to solve the problem of predicting the total number of restaurant visitors for future dates, the influence of model parameters on the quality of the obtained results is investigated.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз предметної галузі.....	7
1.1 Загальна характеристика планування та прогнозування.....	7
1.2 Особливості прогнозування в ресторанному бізнесі.....	14
1.3 Застосування інформаційних технологій в бізнес прогнозуванні...	18
2 Аналіз сучасного стану в області систем прогнозування.....	25
2.1 Аналіз ринку.....	25
2.2 Прогнозування часових рядів із допомогою.....	27
2.3 Прогнозування часових рядів із застосуванням нейронних мереж	30
3 Аналіз та застосування методів побудови систем передбачування.....	34
3.1 Опис використаних даних для аналізу та обробки.....	34
3.2 Дослідницький аналіз даних.....	37
3.3 Висновки досліджень.....	53
3.4 Пропонуємо програмне рішення.....	54
Висновок.....	60
Перелік джерел посилання.....	61
Додаток А Програмний код.....	63

## ВСТУП

Протягом останніх декількох років галузь громадського харчування впевнено зростала, однак події попереднього року, завдали їй істотної шкоди.

На основі історичних даних про кількість щоденних відвідувачів була створена математична модель, яка може точно прогнозувати майбутнє за допомогою лише однієї характеристики, що не вимагає більших затрат на збір даних. Це вигідно виділяє дану модель серед інших для незалежних ресторанів, які, ймовірно, не мають складних механізмів збору даних.

Автоматично змінюванні моделі відображають, як умога більше закономірностей у даних. Моделі передбачають постійну дисперсію даних, тому вони не можуть передбачувати великі відхилення даних. Однак довірчі інтервали відображають можливість більших відкриттів, тому є можливість коригувати свої прогнози.

Був створений програмний додаток, який можна запустити з командної строки, щоб отримати прогноз для ресторану з набору даних. Графічний прогноз зберігається в папках прогнозів / цифр, а файл CSV з прогнозованими значеннями зберігається в папках прогнозів / звітів. Сценарій може бути запущений з двома вхідними даними: ідентифікатор ресторану у якості ресторану та кількість днів для прогнозування  $n$ .

Отримані дані щодо передбачувана кількості відвідувачів ресторану для кращого сприйняття були візуалізовані у якості наочного графіку.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ

## 1.1 Загальна характеристика планування та прогнозування

В умовах розвитку ринкових відносин в економіці, коли відсутня в повному обсязі необхідна інформація про попит на послуги, коли неможливо передбачити поведінку не тільки конкурентів, а й партнерів, коли необхідно приймати рішення, що забезпечують не стільки розвиток, скільки виживання підприємства (фірми), особливо гостро постає потреба в знанні методів прогнозування.

Планування – це розробка методу для створення або виконання чогонебудь для досягнення мети. Планування являє собою орієнтований на майбутнє, який здійснюється на основі систематичної підготовки регулярно повторюваний процес переробки інформації та прийняття рішень, який проводиться як на рівні системи (підприємства) в цілому, так і її окремих елементів (структурних підрозділів, функціональних підсистем, окремих працівників). Результатом планування є план або система планів.

Мета планування – досягнення цілей підприємства. Завдання планування: узгодженість досягнення цілей і дій працівників, відділів різних рівнів управління; своєчасне (раннє) виявлення і попередження проблем; координація приватних планів і їх взаємозв'язок зі стратегією; підготовка прийняття рішень; визначення основних показників та точок контролю; інформування співробітників про цілі, альтернативи, терміни і обмеження; мотивація співробітників. [3]

Прогнозування – це метод, в якому використовується як накопичений в минулому досвід, так і поточні припущення стосовно майбутнього з ціллю його визначення. Якщо прогнозування виконано якісно, результатом стане картина майбутнього, яку можна використовувати як основу для планування.[7]

Методом прогнозування і планування називають сукупність аналітичних і обчислювальних прийомів, за допомогою яких складається прогноз або план. Різновиди прогнозів представлено у таблиці 1.3. [9]

Методи отримання прогнозів і складання планів різноманітні. Конкретні методи визначаються характером вихідної інформації, вимог до точності прогнозів або планів, що накладаються обмеженнями і т.д.

Для вибору методу планування (прогнозування) необхідно, по-перше, чітко уявляти поставлену задачу, тобто аналізовану ситуацію і призначення підсумкового плану або прогнозу, а, по-друге, знати основні характеристики методів планування (прогнозування), які можуть бути використані.

Таблиця 1.1 – Різновиди прогнозів

Вид прогнозу	Характеристика
Економічні прогнози	носять переважно загальний характер, служать для опису стану економіки в цілому, підприємства, фірми, компанії або по конкретним видам продукції (послуг)
Прогнози розвитку технології	спрямовані на оцінку перспектив розвитку технологій
Прогнози стану ринку	використовувані для аналізу динаміки зміни попиту на продукцію (послуги), а також динаміки зміни доходів юридичних і фізичних осіб, які формують попит в різних сегментах ринку
Соціальне прогнозування	що відбиває мотивацію і ставлення людей до різних суспільних явищ.

Існує дуже велика кількість різноманітних методів складання прогнозу, з яких кожен окремо взятий фахівець в тій чи іншій галузі, що

займається прогнозуванням на базі історичних даних, може вибрати найбільш підходящий метод для конкретної. Правильний вибір методу складання прогнозу – запорука отримання повноцінної інформації для прийняття управлінських рішень. деякі найбільш відомі методи прогнозування.

Методи прогнозування – це сукупність різних способів вивчення об'єкта прогнозу для сформування певного поняття. [6]

Для переважної більшості методів основні характеристики пов'язані прямо-пропорційною – чим більше вартість методу, тим вище його точність і навпаки, чим нижче точність, тим менше і витрати на планування (прогнозування).

Звідси можна зробити висновок, про те, що дві основні характеристики методу в кожному випадку практичного застосування повинні бути адекватні вимогам конкретної ситуації. Оскільки планування і прогнозування використовується для розробки і прийняття управлінських рішень, необхідно брати до уваги ціну рішень, для прийняття яких використовується план (прогноз). Під ціною рішень розуміються економічні наслідки (прибуток або збиток) від прийняття вірного або, відповідно, помилкового рішення. Ціну рішення доцільно оцінювати не в абсолютних, а у відносних значеннях – наприклад, коефіцієнт рентабельності і т.п.

Таким чином, вартість методу прогнозування повинна бути адекватна вартості рішення, прийнятого на підставі цього прогнозу. Збільшення вартості при використанні більш точних методів прогнозування не повинно перевищувати економічний ефект від прийняття більш точного рішення.

Більш точні і, отже, більш «дорогі» методи, повинні використовуватися для дослідження тих ситуацій, коли ціна рішень, прийнятих на їх основі велика. Навпаки, для прийняття рішень, що не роблять істотного впливу на результати діяльності підприємства, доцільно використовувати прості і недорогі методи. Очевидно, що існує прямий взаємозв'язок між масштабами підприємства та використовуваними ними

методами планування (прогнозування). Чим більше підприємство, тим більше ціна управлінських рішень і, відповідно, тим більше «дорогі» методи повинні бути використані. Однаково помилковим є підхід, коли для прийняття рішень ціною в сотні мільйонів рублів використовуються найпростіші прогнози-екстраполяції, що не враховують навіть сезонного фактора, і коли для складання прогнозу продажів скромною торгової точки проводиться повномасштабне маркетингове дослідження з побудовою складним багатовимірних моделей.

На жаль, дотримання цього правила не завжди можливо, оскільки нерідко виникає проблема, відома як «парадокс вимірювання». Її можна сформулювати наступним чином – «чим точніше ми хочемо виміряти будь-яку величину, тим точніше ми повинні знати її значення ще до вимірювання». Тобто не завжди можна до складання плану і, тим більше, прогнозу, оцінити ціну управлінських рішень, які потрібно приймати в майбутньому. В результаті, ми не можемо знати, яку точність прогнозу або плану буде досить для прийняття рішення. У такій ситуації можна порекомендувати, спочатку завжди робити оціночні

Важливу роль в цьому може відіграти типове уявлення про об'єкт прогнозування. Об'єктом прогнозування частіше за все являються сукупність ОВС і зовнішнього середовища. Прогнозування орієнтовано на дослідження розвитку зовнішнього середовища ОВС, розглядає бізнес або його елемент як деяку цілісність, носить системний характер. Результат же прогнозування може носити тільки якісний характер.

Найбільш поширеною постановкою завдання прогнозування є прогнозування часових рядів, тобто функції, визначеної на осі часу. В останні два десятиліття були розроблені багато методів прогнозування, які показали свою досить високу ефективність. На сьогодні існує чимало ефективних методів прогнозування пов'язаних з потужним математичним апаратом. До таких, зокрема, відносяться прогнозування на основі білінійної моделі, авторегресійний аналіз різних типів, прогнозування на

основі методів Монте-Карло, методи на основі побудови експертних оцінок (рекурсивні стратегії). Незважаючи на наявність наведеного спектра методів і алгоритмів багато проблем в задачах прогнозування ще далекі від свого вирішення. Одна з найважливіших в ряду таких проблем – підвищення якості прогнозування характеристик систем, що описуються часовими рядами.

Різниця між плануванням і прогнозуванням і, відповідно, між планом і прогнозом полягає в тому, що прогнозування є пасивним пророкуванням (наприклад, прогнозом інфляції, курсу валюти та ін.), А планування – це формулювання намірів, яке передбачає свідоме прояв вольових зусиль і включає в себе прийняття рішень. Планування встановлює те, що повинно бути зроблено.

Значення стратегічне додає до визначення значення важливе. На відміну від довгострокового прогнозування стратегічне планування – це розробка комплексу заходів та програм, які повинні бути реалізовані вже зараз (протягом року), і не є синонімами. Стосовно до управління бізнесом стратегічне планування має ознаки представлені на рисунку 1.1:

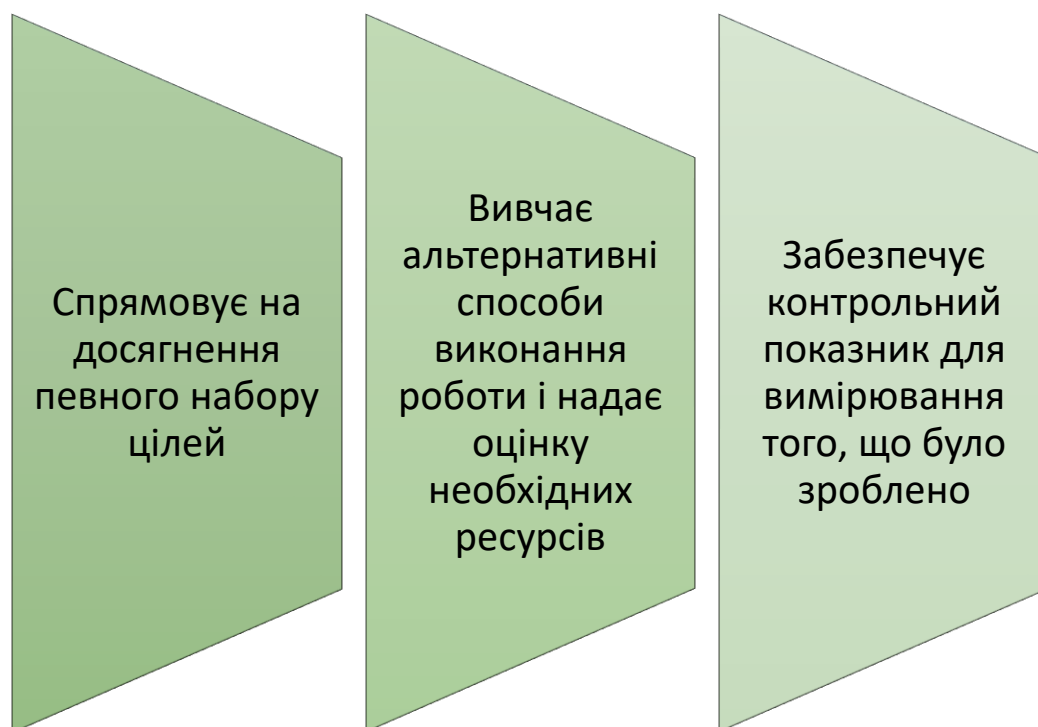


Рисунок 1.1 – Ознаки стратегічного планування

Методологія планування – це сукупність принципів, підходів, способів організації і методів планування для ефективного вирішення проблем. Вона визначається розумінням шляхів, засобів і можливостей для досягнення поставлених цілей.

Об'єкт планування – процес планування в різних соціально-економічних системах (корпораціях, підприємствах, структурних ланках).

Предмет планування – сама діяльність і відносини між об'єктами планування і зовнішнім середовищем.

Підходи до організації процесу планування в ієрархічних системах управління: зверху вниз, знизу вгору і зустрічне планування (поєднання першого і другого підходів). Типів планування існує велика кількість

Іноді не існує конкретного методу для постановки прогнозу, особливо для цілих соціальних і економічних систем. У таких випадках суб'єкт пробує кілька методів. У таблиці 1.2 представлено типи планування. [3], [8], [11]

Таблиця 1.2 – Класифікація типів планування за ознаками

Ознака	Типи	Означення
За ступенем обов'язковості виконання	Директивне; індикативне	обов'язкове для виконання; що рекомендує, направляє
По горизонту планування	довгострокове середньострокове і короткострокове планування	більше 3 років, 1-3 літні плани до 1 року;
За типом рішень	стратегічне тактичне оперативне планування	загальні, операційні календарне;
За ступенем повторюваності	Систематична  одноразова	Заплановане за заздалегідь; зазвичай за певних обставин

Продовження таблиці 1.2

по об'єкту	корпоративне планування бізнес- планування планування діяльності функціональних підрозділів планування діяльності структурних відділів планування діяльності окремих співробітників	в цілому по підприємству за напрямом діяльності- бізнесу, за типовими проектами збут, маркетинг, фінанси планування цехів, дільниць робочих місць
за ступенем охоплення об'єкта	загальне часткове планування	по підприємству по відділах
по предмету	залежно від наявних структур в компанії	планування виробництва, маркетингу, збуту, персоналу, фінансів, НДДКР та інші
за ступенем адаптації	жорстке гнучке	
з тимчасового ознакою	послідовне, синхронне, ковзне позачергове планування	наступний план після завершення попереднього наступний план після завершення частини попереднього плану в міру необхідності
за ступенем деталізації:	агреговане (загальне) і детальне планування	Загальне по підприємству, фірмі; Окремо по кожній структурв
по орієнтації ідей планування	Реактивне; інактивні; проактивне; інтерактивне планування	по минулого періоду; на основі сформованого тренду; з урахуванням збільшення від бажаного майбутнього

## 1.2 Особливості прогнозування в ресторанному бізнесі

Організаційний каркас будь-якої підприємницької структури формується прогнозуванні результатів здійснюваної діяльності і способів їх досягнення. Прогнозування в сфері ресторанної справи спирається на попередні дослідження і фактичні дані.

Для того щоб організація громадського харчування працювала ефективно, необхідно постійно збирати і аналізувати інформацію, пов'язану з галуззю, конкуренцією та іншими факторами. При цьому сучасний постіндустріальний ринок творить сприятливу «атмосферу» для побудови прогнозу і встановлення планових орієнтирів в сервісному секторі [].

Кожен суб'єкт підприємницької ініціативи в ринковому середовищі, націлений на отримання прибутку, повинен мати продуманий і всебічно обґрунтований (за допомогою прогнозу) план, структуровані глобальні цілі (т.н. стратегію) і завдання їх досягнення (т. е. тактику) сфери підприємницької активності, обґрунтування мети, засобів, інструментарію, організаційно-технологічних процесів і збуту сервісного продукту. Наявність детально продуманого плану дає можливість стимулювати ресторанний бізнес, залучати зовнішній капітал, розширювати коло партнерів і ресурсів. Поряд з цим план діяльності виступає інструкцією, що визначає порядок дій: він виконує своєчасний контроль концептуального напрямку розвитку підприємства ресторанного сервісу, корекцію цілей, оптимізацію процесу управління бізнесом відповідно до прогнозних (очікуваними) результатами діяльності.

По ходу реалізації запланованих заходів та зміни зовнішнього і внутрішнього середовища в план можуть вноситися поправки.

Як можна помітити, відповідна стратегія обслуговування зачіпає 3 головних компонента будь-якого підприємництва у сфері обслуговування:

- потреби клієнтів;
- здатність компанії задовольнити ці

- потреби;
- довгострокова прибутковість компанії.

Специфічною стороною управління підприємством ресторанного бізнесу є схильність впливу з боку факторів споживчого попиту, а саме, доходів населення і споживчих переваг. Крім того, індустрія громадського харчування вимагає наявності розвиненої інфраструктури, що включає в себе сукупність виробників промислових і продовольчих товарів, способи їх доставки і т. д.

Стає очевидним, що складові ресторанного сервісу – це потреби, які задовольняються з його допомогою. Таким чином, ефективність ведення ресторанного бізнесу багато в чому буде визначатися потребами клієнтів переважно локального ринку. З метою виявлення цих потреб як основи подальшого планування діяльності підприємства ресторанного сервісу можуть застосовуватися методи соціологічних і маркетингових досліджень, серед яких найбільш доступними є інструменти анкетування та опитування.

Дуже важливо не тільки провести анкетування або опитування, але і застосувати методики, що дозволяють проаналізувати результати для подальшого планування і прогнозування. Розрахунок вибіркової сукупності дозволить максимально математично конкретизувати отримані в ході анкетування або опитування дані.

Слід враховувати і таку особливість діяльності підприємств ресторанного бізнесу, що в умовах економічного спаду люди починають економити на послуги, т. е. в умовах обмежених в коштах споживач відмовиться від харчування в кафе або ресторані на користь домашньої їжі.

Таким чином, формуючи прогноз щодо попиту для підприємства ресторанного бізнесу, не менше ніж дослідження потреб важливо враховувати купівельну спроможність локального споживача.

В даному випадку при прогнозуванні попиту використовується метод з розрахунком коефіцієнта еластичності. Залежність попиту на продукцію і послуги підприємства харчування від рівня цін, грошових доходів

населення або інших факторів може бути виявлена на основі вивчення еластичності попиту.

Під еластичністю попиту розуміється його здатність змінюватися під впливом факторів. Зміна попиту, т. е. його еластичність, може бути кількісно виражено шляхом обчислення коефіцієнта еластичності, який являє собою відношення порівняльного зміни попиту на продукцію громадського харчування до порівняльного зміни визначального фактора.

Разом з тим галузева специфіка підприємств ресторанного бізнесу вимагає доповнення планування і прогнозування та іншими методами.

Прогнозування прибутку підприємств громадського харчування з урахуванням особливостей їх господарювання відображає метод прямого розрахунку. На першому етапі прогнозується рівень торговельних надбавок, потім розраховується націнка на продукцію власного виробництва і покупні товари з урахуванням собівартості і норми рентабельності.

На другому етапі, знаючи структуру витрачається сировини за видами продуктів, норми надбавок і націнок по кожному видом сировини розраховується сума надбавок і націнок. Загальна сума валового доходу визначається підсумовуванням надбавок, націнок по всіх товарних групах. Рівень валового доходу буде дорівнює відношенню суми валового доходу до загального обсягу валового товарообігу в продажних цінах.

Таким чином, галузеві особливості громадського харчування диктують необхідність певних підходів до планування. Йдеться в першу чергу про домінування фінансових показників в плануванні над натуральними, включення в систему планування не тільки виробничих, а й фінансових ресурсів, також вільно обертаються на ринку, як і інші ресурси, і, нарешті, про необхідність внутрішнього планування діяльності з урахуванням поточних і стратегічних цілей. В умовах економічної самостійності, динамічного розвитку економіки постійно наростаючою конкурентної боротьби ніхто, крім самих фірм (в особі їх керівництва або власників), не зробить цього: ніхто не спустить «згори» план, який приведе

до бажаного фінансового результату. та й ніхто, крім самих керівників і власників, які не зможе скласти такий план.

В результаті, в подібних умовах система внутрішньо фірмового планування підприємства ресторанного бізнесу, не прив'язана до цього бюджетування, не дозволяє керівникам чітко ставити кін

Конкретні цілі перед своїми підрозділами (перш за все, в фінансових термінах), вибудувати стратегію бізнесу на основі зростання його капіталізації і т. п.

Дуже часто неправильно обрані критерії оцінки досягнутих господарських результатів, і, отже, невірно збудовані цільові показники плану.

Наявність добре розробленого плану дозволяє активно розвивати підприємництво не тільки в секторі громадського харчування, залучати інвесторів, партнерів і кредитні ресурси. Одночасно план є керівництвом до дії і виконання.

Він використовується для перевірки ідей, цілей, для підвищення ефективності управління підприємством і прогнозування результатів діяльності. По мірі реалізації і зміни обставин план може уточнюватися шляхом коригувань відповідних показників. Свого часу передбачення зміни обставин також здійснюється шляхом прогнозування, що робить систему планування і прогнозування нерозривною. Найважливішою передумовою стратегічного планування у вітчизняних організаціях громадського харчування стає розвиток сервісної складової, продиктованої переходом до постіндустріальної економіки вільних ринкових відносин, постійне вдосконалення системи планування та прогнозування. Відповідно, стратегічне планування на підприємствах ресторанного бізнесу має бути направлено на довгостроковий розвиток: досягнення більш високих темпів економічного зростання на основі поетапного вдосконалення різних виробничо-технічних факторів та організаційно-управлінських структур.

### 1.3 Застосування інформаційних технологій в бізнес прогнозуванні

Огляд основних програмних продуктів. Загальна характеристика аналітичної системи Project Expert. Робочі інструменти та інтерфейс програми. Побудова спрощеної моделі ( «перший проект»). Основні рекомендації по розробці моделі. Введення необхідних вихідних даних для створення імітаційної моделі. Проведення розрахунків. Перегляд і аналіз основних результатів. Аналіз фінансових показників, аналіз показників ефективності проекту. Побудова графіків та оформлення звітів. Основи моделювання бізнесу і оцінки бізнес-планів в Project Expert. Моделювання макро-економічного оточення бізнесу. Моделювання інвестиційного та операційного планів компанії. Визначення потреб у фінансуванні проекту. Підбір схеми кредитування. Аналіз чутливості проекту. Аналіз фінансових звітів. Аналіз показників економічної ефективності проекту. Огляд додаткових можливостей Project Expert (сценарний аналіз, статистичний аналіз ризиків, актуалізація та ін.).

#### MS Excel

Програмний продукт MS Excel широко представлений на російському ринку, популярний і зрозумілий користувачеві. На ринку праці можна знайти велику кількість фахівців. Програма пропонує користувачеві широкі можливості по створенню і реалізації різних фінансових моделей, забезпечує необхідну гнучкість в використанні .

#### Альт-інвест

У ВО «Альт-Інвест» і «Майстерня бізнес-планування» закладені шаблони електронних таблиць, створені в MS Excel, за допомогою яких користувачі можуть скласти прогнозну фінансову звітність, оцінити фінансові показники, провести інвестиційний і фінансовий аналіз, розрахунок інвестиційного проекту, використовувати імітаційну модель,

сценарний і статистичний аналіз, аналіз створення вартості.

1)Сильні сторони програми :

- a) широка адаптивність до зміни умов проекту (інфляції, податків і іншого);
- b) хороша здатність до навчання;
- c) можливість зміни кроку розрахунку і горизонту розрахунку;
- d) можливість створювати пояснювальний текст на додаток до вихідних форм;
- e) можливість проведення аналізу чутливості проекту, оцінки його ефективності для різних учасників, оцінки вартості бізнесу (модель Гордона і ін.), автоматичного підбору схеми фінансування;
- f) можливість обліку реінвестування вільних грошових коштів;
- g) широка можливість графічного представлення інформації та інші;
- h) відкритість пакета дозволяє користувачеві самостійно допрацьовувати алгоритми розрахунків для оцінки своїх проектів

2)Слабкі сторони програми:

- 1. дорожче, ніж MS Excel;
- 2. рівень охоплення серед фахівців менше, ніж у MS Excel;
- 3. необхідність додаткового навчання в роботі (в порівнянні з MS Excel);
- 4. власний інтерфейс електронних таблиць може призводити до виникнення помилок при введенні даних, і при роботі з таблицями;
- 5. відкритість пакета може привести до несанкціонованої (помилкової) зміни алгоритму.

Project Expert

Програмні продукти Project Expert і Prime Expert створені компанією

«Експерт Системс» (група «Про-Інвест»). Project Expert – аналітична система, призначена для моделювання бізнесу, розробки бізнес-плану та аналізу інвестиційних проектів на основі створеної в програмі фінансової моделі. Структура бізнес-плану відповідає методиці UNIDO, а фінансова звітність відповідає МСФЗ .

1) Сильні сторони:

- можливості створення і аналізу фінансових моделей проекту (групи проектів) з урахуванням різного ступеня деталізації;
- проведення проектного аналізу, в тому числі фінансовий і інвестиційний аналіз, оцінку ефективності та ризиків проекту з урахуванням невизначеності;
- широка адаптивність до зміни умов проекту (інфляції, податків і іншого);
- можливості проведення розрахунків і підготовки проекту з точки зору витрат часу і коректності даних, що вводяться;
- закритість пакета не призводить до несанкціонованого (помилкового) зміни алгоритму.

2) Слабкі сторони програми:

- дорожче, ніж MS Excel і Альт-інвест;
- рівень охоплення серед фахівців менше, ніж у MS Excel і Альт-інвест;
- необхідність додаткового навчання в роботі (в порівнянні з MS Excel і Альт-інвест);
- власний інтерфейс може призводити до виникнення помилок при введенні даних;
- закритість пакета не дозволяє користувачеві самостійно допрацьовувати алгоритми розрахунків для оцінки своїх проектів, зрозуміти чому вийшли ті чи інші цифри.

Перші версії програми Project Expert були розроблені в середині 1990-х рр. В даний час вона випускається у вигляді лінійки продуктів: Project Expert Standard, Project Expert Professional, Project Expert Holding. Спеціальна версія для навчальних закладів Project Expert Tutorial, що обмежує можливості використання програми для комерційної діяльності.

Project Expert Standard дозволяє розробляти і аналізувати нескладні проекти, що не вимагає проведення проектного аналізу в повному обсязі, включає модуль для розробки бізнес-плану та оцінки інвестиційного проекту з деякими обмеженнями по функціональності (в порівнянні з іншими версіями). Дозволяє провести розрахунок фінансових показників і показників ефективності інвестицій, аналіз чутливості, оцінку вартості компанії.

Project Expert Professional додатково має модулі:

- сценарний аналіз – модуль WhatIf & PlanFact;
- об'єднання і спільний аналіз групи проектів (модуль Project Expert Integrator);
- моделювання структури компанії і віднесення витрат на продукти і підрозділи;
- аналіз беззбитковості компанії в цілому і окремих продуктів/підрозділів (операційний важіль, запас фінансової міцності і інше);
- аналіз прибутковості окремих підрозділів;
- аналіз вартості компанії порівняльним методом.

Project Expert Holding додатково може здійснювати:

- фінансове моделювання холдингу, його фінансування;
- підготовку консолідованої звітності (модуль PIC Holding);
- організацію обміну даними з зовнішніми системами (ERP, обліковими та ін.) (утиліта PEXCHANGE).

– автоматичне створення фінансової моделі проекту на підставі внесених до неї даних виробничого і організаційного плану, планованих інвестицій і параметрів економічного оточення (утиліта Project Expert Data Setup).

Project Expert Tutorial (PE Tutor) – навчальна версія Project Expert Holding, навчальний тренажер з бізнес-планування та інвестиційного проектування. Володіє всіма функціональними можливостями PE Holding, крім експорту даних (включаючи формати Word, html).

Project Expert має наступні групи розділів:

1) Моделювання (отримання моделі прогностичних грошових потоків):

– Проект (загальна інформація про проект (які продукти / послуги планується виробляти, в які терміни), настройка розрахунку і відображення даних);

– Компанія (облікова політика і структура компанії. Для діючої компанії вводяться активи і пасиви, наявні на початок проекту).

– Оточення (параметри економічного оточення (ставки податків, прогнози показників інфляції, облікової ставки та валютних курсів)).

– Інвестиційний план (створювані для виконання проекту активи, витрати по етапах підготовчого періоду, ресурси).

– Операційний план (прогнози цін і обсяги продажів, тенденції їх зміни, умови оплати; обсяги виробництва або надання послуг, прямі витрати на матеріали і комплектуючі, напівфабрикати, витрати по відрядної заробітної плати, ціни, сезонність і ін .; умови придбання сировини, матеріалів і комплектуючих; загальні (операційні, адміністративні, збутові) витрати).

2) Результати (формування прогностичних фінансових звітів (в агрегованому і детальному вигляді), реалізація додаткових форм управлінської звітності, створення шаблонів і структури звітів):

- баланс;
- звіт про прибутки і збитки;
- звіт про рух грошових коштів, отриманий прямим методом;
- звіт про використання прибутку;
- звіти про фінансові результати підрозділів компанії.

### 3) Аналіз.

– Аналіз проекту (фінансові показники, показники економічної ефективності інвестицій, аналіз чутливості, аналіз беззбитковості, статистичний аналіз (Монте-Карло), доходи учасників, оцінка вартості бізнесу, доходи підрозділів, аналіз змін проекту).

– What-if & PlanFact (сценарний аналіз).

– Project Integrator (аналіз ефективності групи проектів на основі об'єднаної звітності).

4) Фінансування (визначення потреби в капіталі і умов його залучення):

- акціонерний капітал;
- позики;
- лізинг;
- інвестиції;
- розподіл прибутку;
- пільги з податку на прибуток;
- інші надходження і виплати

5) Генератор звітів (формує текст бізнес-плану, будує графіки і діаграми, виводить на друк звітні документи і формувати експертні висновки):

- текстовий опис (формує текст бізнес-плану);
- графіки (побудова графіків і діаграм);
- звіт (перегляд і передача в текстовий редактор звітних документів);

– експертний висновок (формує експертні висновки).

Послідовність роботи в програмі Project Expert

- 1) побудова моделі компанії і опис її макроекономічного оточення;
- 2) попередній аналіз показників ефективності проекту;
- 3) доопрацювання проекту з урахуванням результатів аналізу.
- 4) визначення потреб у фінансуванні проекту та моделювання умов його залучення.
- 5) аналіз проекту (з урахуванням фінансування). 2-5 пункти виконуються до отримання прийняттого результату.

## 2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ В ОБЛАСТІ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ

### 2.1 Аналіз ринку

Ресторанний бізнес завжди орієнтований на соціум. Гість приходить в заклад за враженнями, емоціями, новим досвідом, а не тільки, щоб отримати чергову порцію білків, жирів і вуглеводів. Тому вплив коронавірусу на суспільство рівноцінно і впливу на ресторани. Йдеться про те, що безліч людей закрилося в своїх «капсулах». Публіка сьогодні хоче отримувати всілякі розваги, послуги (навіть медичні), товари і знання виключно онлайн. Тенденція до зниження рівня соціалізації намітилася вже давно, ще до пандемії. Але саме коронавірус став акселератором десоціалізації. І тепер таке «капсульне поведінку», особливо серед молодих людей, стане звичайним. Страх і недовіра до незнайомого будуть ще довго впливати як на економічну ситуацію в країні, так і на певні політичні процеси. І, звичайно ж, на ресторанний бізнес. Ці проблеми загальні для ресторанного бізнесу в усьому світі.

Відсутність активного соціального життя сильно відчули міста, орієнтовані на туристів, зокрема і Львів. Це дуже помітно по змінам в економіці міста та області. Від туризму залежать доходи ресторанів, готелів, магазинів, сфери транспорту і сільського господарства, підприємств-постачальників продукції і безлічі інших підприємств. Якщо в місцях з активним потоком туристів цей приплив зупинити (особливо різко, як в ситуації з карантинном), відбудеться падіння рівня економіки, настануть безробіття та інші негативні наслідки.

Пандемія COVID-19 обернулася глобальною кризою, що розвивається з безпрецедентною швидкістю і в небачених масштабах. Він вимагає від урядів і організацій вжити негайних заходів щодо захисту своїх громадян.

Самоізоляція. Соціальне дистанціювання. Через пандемії COVID-19 ці терміни, які раніше здавалися далекими, увійшли в повсякденну мову.

Формуються нові звички і моделі поведінки, які в багатьох випадках не зникнуть після кризи.

Ніхто поки не знає, який вплив ця криза надасть на економіку. І організації споживчого сектора, і компанії сегмента B2B працюють на задоволення термінових, нагальних потреб своїх клієнтів.

Зокрема, тим, хто розглядав цифрову торгівлю в якості другорядного напрямку бізнесу, тепер доводиться перебудовувати всі аспекти діяльності з урахуванням трендів віддаленого шопінгу. Для нарощування обсягів онлайн-продажів також варто задуматися про розширення продуктової і сервісної лінійки.

Дана ситуація відкриває можливість збільшити доходи, залучити нових клієнтів і стимулювати зміщення каналів збуту, але все це залежить від стабільності цифрових каналів і можливостей їх масштабування.

Найбільш високий попит на доставку спостерігався тоді, коли всі ресторани були закриті на карантин. Зараз гості як і раніше бояться ходити в ресторани, і попит на доставку залишається високим. Крім того, люди, які розглядали ресторани, тільки щоб вгамувати голод, а не отримати емоції і новий досвід, будуть користуватися доставкою, для них вона актуальна завжди.

Ринок доставки буде конкурувати з ресторанным точно так же, як зараз з ним конкурують кулінарні відділи супермаркетів.

Підприємці, які вирішили зайнятися доставкою, будуть конкурувати з великими гравцями, які беруть з ресторанів до 30-40% комісії. Це дуже великі суми. Тому у того, хто запропонує доставляти замовлення за меншу комісію, але при цьому якість послуги буде високим, є всі шанси успішно розвинути бізнес.

В нашій ресторанный групі є заклади, які добре працюють і на доставку, і в форматі to go. Ми значно збільшили і прискорили товарообіг за рахунок цього. Плануємо й надалі працювати в тому ж напрямку.

А що стосується ресторанів Kumpel 'Group, то вони розраховані в

першу чергу на емоцію - від високої якості їжі, сервісу, подій, які там відбуваються. Для них набагато складніше зробити доставку – емоції в коробці не передає

Прогнозувати щось дуже складно, а вгадати, яким буде психологічний стан людей в подальшому, ще складніше. Існують діаметрально протилежні точки зору з приводу майбутнього індустрії. Хтось стверджує, що гості захочуть повернутися в закладу якомога швидше - будуть пробувати їжу, пити алкоголь і гуляти. Інші кажуть, що люди стануть споживати менше шкідливої їжі, алкоголю і більше дбати про своє здоров'я. Такої думки, за моїми спостереженнями, схиляється більшість. Але часто буває, що люди говорять одне, а роблять інше. Тому може вистрілити як перший, так і другий сценарій. Більш того, обидва варіанти розвитку подій можуть існувати паралельно.

В першу чергу, ретельно працювати з ефективністю управління нашими ресторанами. Це стосується всіх витрат, в тому числі і на маркетинг. Нам доведеться монетизувати майже всі процеси.

По-друге, ми будемо працювати над тим, щоб стати більш гнучкими і швидко реагувати на непередбачені обставини.

Також потрібно розуміти, що в найближчі пару років фінансування нових проектів буде або заморожено, або сильно скорочено. До цього треба бути готовим. Це сумно, адже ресторанна галузь в Україні активно розвивалася до пандемії, і не хотілося б, щоб цей розвиток уповільнювався.

## 2.2 Прогнозування часових рядів із допомогою

У цьому розділі розглянуто задачу прогнозування багатовимірних стохастичних часових рядів в умовах структурної і параметричної невизначеності. Оскільки в загальному випадку природа спостерігається послідовності невідома, найбільш адекватним для прогнозування в даній ситуації є застосування штучних нейронних мереж, що дозволяють по

минулим спостереженнями відновлювати нелінійне відображення вигляду.[5]

$$x(k) = F(x(k-1), x(k-2), \dots, x(k-n_A)) + e(k) = \hat{x}(k) + e(k), \quad (2.1)$$

де  $x(k)$  – оцінка (прогноз) значення  $x(k)$  – отримана на виході нейромережі, що представляє в даному випадку нелінійну авторегресійну (NAR) модель;  $e(k)$  – помилка прогнозування.

Можливість і ефективність використання МАК-моделі (2.1) в завданнях прогнозування визначається теоремою Текенса про дифеоморфізмів [16], яка встановлює існування порядку моделі на, який забезпечує як завгодно мале значення помилки  $e(k)$ , і універсальними апроксимуючими властивостями ІНС.

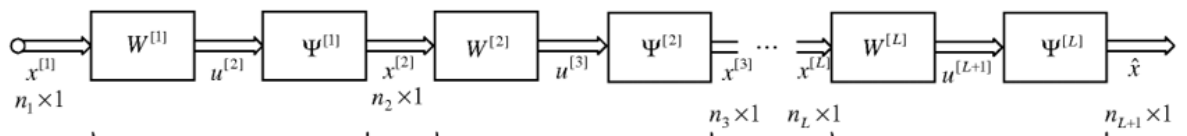


Рисунок 2.1 – L- шарова нейрона мережа із прямою передачею інформації

В якості основи для побудови МАК-моделей найчастіше використовуються багатошарові мережі з прямою передачею інформації, вхідний (нульовий) шар яких утворений лініями елементів чистої затримки  $z^{-1}$  з відводами.

На рисунку 2.1 наведена архітектура багатошарової мережі, а на рисунку 2.2 – схема стандартного формального статичного нейрона 1-го шару,  $l = 1, 2, \dots, L$ , з точністю до позначень збігаються зі схемами на трьох шаровий перцептрон.

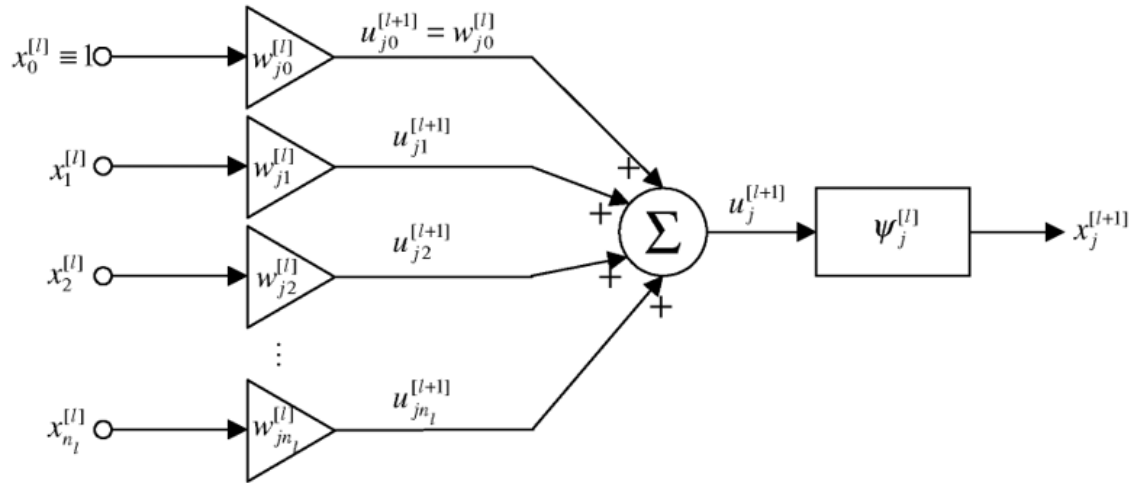


Рисунок 2.2 – Статистичний нейрон

На перший прихований шар мережі надходить  $n = n_1 = n_A = n_A^{[1]}$  – мірний вектор  $x^{[1]}$ , сформований в нульовому шарі за допомогою елементів затримки  $z^{-1}$  ( $2-1x$  ( $/ <$ ) =  $x$  ( $/ <- 1$ )) і утворений минулими значеннями прогнозованого часового ряду  $x(k-1), x(k-2), \dots, x(k-n_A^{[1]})$ . Вихідним сигналом першого прихованого шару є  $(n_2 \times 1)$  вектор  $x$ , що подається на вхід другого прихованого шару і т.д. На виході  $L$ -го (вихідного) шару з'являється прогнозний.

«Будівельним блоком» такої мережі є стандартний статистичний нейрон, що реалізує нелінійне відображення.

$$x_j^{[l+1]} = \psi_j^{[l]}(u_j^{[l+1]}) = \psi_j^{[l]} \left( \sum_{i=0}^{n_l} u_{ji}^{[l+1]} \right) = \psi_j^{[l]} \left( \sum_{i=0}^{n_l} w_{ji}^{[l]} x_i^{[l]} \right), \quad (2.2)$$

Всього мережа містить  $\sum_{l=1}^L (n_l + 1)_{n_{l+1}}$  невідомих параметрів, що настраюються за допомогою процедури зворотного поширення помилок, і складається по суті з двох частин: статичної ІНС, що відповідає за нелінійне відображення, і динамічної пам'яті на елементах затримки, що дозволяє сформуванати на виході сигнал, який є функцією часу. Саме ці мережі відомі також як ІНС з тимчасовими затримками отримали найбільш широке поширення в задачах прогнозування тимчасових послідовностей самої

різної природи.

Загальним недоліком прогнозують нейронних мереж на статичних нейронах є надзвичайно велике число параметрів, що ваг і низька швидкість навчання, що, природно, викликає серйозні проблеми, особливо при роботі в реальному часі.

### 2.3 Прогнозування часових рядів із застосуванням нейронних мереж

На сьогоднішній день, розглядаючи рекурентні нейронні мережі, можна зробити висновок, що найбільш сучасні (і вважаються найбільш «вдалими») з них беруть початок зі структури, званої багат шаровим перцептроном (математичної моделі мозку – ІНС прямого поширення з проміжними шарами). При цьому з часів своєї появи вони зазнали значних змін – і ІНС «нового покоління» влаштовані набагато простіше своїх попередників, при тому, що вони дозволяють з успіхом вирішувати завдання запам'ятовування послідовностей. Так, наприклад, найбільш популярна на сьогоднішній день мережа Елмана влаштована таким чином, що зворотний сигнал з внутрішнього шару надходить не на «головні» вхідні нейрони, а на додаткові входи – так званий контекст. Ці нейрони зберігають інформацію про попередньому вхідному векторі (стимулі); виходить, що вихідний сигнал (реакція мережі) залежить не тільки від поточного стимулу, а й від попереднього.

Мережі Елмана потенційно придатні для прогнозування (зокрема, тимчасових рядів). Однак відомо також, що нейронні мережі прямого поширення з успіхом справляються з цим завданням – правда, не у всіх випадках. Як приклад, пропонуємо розглянути одну з найбільш популярних варіацій завдання прогнозування – прогнозування часових рядів (ЧР). Постановка завдання зводиться до вибору довільного ВР з  $N$  відліками. Далі дані поділяються на три вибірки – навчальну, тестуючу і контрольну – і подаються на вхід ІНС. Отриманий результат буде представлений у вигляді

значення часового ряду в необхідний момент часу.[4]

На практиці тимчасові ряди мають порядної зашумленість – що викликає проблеми при спробі прогнозування. Знизити ступінь помилки дозволяє використання колекцій мереж прямого поширення – однак це суттєво збільшує не тільки складність самої структури, але і час її навчання

Представлені на сьогодні рішення підтримують автоматизацію прийняття рішень з використанням прикладного ШІ. Користувачі можуть задіяти функціонал передбачувальної аналітики в своїх додатках для керування рішеннями в рамках створення розумних автоматизованих систем, які вміють краще інтерпретувати і реагувати на мінливу динаміку ринку.

Нові версії продуктів дозволяють імпортувати і виконувати прогнозні моделі на мові PMML, яка є галузевим стандартом для інтеграції та обміну інформацією між платформами машинного навчання (ML), на яких створюються і навчаються ці моделі, а також додатками з управління рішеннями, які використовують ці моделі для автоматизації правил досягнення заданих бізнес-цілей.

Реалізація передбачувальної аналітики в складі моделі DMN не тільки дозволяє автоматизувати аналіз даних і виконання дій, але і дає можливість краще зрозуміти, як автоматизована система прийшла до того чи іншого висновку. Підвищення прозорості та контролю над процесами прийняття рішень робить роботу ІІ-систем більш зрозумілою і допомагає краще виконувати різні нормативні вимоги.

Однак, для більш точного і повного прогнозування пропонується використовувати рекурентні нейронні мережі (РНС). РНС – це різновид штучної нейронної мережі, в якій вихідні дані одного тимчасового інтервалу надаються в якості вхідних даних для наступного часового інтервалу. Дана обставина дозволяє РНС приймати рішення про об'єкт прогнозу, ґрунтуючись як на вхідних даних для поточного часового інтервалу, так і на вихідних даних попередніх кроків.

Можливо, найбільш успішним і тому масово використовуваним типом (архітектурою) РНС є «Довга короткострокова пам'ять». Це пояснюється тим, що даний тип долає труднощі, властиві звичайної РНС (проблема загасання градієнта). У доповненні до особливості встановлювати зв'язки між виходом попереднього тимчасового інтервалу і входом поточного, ДКП також має внутрішню пам'ять, що працює як локальна змінна, що дозволяє ДКП накопичувати стан поверх вхідної послідовності.

Даний підхід до прогнозування послідовностей показує себе набагато ефективніше, ніж рішення, засновані на стандарті DMN, що робить його кращим підходом до прогнозування даних у вигляді послідовностей. [6]

Використання рекурентній мережі Елмана дозволяє вирішувати задачу прогнозування навіть на сильно зашумлених тимчасових рядах (це особливо важливо для бізнесу). У загальному випадку ця ІНС є структурою з трьох шарів, а також набору додаткових «контекстних» елементів (входів). Зворотні зв'язки йдуть від прихованого шару до цих елементів; кожна зв'язок має фіксований вагу, що дорівнює одиниці.[15] На кожному часовому відрізьку вхідні дані розподіляються по нейронам в прямому напрямку; потім на них застосовується навчальне правило.

Завдяки фіксованим зворотним зв'язкам, контекстні елементи завжди зберігають копію значень з прихованого шару за попередній крок (оскільки вони відправляються в зворотному напрямку ще до застосування навчального правила).

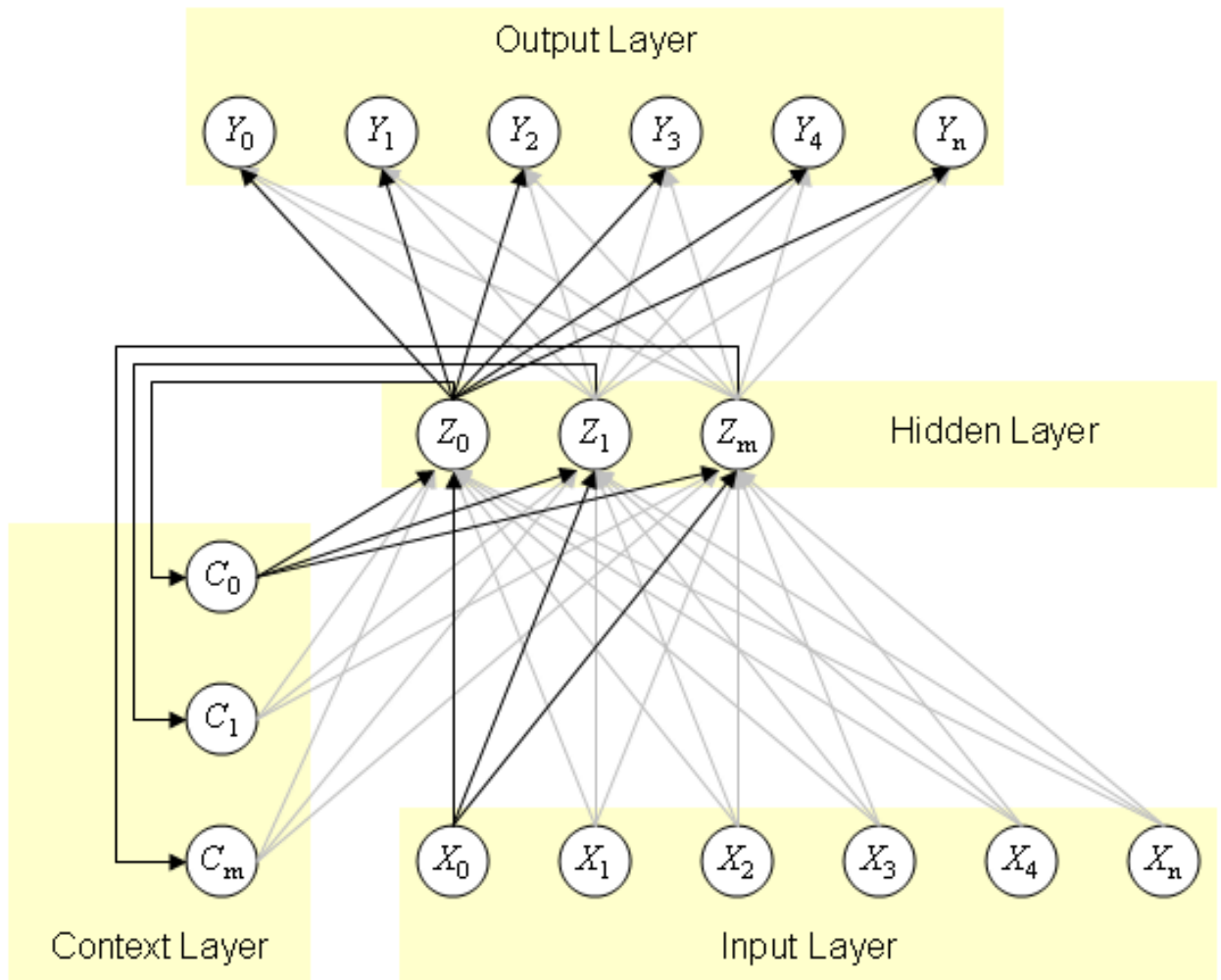


Рисунок 2.3 – Мережа Елмана

Таким чином, шум тимчасового ряду поступово нівелюється, і разом з ним мінімізується і помилка: ми отримуємо прогноз, який в загальному випадку буде точніше, ніж результат класичного підходу, що західні роботи підтверджують експериментально.

## 3 АНАЛІЗ ТА ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПЕРЕДБАЧУВАННЯ

### 3.1 Опис використаних даних для аналізу та обробки

У цій програмній реалізації пропонується рішення проблеми прогнозування часових рядів, зосереджених навколо відвідувачів ресторану. Використовуючи дані про бронювання і відвідування необхідно передбачити загальну кількість відвідувачів ресторану на майбутні дати. В якості тестових даних був узятий датасет з сайту Kaggle. Далі буде наведений опис даних, з яких складається датасет.

Дані надходять з двох окремих сайтів:

- Hot Pepper Gourmet (надалі hpg): схожий на сайт сервісу Yelp, де користувачі можуть шукати ресторани, а також бронювати місця через Інтернет.

- AirREGI / Restaurant Board (надалі air): схожий на сайт сервісу Square, системи контролю бронювань та систему касових апаратів.

Окрім вищезазначених двох джерел, маються дані метеостанцій в Японії, які можна використовувати відповідно до довготи та широти ресторанів.

Тож використовуються дані про бронювання, відвідування та інша інформація з цих сайтів, щоб прогнозувати загальну кількість майбутніх відвідувачів ресторану на певну дату. Дані тренінгу охоплюють дати з 2016 року по квітень 2017 року. Тестовий набір охоплює останній тиждень квітня та травень 2017 року. Тестовий набір розподіляється залежно від часу та охоплює вибрану частину ресторанів системи air. Важливо, що тестовий набір навмисно охоплює святковий тиждень в Японії, який називається "Золотий тиждень".

У тестовому наборі є дні, коли ресторани були закриті і відвідувачів не було. При підсумкових підрахунках вони ігноруються. У навчальному наборі відсутні дні, коли ресторани були закриті.

Набір даних складається з двох систем і є реляційним. Кожному файлу передуює префікс скороченого джерела (`air_` або `hpg_`), щоб вказати його походження. Кожен ресторан має унікальний `air_store_id` і `hpg_store_id`. Важливо, що не всі ресторани охоплюються обома системами, і що були надані дані крім ресторанів, за якими повинне проходити прогнозування.

Файл `air_reserve.csv` містить інформацію про бронювання в системі `air_system`:

- `air_store_id` – ідентифікатор ресторану в системі `air`;
- `visit_datetime` – час, коли було зроблено бронювання;
- `reserve_datetime` – час, на який зроблено бронювання;
- `reserve_visitors` – кількість відвідувачів для цього бронювання.

Файл `hpg_reserve.csv` містить інформацію про бронювання, зроблені в системі `hpg`:

- `hpg_store_id` – ідентифікатор ресторану в системі `hpg`;
- `visit_datetime` – час, коли було зроблено бронювання;
- `reserve_datetime` – час, на який зроблено бронювання;
- `reserve_visitors` – кількість відвідувачів для цього бронювання.

Файл `air_store_info.csv` містить інформацію про деякі ресторани, що працюють у системі `air`. Назви стовпців відображають їх зміст.

- `air_store_id`;
- `air_genre_name`;
- `air_area_name`;
- `latitude`;
- `longtitude`.

`Longtitude` та `Latitude` – це широта та довгота району, до яких належить ресторан.

Файл `hpg_store_info.csv` містить інформацію про вибрані ресторани `HPG` (зміст стовпців зрозумілий з їх назви):

- `hpg_store_id`;
- `hpg_genre_name`;

- hpg\_area\_name;
- latitude;
- longitude.

Файл store\_id\_relation.csv дозволяє об'єднати вибрані ресторани, які мають і систему air, і систему hpg:

- hpg\_store\_id;
- air\_store\_id.

Файл air\_visit\_data.csv містить дані про час відвідування ресторанів системи air:

- air\_store\_id;
- visit\_date – дата;
- visitors – кількість відвідувачів ресторану на певну дату.

Файл sample\_submission.csv подає дані у правильному форматі, включаючи дні, на які доводиться прогнозування.

- id – формується шляхом об'єднання air\_store\_id та visit\_date;
- visitors – прогнозована кількість відвідувачів магазину та поєднання дат.

Файл date\_info.csv надає основну інформацію про календарні дати в наборі даних.

- calendar\_date;
- day\_of\_week;
- holiday\_flg – це святковий день відпочинку в Японії.

Метрикою оцінки є середньоквадратична логарифмічна помилка, яка розраховується як:

$$RMSLE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log(p_i + 1) - \log(a_i + 1))^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

де:

$n$  – загальна кількість спостережень;

$p_i$  – прогноз відвідувачів;

$a_i$  – фактична кількість відвідувачів

$\log(x)$  – натуральний логарифм  $x$

### 3.2 Дослідницький аналіз даних

Функція щільності ймовірності середньої кількості відвідувачів ресторану представлено на рисунку 3.2.

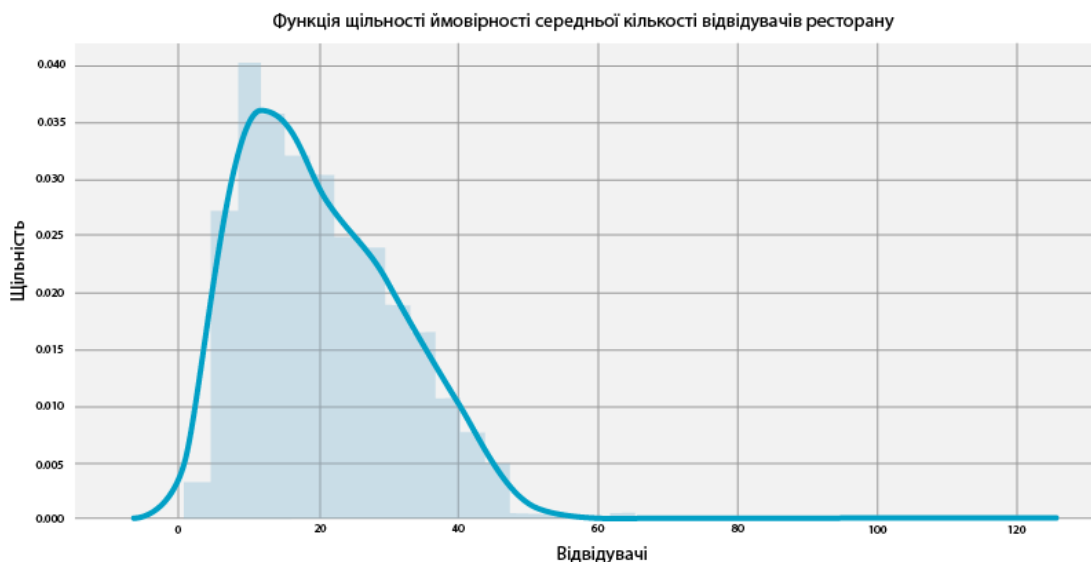


Рисунок 3.2 – Графік функції щільності ймовірності середньої кількості відвідувачів

Спостереження: Функція щільності ймовірності середньої кількості відвідувачів ресторан є майже нормальною, середня кількість відвідувачів – 20,97, з невеликим перекосом праворуч.

Ми можемо використовувати правило 68–95–99.7, щоб позбутися надзвичайних відхилень на основі стандартних відхилень.

Існує велика кількість ресторанів, місткість яких менше 20.

Розподіл середньої кількості відвідувачів ресторану представлено на рисунку 3.3



Рисунок 3.3 – Графік функції розподілу середньої кількості відвідувачів ресторану

Спостереження:

У наведеній вище функції розподілу середньої кількості спостерігається, що майже 99% ресторанів мають менше 47 відвідувачів в середньому.

Майже 90% ресторанів відвідують щонайменше приблизно 40 людей на день.

Цим пояснюється той факт, що в Японії дуже багато маленьких ресторанчиків.

Існує незначна кількість ресторанів, які в середньому відвідують понад 100 відвідувачів.

Діаграму розмаху середньої кількості відвідувачів на ресторан наведено на рисунку 3.4

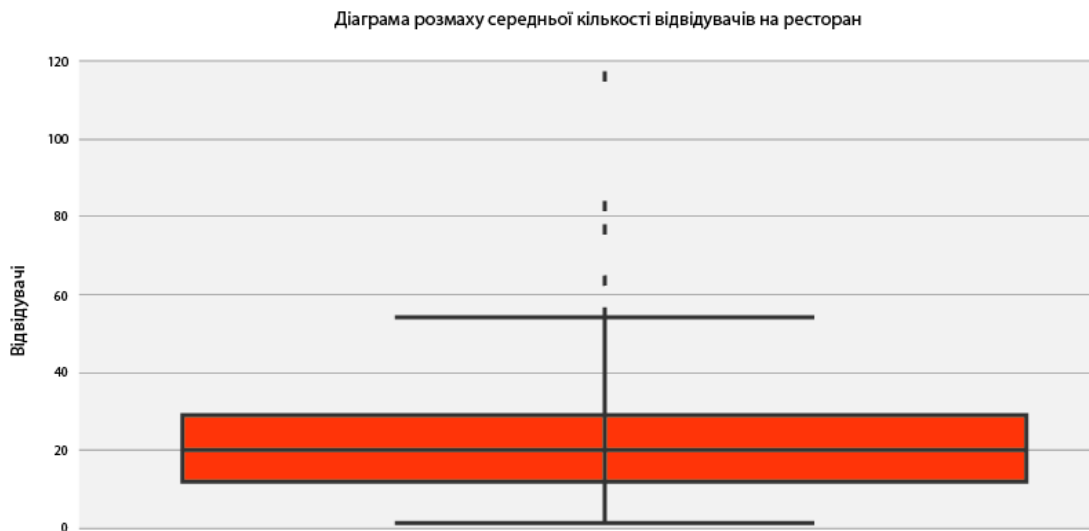


Рисунок 3.4 – Діаграма розмаху середньої кількості відвідувачів на ресторан

Спостереження:

Мінімум відвідувачів, яких можна спостерігати з цієї ділянки, майже досягає нуля.

Середня кількість відвідувачів – приблизно 20.

Максимальна кількість відвідувачів – 55-60.

Спостерігаються деякі дуже високі значення, що перевищують 60 і навіть більше 100 відвідувачів.

Значення 25-го і 75-го перцентилей складають приблизно 13 і 30 відповідно.

Функція щільності ймовірності середньої кількості бронювань відвідувачів на ресторан представлено на рисунку 3.5



Рисунок 3.5 – Діаграма розмаху середньої кількості відвідувачів на ресторан

Спостереження:

Розмах бронювань через AIR вище, ніж бронювань через HPG.

У HPG існує велика кількість замовлень, на 5-10 відвідувачів.

У HPG є мало бронювань, де кількість відвідувачів перевищує 20 або навіть сягає 40.

Навіть в AIR максимальна кількість зареєстрованих відвідувачів становить 40, але кількість реєстрацій перевищує кількість зареєстрованих у HPG.

В AIR максимальна кількість реєстрацій – кількість відвідувачів приблизно від 8 до 13.

Кількість незареєстрованих відвідувачів набагато перевищує кількість зареєстрованих.

Функція розподілу середньої кількості бронювань відвідувачів ресторану (рисунок 3.6)

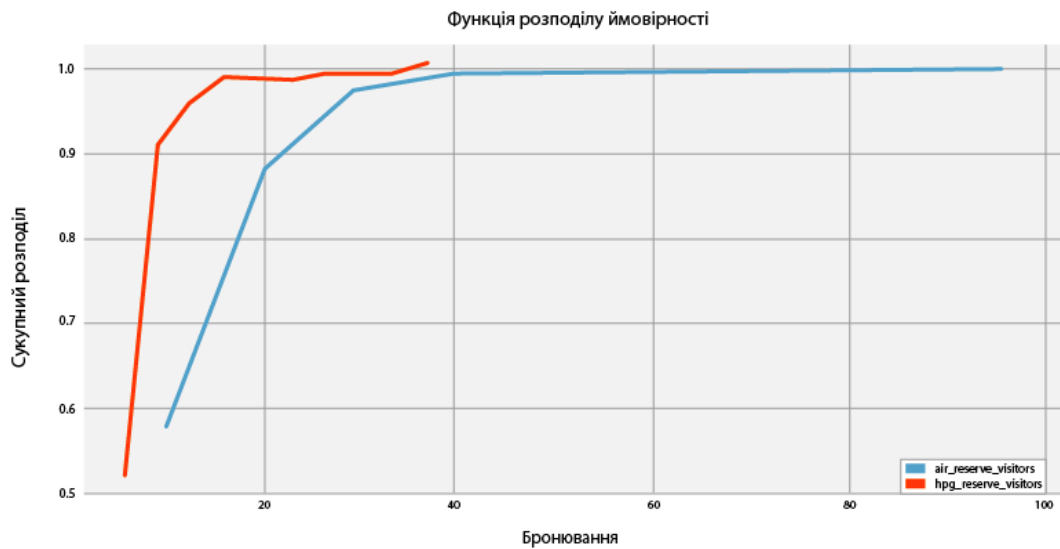


Рисунок 3.6 – Функція розподілу середньої кількості бронювань відвідувачів ресторану

Спостереження:

З діаграми вище, у системі AIR майже 99% замовлень в ресторані менше 40.

У AIR незначна кількість бронювань перевищує 60.

У HPG кількість майже всіх бронювань менше 40.

У HPG приблизно 99% бронювань менше 20.

У HPG майже 90% бронювань менше або дорівнює 10.

Діаграма розмаху середньої кількості відвідувачів на ресторан (рисунок 3.7)

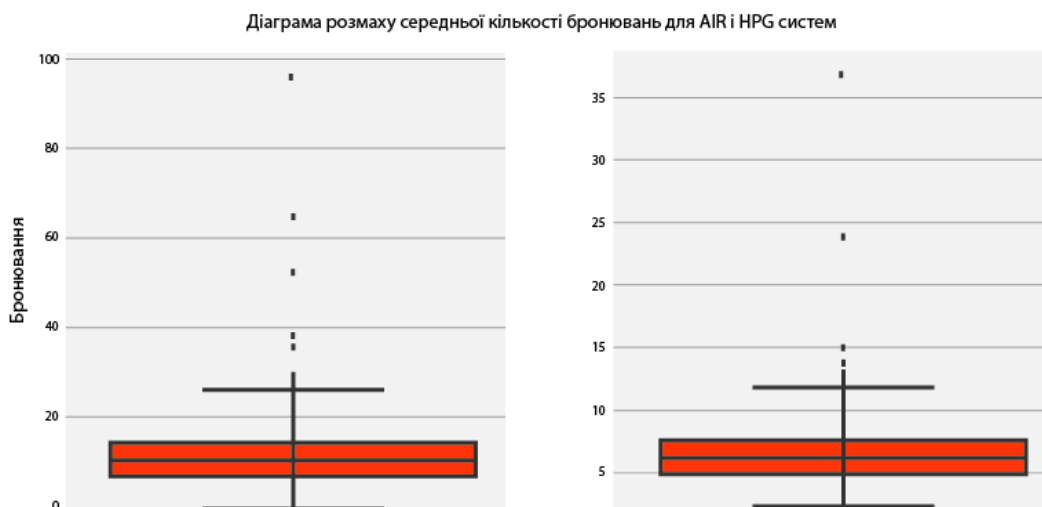


Рисунок 3.7 – Діаграма розмаху середньої кількості відвідувачів на ресторан

З діаграми вище помітні, що середня кількість бронювань не перевищує 10.

В AIR середній показник бронювання становить приблизно 10, а в HPG – 6.

Кількість бронювань 25-го та 75-го перцентилів в AIR становить 7 та 15 відповідно.

Кількість бронювань 25-го та 75-го перцентилів у HPG становить 4 та 8 відповідно.

В AIR існують певні високі значення (відхилення), які спостерігаються в діапазоні від 40 до 100.

У HPG існують певні високі значення (відхилення), які спостерігаються в діапазоні 13-4.

## Розподіл ресторанного ринку за напрямками діяльності (рисунок 3.8)

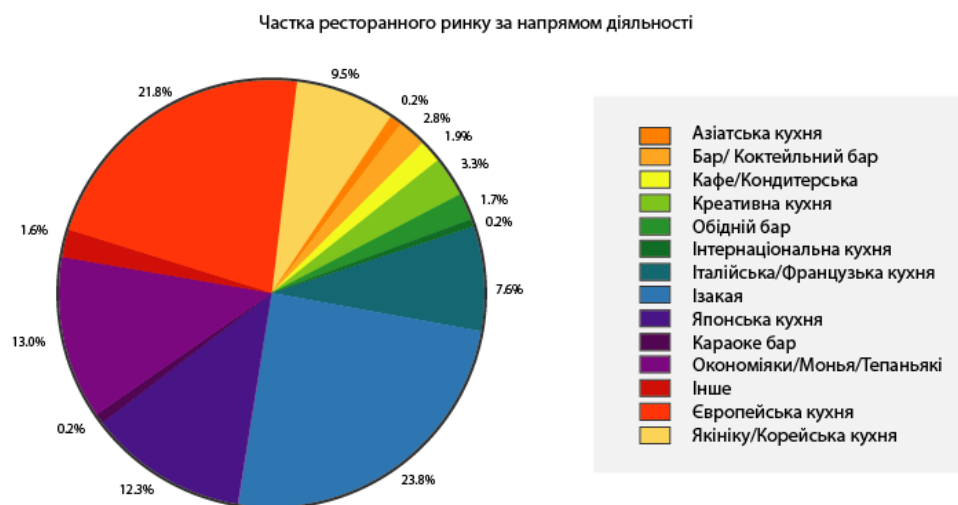


Рисунок 3.8 – Діаграма Розподіл ресторанного ринку за напрямками діяльності

Спостереження:

Ресторани Японії поділяються на 14 кулінарних напрямів.

Ізакая – найпопулярніший напрям в Японії, до якого належать майже 23,8% ресторанів.

Другим за популярністю жанром в Японії є "Кафе / Кондитерська", частка ресторанного ринку якого становить майже 21,8%.

Інтернаціональна кухня, азіатська кухня та караоке-бари – найменш популярні жанри, на долю кожного з яких доводиться лише 0,2% ринку.

Навіть західна і корейська кухня в Японії зовсім не популярні.

Щоб почати ресторанний бізнес в Японії, найважливішим рішенням буде вибір жанру харчування.

Кількість унікальних ресторанів наведено на рисунку 3.9

### Кількість унікальних ресторанів. (рисунок 3.9)



Рисунок 3.9 – Діаграма кількості унікальних ресторанів

#### Спостереження:

Наведена вище ділянка свідчить про те, що в середині 2016 року кількість ресторанів збільшилася майже на 150%.

Причина такого зросту полягає в тому, що в середині 2016 року в базу даних AIR було додано 500 нових ресторанів.

Підвищення і зниження, які ми бачимо, можуть бути пов'язані з вихідними днями.

Різке падіння 1 січня пов'язано з передоднем Нового року, так як більшість ресторанів залишаються закритими в новорічні дні.

Всього мається різноманітних записів майже 800 японських ресторанів.

Відвідувачі та бронювання у ресторанах наведено на рисунку 3.10

## Відвідувачі та бронювання у ресторанах (рисунок 3.10)

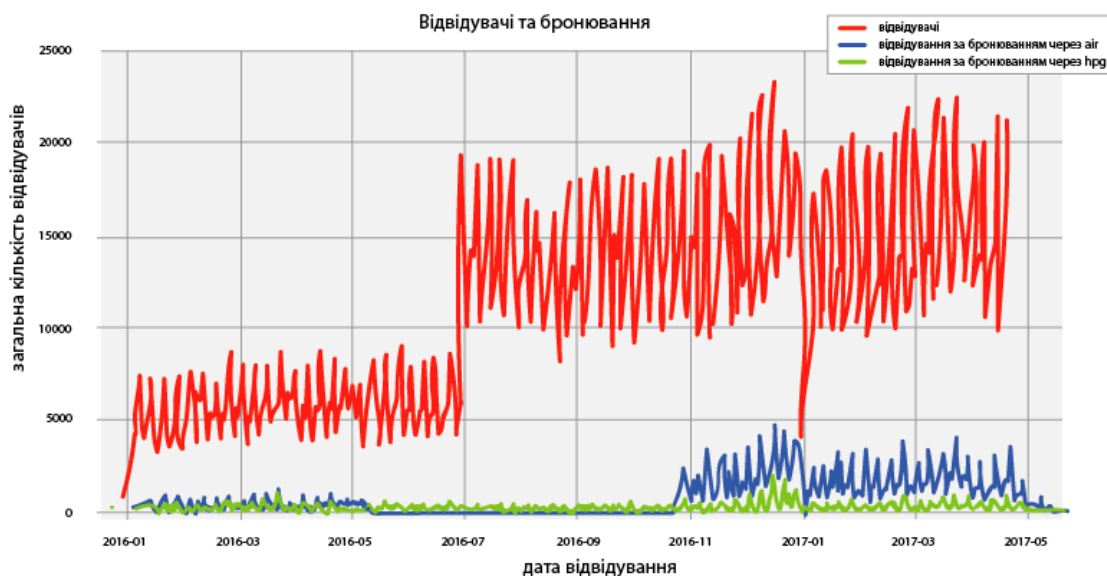


Рисунок 3.10 – Графік відвідувачів та бронювання у системах air та hrg

### Спостереження:

Різкий стрибок в середині 2016 року пов'язано з додаванням нових ресторанів.

Легко помітити, що незареєстрованих відвідувачів набагато більше, ніж зареєстрованих.

Напередодні Нового року спостерігається різкий спад, так як більшість ресторанів напередодні Нового року залишаються закритими.

Кількість реєстрацій в AIR більше, ніж в HPG.

Максимальна кількість відвідувачів спостерігається в грудні, пов'язане з тим, що в грудні проходить ряд фестивалів.

Співвідношення кількості Відвідувачів до Напрямую діяльності зображено на рисунку 3.11

Співвідношення кількості Відвідувачів до Напрямку діяльності  
(рисунок 3.11)

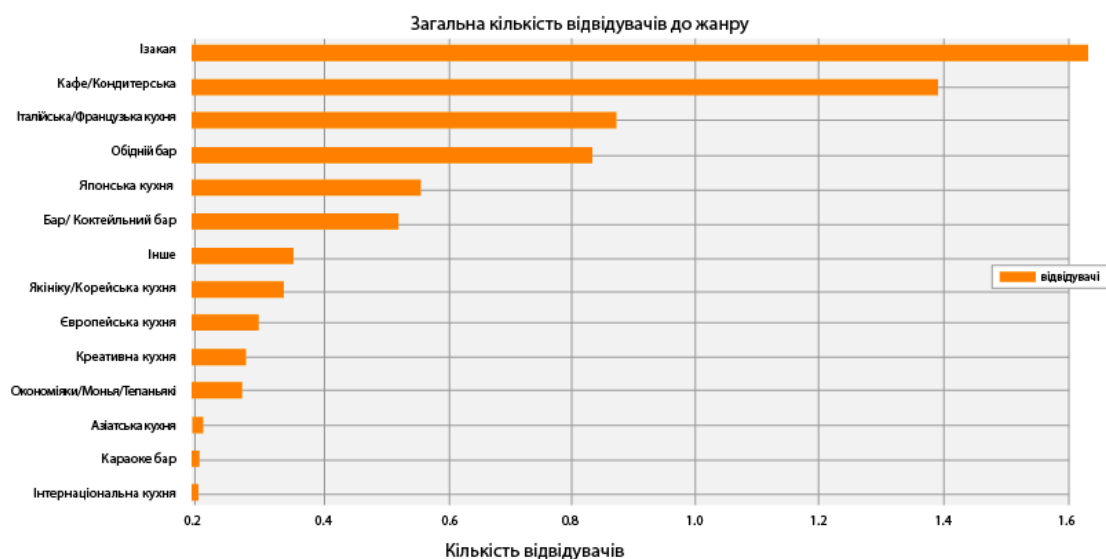


Рисунок 3.11 – Діаграма кількості відвідувачів до напрямку діяльності ресторану

Спостереження:

В японських ресторанах представлено близько 14 напрямів діяльності ресторану.

Найбільш популярний і найулюбленіший напрям – Ізакая, за ним слід Кафе / Кондитерська, які подобаються максимальній кількості людей.

Азіатська кухня, Караоке бар та Міжнародна кухня – напрями діяльності ресторанів в Японії з найменшою кількістю відвідувачів.

Навіть Європейська кухню в Японії не дуже популярна.

Напрямок діяльності ресторану – важливий фактор зростання японського ресторанного бізнесу.

## Бронювання до Напрямку діяльності ресторану (рисунок 3.12)

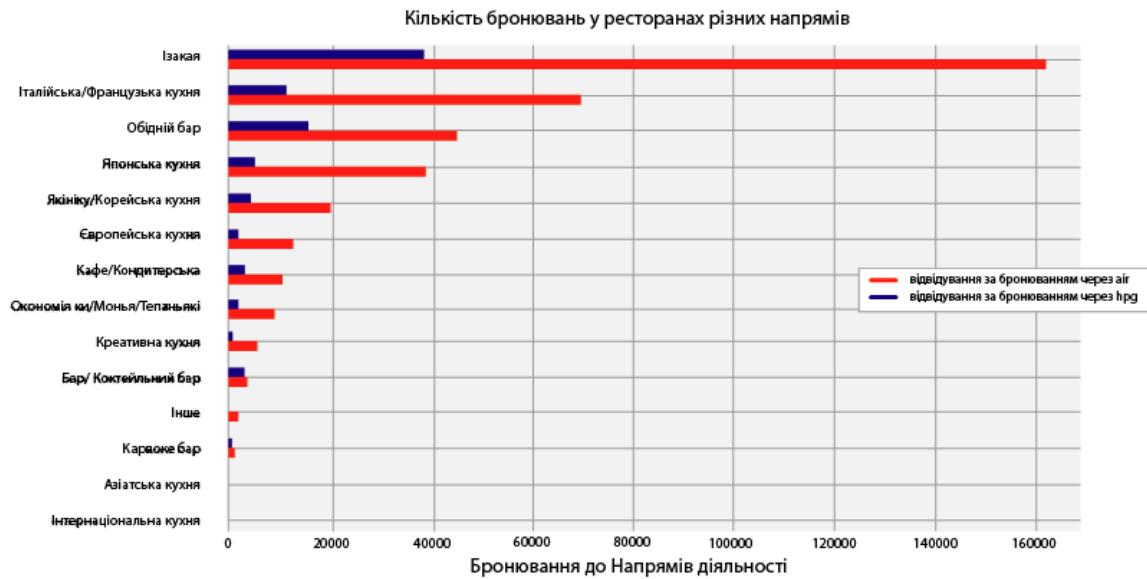


Рисунок 3.12 – Діаграма кількості бронювань до напрямку діяльності ресторану

## Спостереження:

Навіть для трендів бронювання Ізакая – найпопулярніший напрям.

У вподобаннях незареєстрованих відвідувачів спостерігається, що Кафе / Кондитерські – другий за популярністю жанр, але тут Італійська / Французька кухні – другий за популярністю напрям.

Азіатська і Міжнародна кухня найменш популярні, як і вбачалося в попередньому спостереженні.

Цікаво, що Японська кухня – четвертий за популярністю напрям в Японії.

Річний тренд відвідувачів за днями тижня зображено на рисунку 3.13

## Річний тренд відвідувачів за днями тижня (рисунок 3.13)

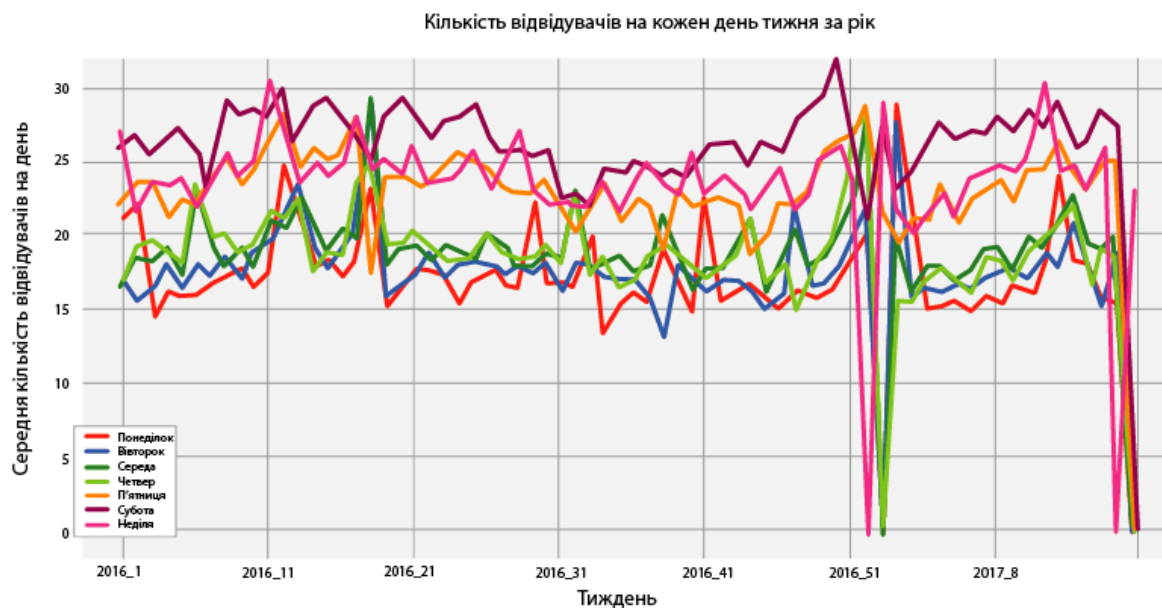


Рисунок 3.13 – Графік річний тренду відвідування ресторанів за днями тижня

## Спостереження:

Субота – це день, коли більшість людей вважають за краще виходити куди-небудь поїсти, тому ресторани мають найбільшу кількість відвідувачів протягом усього року саме в цих днях. Також найбільша кількість відвідувачів припадає саме на вихідні дні.

Після суботи, навіть у неділю, буває пік відвідувачів.

У понеділок найменше людей приходить куди-небудь поїсти.

В інші дні тижня майже така ж кількість відвідувачів.

Різке зниження після 51-го тижня пов'язане з приготуванням до Нового Року, як пояснювалося раніше.

## Середня кількість відвідувачів щодня тижня (рисунок 3.14)

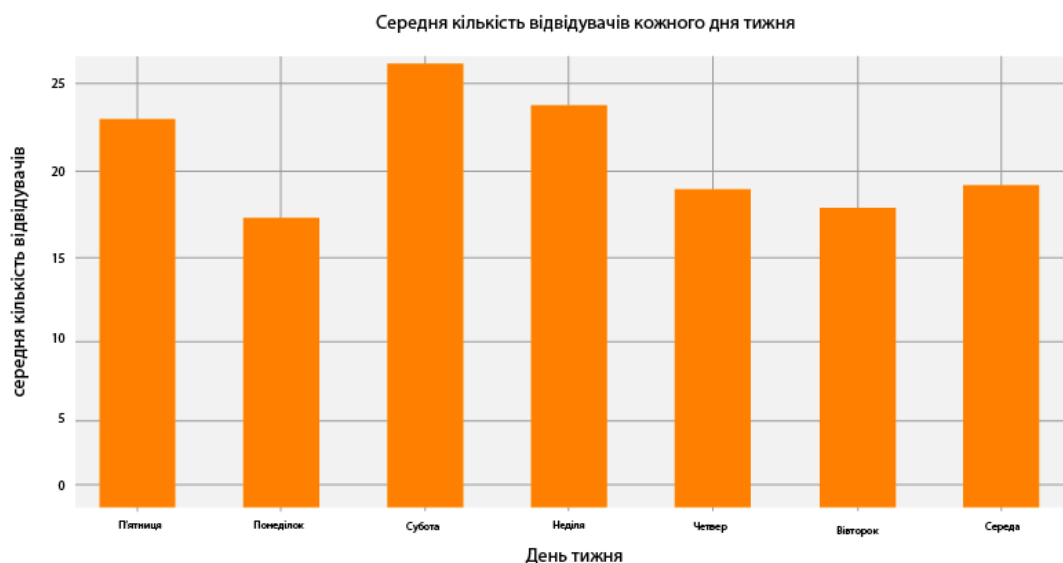


Рисунок 3.14 – Діаграма кількості відвідувачів кожного дня тижня

## Спостереження:

Навіть в щоденному режимі найбільша кількість відвідувачів в ресторанах спостерігається в суботу.

Друге місце за кількістю відвідувачів – неділя.

У понеділок і вівторок відвідувачів найменше.

Четвер і середа мають майже однакові тенденції відвідувачів.

Середня кількість відвідувачів в залежності від дня місяця представлено на рисунку 3.15

## Спостереження:

Сплески відвідувачів, який вбачається на графіку, пов'язаний з ефектом суботи, який пояснювався на попередньому графіку.

Також спостерігається постійне зростання в кінці місяця, можливо, причиною цього підвищення може бути виплата заробітної плати в кінці місяця.

Постійне зниження спостерігається 6, 13, 20 і 31 числа місяця.

Постійний пік спостерігається на 3, 10 і 22 числа місяця.

Середня кількість відвідувачів в залежності від місяця року зображено на малюнку 3.16.

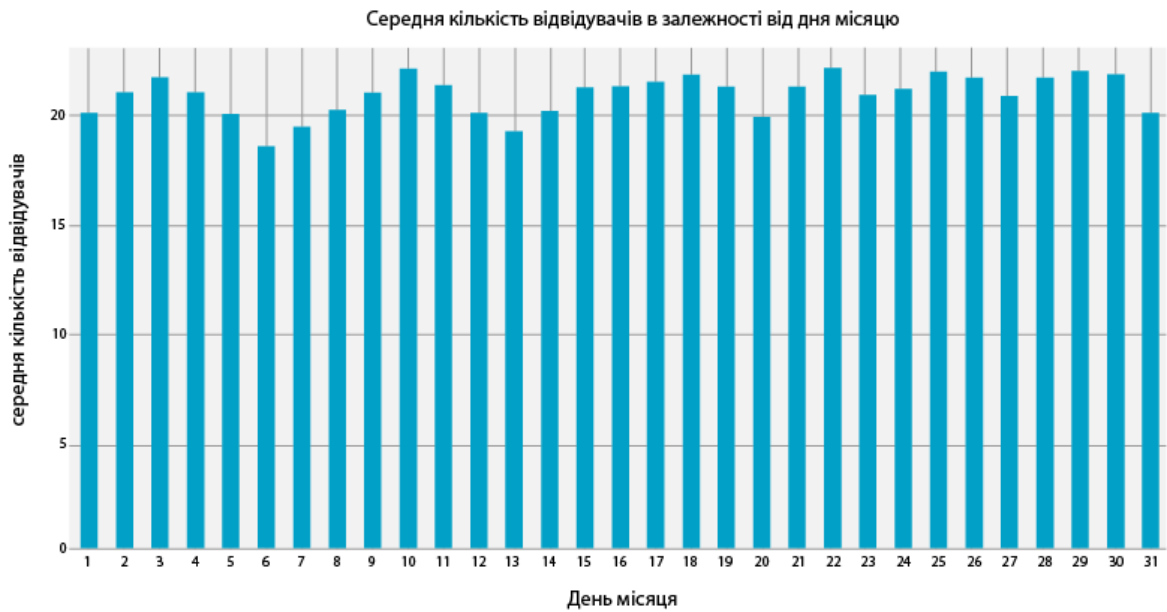


Рисунок 3.15 – Діаграма середньої кількості відвідувачів в залежності від дня місяці

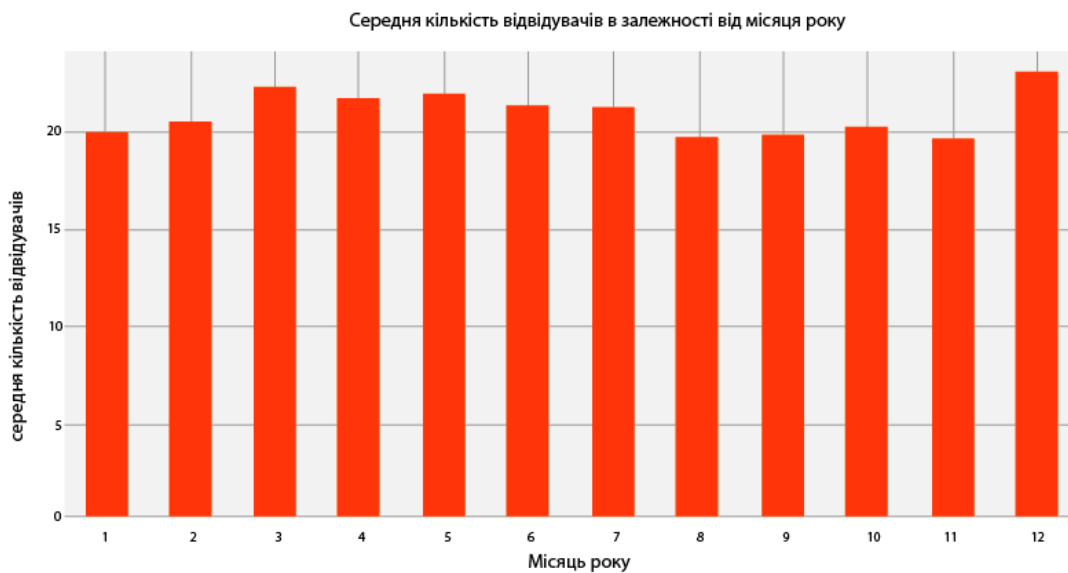


Рисунок 3.16 – Діаграма середньої кількості відвідувачів в залежності від місяця року

Спостереження:

Спостерігається збільшення кількості відвідувачів в грудні місяці.

Таке збільшення кількості відвідувачів може бути пов'язано з тим, що грудень – святковий місяць

Після грудня найбільша кількість відвідувачів спостерігається в Березні.

У серпні та листопаді найменша кількість відвідувачів в середньому.

Середня кількість відвідувачів в святкові і не святкові дні

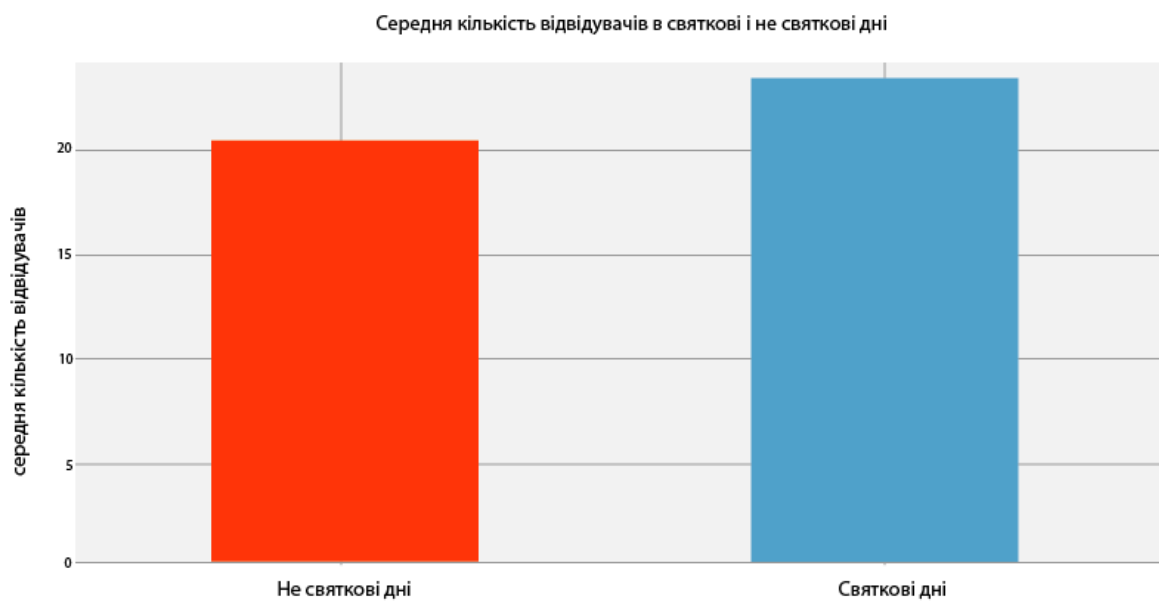


Рисунок 3.17 – Діаграма середньої кількості відвідувачів в святкові і не святкові дні.

Спостереження:

З графіку видно, що в святкові дні відвідувачів більше, ніж в робочі дні.

Навіть в цьому випадку різниця між відвідувачами в святкові та робочі дні невелика, що пов'язано з ефектом вихідних.

З наведеного вище графіка також видно, що більшу частину свят ресторани відкриті.

При обробці даних ми повинні враховувати святкові дні, що припадають на вихідні як вихідні дні, а не як свята, щоб враховувати вплив вихідних.

Погодинна кількість бронювань відвідувачів відображена на рисунку 3.18.

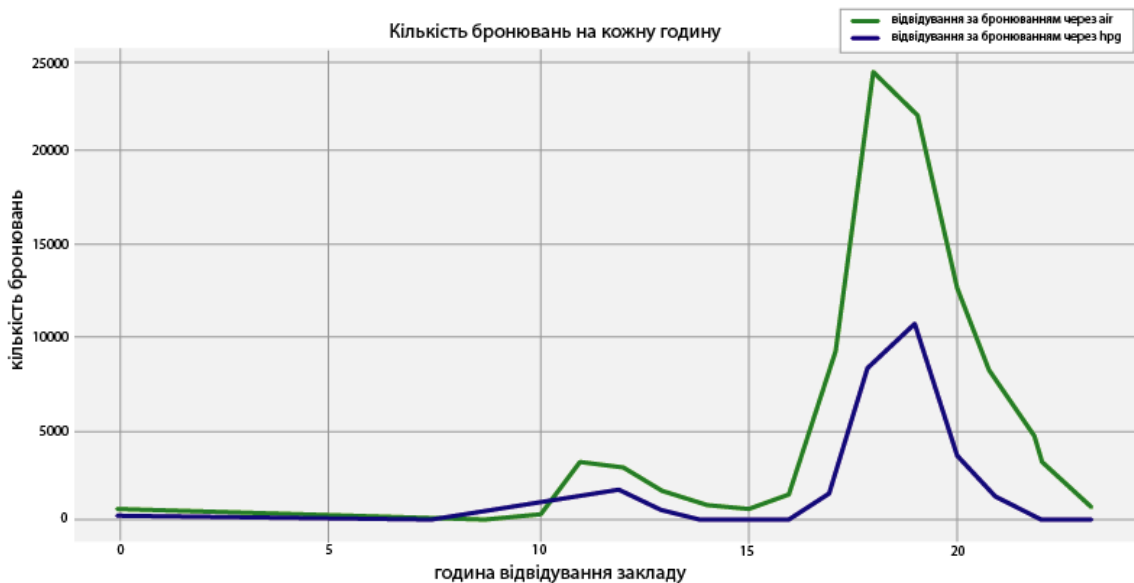


Рисунок 3.18 – Графік кількості бронювань відвідувачів на кожну годину дня

Спостереження:

Вже було відзначено, що кількість реєстрацій в AIR більше, ніж у HPG.

Після 10:00 є невеликий під'єм, бо це час, коли люди йдуть в офіс.

У вечірній час ресторани досить сильно завантажені.

Найбільша кількість відвідувачів – з 17:30 до 19:00.

Після 19:00 кількість відвідувачів різко знижується.

З 12:00 до 7:00 відвідувачів майже немає, це може бути пов'язано з тим, що ресторани закриті протягом ночі.

### 3.3 Висновки досліджень

Загальні спостереження з дослідницького аналізу даних:

1. Огляд набору даних навчання:

- Загальна кількість унікальних ресторанів в системі AIR: 829
- Всього ресторанів, спільних для AIR і HPG: 150
- Всього унікальних жанрів в ресторанах AIR: 14
- Загальна кількість локацій ресторану AIR: 103
- Середньодобова кількість відвідувачів: 20.973761245180636
- Обраний період навчальних даних: 2016-01-01 по 2017-04-22

2. Огляд тестового набору даних:

- Всього унікальних ресторанів: 821
- Термін дії тестових даних: з 2017-04-23 по 2017-05-31

3. Існує велика кількість ресторанів, які можуть розмістити менше 20 відвідувачів.

4. Майже 90% ресторанів відвідують щонайменше 40 людей на день.

5. Розкид бронювань AIR вище, ніж бронювань HPG.

6. Навіть в AIR максимальна кількість зареєстрованих відвідувачів – 40, але кількість реєстрацій більше, ніж у HPG.

7. Кількість незареєстрованих відвідувачів набагато більше, ніж кількість зареєстрованих відвідувачів.

8. Ідзакая – найпопулярніший жанр в Японії, так як майже 23,8% ресторанів належать до жанру Ідзакая.

9. Другий за популярністю жанр в Японії – кафе / солодощі, на частку якого припадає майже 21,8% ресторанного ринку.

10. Інтернаціональна кухня, азіатська кухня і караоке / вечірки – найменш бажані жанри, кожна з яких займає 0,2% ринку.

11. У середині 2016 роки кількість ресторанів збільшиться майже на 150%.

12. Причина підвищення полягає в тому, що в середині 2016 року в базу даних AIR додано близько 500 (приблизно) нових ресторанів.

13. Напередодні Нового року спостерігається різкий спад, так як більшість ресторанів залишаються закритими напередодні Нового року.

14. Максимальна кількість відвідувачів спостерігається в грудні місяці. Як відомо, в грудні проходить ряд фестивалів.

15. Субота – це день, коли більшість людей вважають за краще виходити куди-небудь поїсти, маючи найбільшу кількість відвідувачів протягом усього року, тому що це вихідні.

16. Ми можемо спостерігати постійне зростання в кінці місяця, можливо, причиною цього підвищення може бути виплата заробітної плати в кінці місяця.

17. Очевидно, що в святкові дні відвідувачів більше, ніж в робочі дні.

18. Вечірньої пори досить зайнято.

19. Найбільша кількість відвідувачів – з 17:30 до 19:00.

### 3.4 Пропонуємо програмне рішення

У цій програмній реалізації створено сезонні авторегресивні інтегровані ковзаючі середні за допомогою моделей *eXogenous regressors* (SARIMAX) та Байєсових структурних часових рядів (BSTS) для прогнозування щоденної кількості відвідувачів ресторанів. Дана програмна реалізація включає в себе дослідницький аналіз та очищення набору даних, підготовку очищених даних, аналіз часових рядів та моделювання.

Мінімальним життєздатним продуктом (MVP) для цього проекту є скрипт на Python, який приймає на вхід набір даних і видає прогноз щоденних відвідувань для ресторанів.

В скрипті імпортуються наступні бібліотеки:

- *numpy* – бібліотека для роботи з багатомірними масивами;
- *pandas* – бібліотека для роботи зі структурованими наборами даних;

- matplotlib.pyplot – модуль для побудови графіків функцій;
- seaborn – бібліотека для візуалізації даних;
- geoviews – бібліотека для маніпуляцій геграфічними наборами даних;
- hvplot.pandas, vfplot, vfddata.

Приклад виводу даних про візити за допомогою бібліотеки Pandas (рис. N):

```
air_visit_data_df = pd.read_csv('data/visitor-forecasting/air_visit_data.csv')
air_visit_data_df.head()
```

Таблиця 1 – візуалізація масиву даних про відвідування ресторану за допомогою бібліотеки Pandas.

	<b>air_store_id</b>	<b>visit_date</b>	<b>visitors</b>
<b>0</b>	air_ba937bf13d40fb24	2016-01-13	25
<b>1</b>	air_ba937bf13d40fb24	2016-01-14	32
<b>2</b>	air_ba937bf13d40fb24	2016-01-15	29
<b>3</b>	air_ba937bf13d40fb24	2016-01-16	22
<b>4</b>	air_ba937bf13d40fb24	2016-01-18	6

Попередньо ми з'ясували, що найбільш поширеними ресторанами є ресторани типу Ізакая і Кафе / Кондитерська в районах Сібуя і Сібакоен міст Сібуя-ку і Мінато-ку префектури Токіо-то. Надалі зосередимося на цих типах ресторанів і створимо конвеєр для моделювання відвідувачів ресторану з найбільшою кількістю доступних даних і ресторану з найменшою кількістю доступних даних.

Після того, як дані підготовлені до обробки, виведемо їх на екран:

air_store_id	visit_date	visitors	air_genre_name	air_area_name	latitude	longitude	prefecture	city	city-area
air_00a91d42b08b08d9	2016-07-02	9	Italian/French	Tōkyō-to Chiyoda-ku Kudanshinjima	35.694003	139.753595	Tōkyō-to	Chiyoda-ku	Chiyoda-ku Kudanshinjima
air_00a91d42b08b08d9	2016-07-01	35	Italian/French	Tōkyō-to Chiyoda-ku Kudanshinjima	35.694003	139.753595	Tōkyō-to	Chiyoda-ku	Chiyoda-ku Kudanshinjima
air_00a91d42b08b08d9	2016-07-04	20	Italian/French	Tōkyō-to Chiyoda-ku Kudanshinjima	35.694003	139.753595	Tōkyō-to	Chiyoda-ku	Chiyoda-ku Kudanshinjima
air_00a91d42b08b08d9	2016-07-05	25	Italian/French	Tōkyō-to Chiyoda-ku Kudanshinjima	35.694003	139.753595	Tōkyō-to	Chiyoda-ku	Chiyoda-ku Kudanshinjima
air_00a91d42b08b08d9	2016-07-06	29	Italian/French	Tōkyō-to Chiyoda-ku Kudanshinjima	35.694003	139.753595	Tōkyō-to	Chiyoda-ku	Chiyoda-ku Kudanshinjima

```
assert (df.loc[vfd.get_majority_store(df), 'air_store_id'].nunique() ==
        df.loc[(df['prefecture'] == 'Tōkyō-to') &
               (df['city'].isin(['Shibuya-ku', 'Minato-ku'])) &
               (df['city-area'].isin(['Shibuya-ku Shibuya', 'Minato-ku Shibakōen']))]
```

&

```
(df['air_genre_name'].isin(['Izakaya', 'Cafe/Sweets']))
, 'air_store_id'].nunique())
df.loc[vfd.get_majority_store(df), :].groupby(by='air_store_id').size().sort
_values(ascending=False)
```

```
most_df = vfp.plot_median_visitors_daily(df.loc[df['air_store_id'] ==
'air_5c817ef28f236bdf', :], stores_subset=None,
```

```
title='Median Visitors for Restaurant with Most Data')
```

Отримаємо прогноз за допомогою моделі BSTS та довірчих інтервалів 95%

```
least_final_full, least_audit =
vfm.forecast_for_store(vfd.get_least_data_store_id(), 14)
```

```
vfp.plot_forecast(least_final_full, title='Forecast with { } model and 95%
Confidence Intervals'.format(least_audit['best_model'].upper()))
```

На рисунку 3.19 наведено отриманий графік.

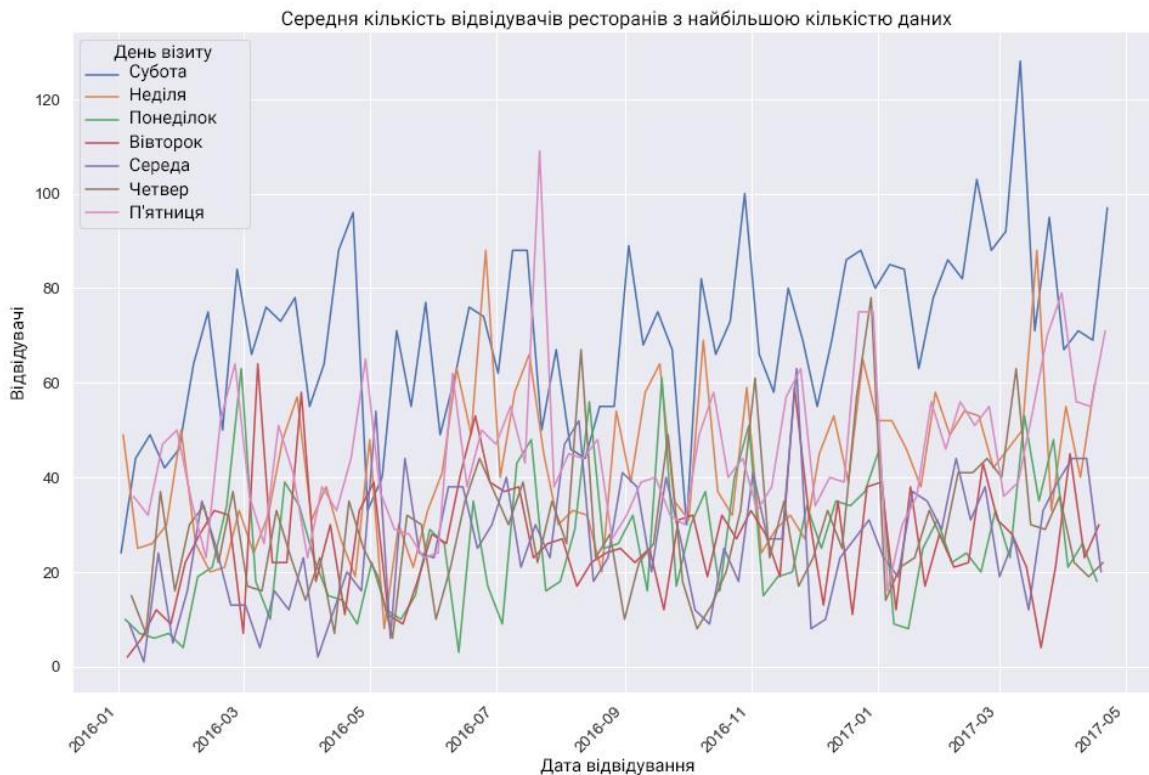


Рисунок 3.19 – Дослідження ресторанів із найбільшою кількістю даних

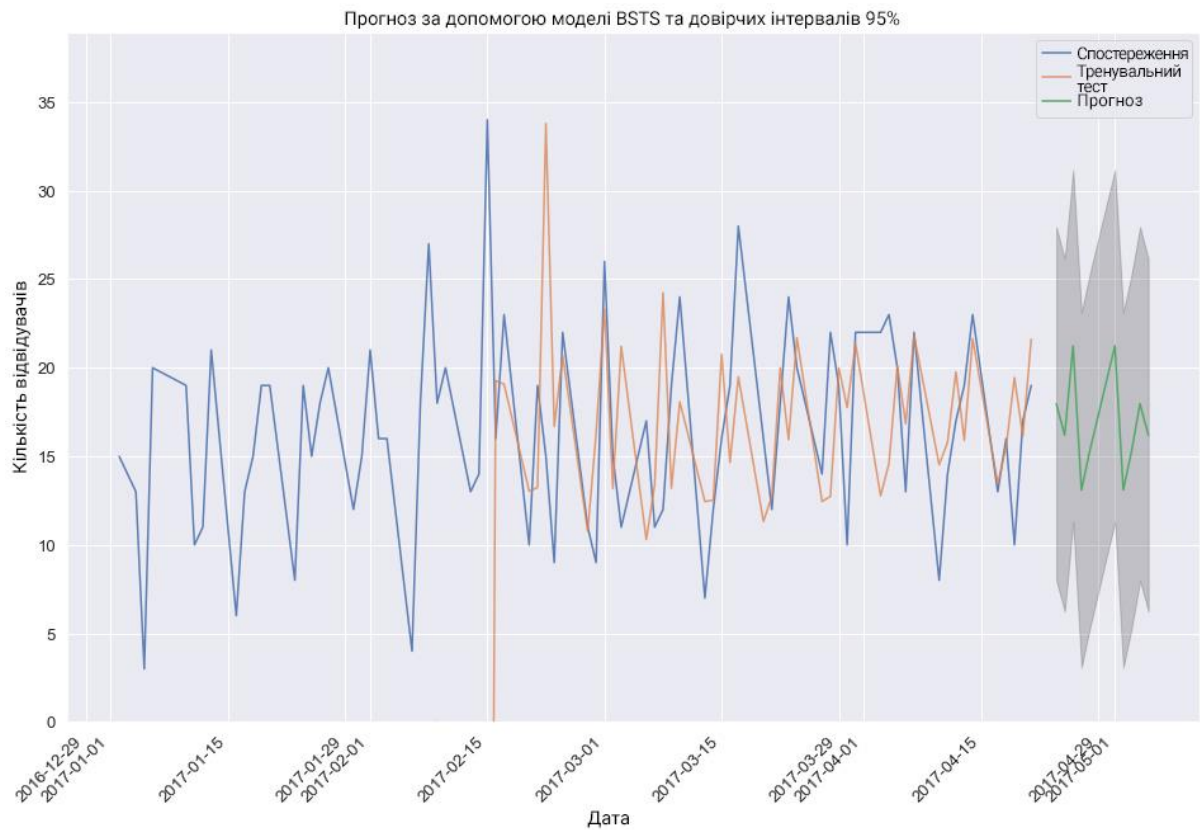


Рисунок 3.20 – Прогноз за допомогою моделі BSTS та довірчих інтервалів 95%

На рисунку 3.20 наведено отриманий графік.

Видно, що модель постійно недооцінює піки.

```
least_audit['best_test_sle']
```

Вивід:

```
{'bsts': 0.9379030912088975, 'sarimax': 1.3061778828149635}
```

```
least_rwa = least_audit['rolling_window_analysis']
```

```
least_best_resids = least_rwa.loc[least_rwa['model'].str.contains('bsts'),  
'fitted_residual'].values[-1]
```

```
vfp.plot_residuals(range(len(least_best_resids)),  
least_best_resids/np.std(least_best_resids))
```

Детальніше код представлено в додатку А

Залишки приблизно нормальні. Схоже, що в залишках немає ніякої закономірності. В цілому, модель відбила якомога більше закономірностей в даних.

## ВИСНОВОК

На основі історичних даних про кількість щоденних відвідувачів була створена математична модель, яка може точно прогнозувати майбутнє за допомогою лише однієї характеристики, що не вимагає більших затрат на збір даних. Це вигідно виділяє дану модель серед інших для незалежних ресторанів, які, ймовірно, не мають складних механізмів збору даних, у відлічі від франшизу.

Автоматично змінюванні моделі відображають, як можна більше закономірностей у даних. Моделі передбачають постійну дисперсію даних, тому вони не можуть передбачувати великі відхилення даних. Однак довірчі інтервали відображають можливість більших відкриттів, тому є можливість коригувати свої прогнози.

Був створений програмний додаток, який можна запустити з командної строки, щоб отримати прогноз для ресторану в наборах даних. Графічний прогноз зберігається в папках прогнозів / цифр, а файл CSV з прогнозованими значеннями зберігається в папках прогнозів / звітів. Сценарій може бути запущений з двома вхідними даними: ідентифікатор ресторану у магазині якості ресторану та кількість днів для прогнозування  $n$ .

Отримані дані щодо передбачування кількості відвідувачів ресторану для кращого сприйняття були візуалізовані у якості наочного графіку.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Белкіна, Т. Д. Від стратегічного планування до стратегічного управління містами: проблеми та рішення / Т. Д. Белкіна // Проблеми прогнозування. - 2014. - № 6. - С. 60-70.
2. Бариленко В.И. Основы бизнес – анализа: учебное пособие: / В.И. Бариленко – М.: КНОРУС, 2013 г.
3. Басовский Л.Є. Прогнозування та планування в умовах ринку: навч. посібник. М.: ИНФРА-М, 2010
4. Бердникова Т. Б. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 216 с. – (Высшее образование).
5. Квартальнов В.А. Стратегический менеджмент в туризме: Современный опыт управления. М.: Финансы и статистика, 2009. 496 с.
6. Комаров С. І. Ключові відмінності прогнозування і Форсайта в системі управління земельними ресурсами / С. І. Комаров, Д. В. Антропов // Сучасні проблеми управління проектами в інвестиційно-будівельній сфері і природокористуванні: матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф., посвящ. 110-річчя РЕУ ім. Г. В. Плеханова. - М.: РЕУ, 2017. - С. 283-287.
7. Комаров, С. І. Особливості змісту Форсайт-исследования для цілей управління земельно-майновим комплексом / С. І. Комаров, Д. В. Антропов // Сучасні проблеми управління проектами в інвестиційно-будівельній сфері і природокористуванні: зб. праць до 5-ї Міжнар. наук.-практ. конф. - М.: РЕУ, 2015. - С. 123-131.
8. Комаров, С. І. Підходи до відбору експертів при Форсайт-исследованиях в сфері управління земельними ресурсами / С. І. Комаров, Д. В. Антропов // Сучасні проблеми управління проектами в інвестиційно-будівельній сфері і природокористуванні: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., посвящ. 20-річчя кафедри управління проектами та програмами РЕУ ім. Г. В. Плеханова. - М.: РЕУ, 2016. - С. 259-264.

9. Комаров, С. І. Прогнозування в системі управління земельноімущественним комплексом / С. І. Комаров // Майнові відносини в Російській Федерації. - 2010. - № 5. - С. 84-100.
10. Кузик, Б. Н. Прогнозування, стратегічне планування і національне програмування: підручник // Б. Н. Кузик, В. І. Куш-лин, Ю. В. Яковець. - М.: ЗАТ Видавництво «Економіка», 2009.
11. Нечепуренко, М. Н. Проблеми економічного розвитку підприємств / М. Н. Нечепуренко // Питання економічних наук. – 2006. – №1 (17). – С. 23-25.
12. Турунцева М.Ю. Оцінка якості прогнозів: прості методи / Підприємництво. – 2011.
13. Яковлев Я.В. Создание системы предсказания количества посетителей ресторана: тез. докл. 25-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка і молодь у XXI столітті». – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 2 с.
14. Black D., Thomas J. How Markets and Vendors Are Evaluated in Gartner Magic Quadrants// [site Gartner]. – URL: <https://www.gartner.com/doc/2804921/markets-vendorsevaluated-gartner-magic> (дата обращения: 29.04.2017).
15. Cander, Lj R Ionospheric forecasting technique by artificial neural networks / Lj.R. Cander, M.M. Milosavljevic, S.S. Stankovic, S. Tomasevic // Electronic Lett. – 1998. – N.34, 16. – P. 1573- 1574.
16. Maslennikova, Yu.S. Permeability Prediction Using Hybrid Neural Network Modelling / Yu.S Maslennikova // Society of Petroleum Engineers – SPE Annual Technical Conference and Exhibition. – 2013. ISBN 978-1-61399-240-1. DOI 10.2118/167640-STU. – P. 1-6. (перечень ВАК).
17. Maslennikova, Yu.S. Total Electronic Contents prediction using neural network modeling and principal components analysis // 39th COSPAR Scientific Assembly. Abstracts. Mysore, India. – 2012.
18. Sarma, A. Modelling of foF2 using neural networks at an equatorial anomaly station / A. Sarma, T. Mahdu // Current Science. – 2005. – 89(7). – P.