Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій

Дипломна робота

на тему:

«РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИТОРГОМ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО ЦІНОУТВОРЕННЯ»

Виконавиця:
студентка групи КН-М322б
Анастасія ЄФІМОВА

Керівник
доцент кафедри САІТ
Олег МЕЛЬНИКОВ

Харків, 2023

Мета та основні задачі дипломної роботи

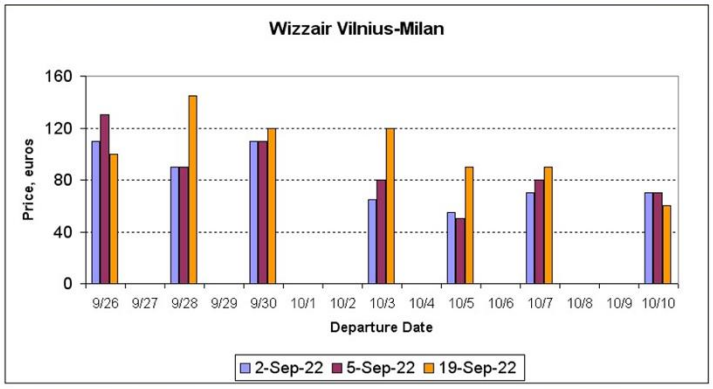
Метою роботи є розробка автоматизованої системи управління виторгом для підприємства-початківця «УкрАвтоБус», що займається автобусними пасажирськими перевезеннями в Україні на основі алгоритмів динамічного ціноутворення.

Основними задачами дипломної роботи були:

- розробка механізму динамічного ціноутворення на основі обраної математичної моделі управління збутом;
- розробка автоматизованої системи управління виторгом з урахуванням динамічного ціноутворення;
- тестування розробленої системи;

Поняття динамічного ціноутворення

Динамічне ціноутворення – політика гнучкої зміни цін на товар залежно від умов ринку.

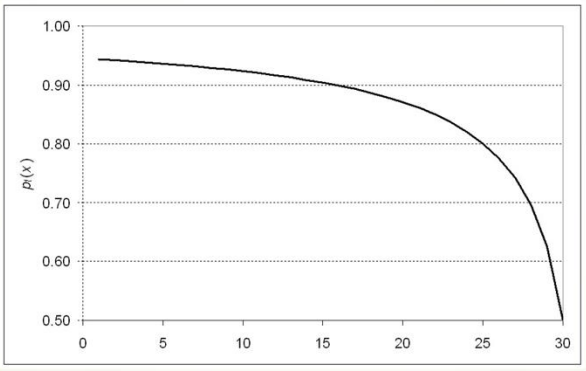


Ціни на вибіркові місця на рейс Wizzair Вільнюс - Мілан Мальпенса на різні дати до вильоту

Продаж неподільного товару

Для довільного періоду часу t маємо:

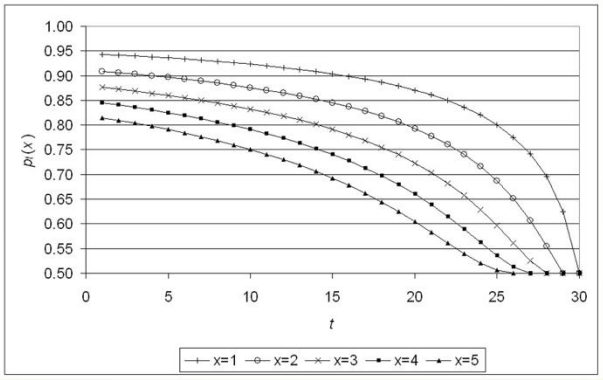
$$V_t = \max_{p_t}\left[p_t(1-F(p_t)) + V_{t+1}F(p_t)\right].$$



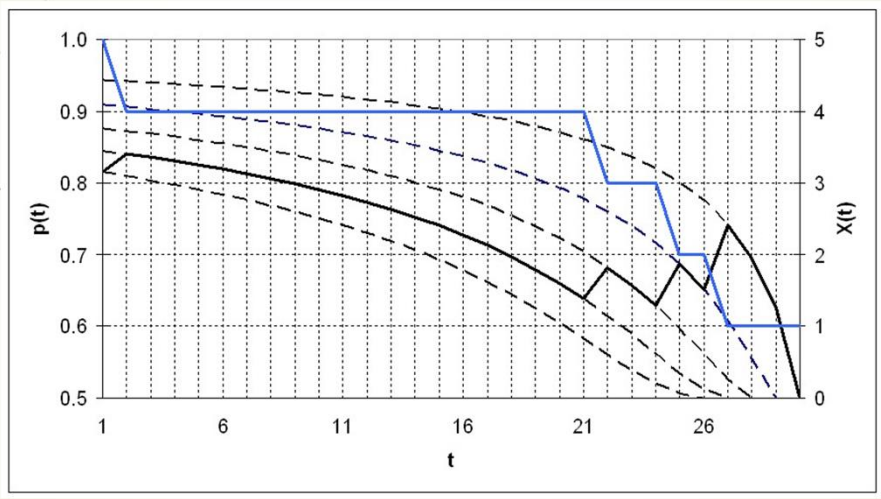
Продаж партії товарів

Узагальнимо розглянуту задачу для випадку, коли у продавця є для реалізації M одиниць товару. Решту припущень залишимо без зміни. Рекурсивне рівняння для довільного періоду часу t :

$$V_t(x) = \max_p \left[(p + V_{t+1}(x-1))(1 - F(p)) + V_{t+1}(x)F(p) \right].$$



Механізм управління збутом



Евристична формула для цінової політики

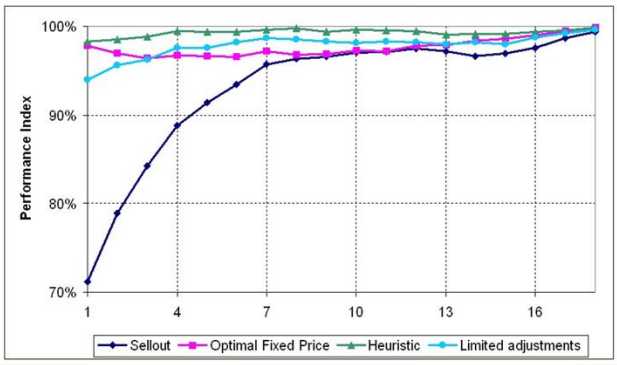
Встановлюємо поточну ціну p_t за наступним правилом:

$$p_t = \max(p_{SO}(X_t, T - t + 1), p_{\min}),$$

де

$$p_{SO}(x, t) = F^{-1}\left(1 - \frac{x}{t}\right);$$

$$p_{\min} = \max_{p_T}[p_T Q(p_T)].$$



Порівняння очікуваних доходів продавця для різних стратегій при $r_t \sim U(0,1), T = 30$

Вибір технологічного стеку

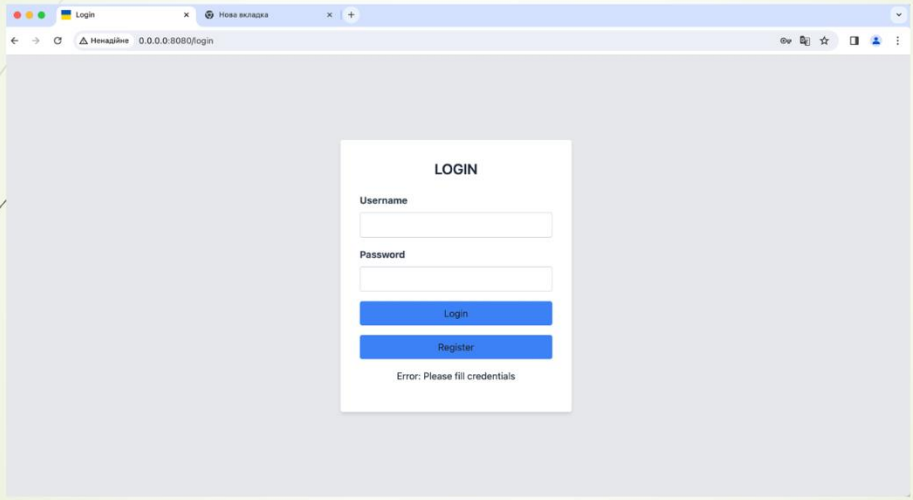
Tailwind CSS

Docker

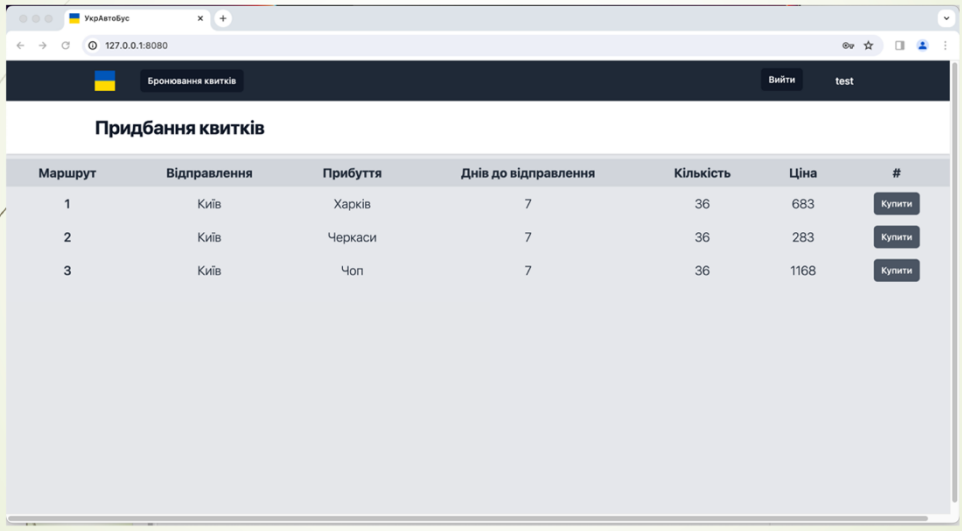
FastAPI

PostareSQL

Аутентифікація



Панель управління



Бронювання квитків

Панель управління | Вийти | admin

Сервіс налаштування маршрутів

Відправлення	Прибуття	Днів до відправлення	Кількість місць	Відстань	Вартість виїзду	Вартість за кілометр	
							Створити

Доступні маршрути

Маршрут	Відправлення	Прибуття	Днів до відправлення	Кількість місць	Відстань	Вартість виїзду	Вартість за кілометр	Кількість	Ціна квитків
1	Київ	Харків	7	36	480	400	25	35	683.89
2	Київ	Черкаси	7	36	192	400	25	30	284.6
3	Київ	Чоп	7	36	829	400	25	20	1170.75

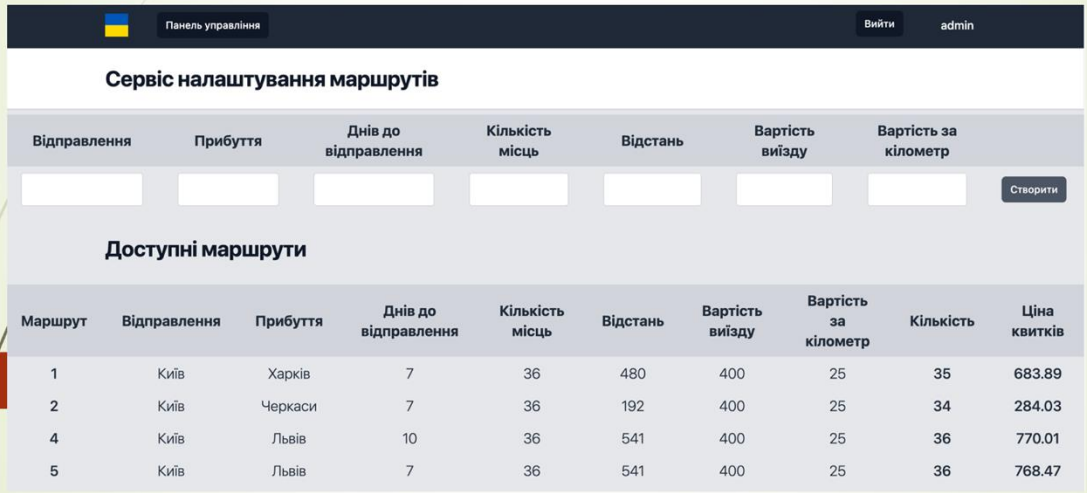
Тестування системи

Маршрут	Відправлення	Прибуття	Днів до відправлення	Кількість	Ціна	#
1	Київ	Харків	7	36	683.75	Купити
2	Київ	Черкаси	7	36	283.75	Купити
3	Київ	Чоп	7	36	1168.47	Купити

Маршрут	Відправлення	Прибуття	Днів до відправлення	Кількість	Ціна	#
1	Київ	Харків	7	35	683.89	Купити
2	Київ	Черкаси	7	34	284.03	Купити
3	Київ	Чоп	7	30	1169.33	Купити

Маршрут	Відправлення	Прибуття	Днів до відправлення	Кількість	Ціна	#
1	Київ	Харків	7	35	683.89	Купити
2	Київ	Черкаси	7	34	284.03	Купити

Тестування системи



Висновки

У результаті виконання дипломної роботи було:

- розроблено математичну модель управління цінами на автобусні квитки для підприємства «УкрАвтоБус»;
- запропоновано і протестовано евристичне правило для регулювання цін в залежності від часу та кількості нереалізованих квитків;
- розроблено автоматизовану систему бронювання квитків та управління виторгом підприємства «УкрАвтоБус».

УДК 330.46

ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ВИТОРГОМ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОГО ЦІНОУТВОРЕННЯ

А.С. Єфімова[1], О.С. Мельников[2]

[1] магістрант кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

[2] доцент кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій, канд. екон. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

anastasiia.yefimova@cs.khpi.edu.ua

Динамічне ціноутворення, тобто оперативне регулювання цін в реальному масштабі часу в залежності від мінливої ринкової ситуації, є потужним важелем управління виторгом підприємства. Стрімке зростання обсягів доступних для аналізу даних та розвиток методів машинного навчання відкривають нові можливості для вдосконалення рішень у галузі ціноутворення та управління продажами.

Ідея використання методів теорії оптимального управління для регулювання цін в залежності від залишків нереалізованої продукції була вперше запропонована Галего та ван Райзіном в [1]. В подальшому їх базова модель була суттєво розширена для врахування таких факторів, як нестаціонарний попит, очікування споживачів, пов’язаний попит на групи товарів та ін. Динамічне ціноутворення набуло особливу популярність у галузях із обмеженими можливостями для зміни пропозиції товарів. Прикладами таких ситуацій може бути продаж авіаквитків, бронювання готелів, реалізація сезонних колекцій одягу тощо.

Останнім часом важливим напрямком досліджень є використання технологій машинного навчання та штучного інтелекту для відстеження та прогнозування коливань попиту [2]. Проте, алгоритми аналізу даних і динамічного регулювання накладають високі вимоги до обчислювальних та кадрових ресурсів, що стримує впровадження таких методів в практику діяльності малих та середніх підприємств.

В роботі [3] запропоновано простий евристичний метод для оперативного управління цінами, якій не вимагає використання складного програмного

забезпечення. В ньому поточна ціна реалізації p_t встановлюється на рівні $max(g(X_t, T-t), p_{min})$, де t – поточний момент часу, X_t – залишки нереалізованої продукції, T – фінальний строк її реалізації, p_{min} – мінімальна прийнятна для продавця ціна, $g(X, \Delta t)$ – поточна оцінка ціни, за якою X одиниць продукції можуть бути продані протягом часу Δt. Розроблено також рекурентний алгоритм для періодичного оновлення цієї оцінки.

На базі цієї евристики розроблено автоматизовану систему управління цінами для підприємства «УкрАвтоБус», яке займається пасажирськими автобусними перевезеннями на території України. Проведені чисельні експерименти свідчать про високу ефективність запропонованої стратегії порівняно із стратегією фіксованих цін.

Список літератури:

1. *Gallego, G.* Optimal dynamic pricing of inventories with stochastic demand over finite horizons / G. Gallego, G. van Ryzin // Management Science. – 1994. – Vol. 40 – Ph. 999–1020.

2. *Avramidis, A.* A pricing problem with unknown arrival rate and price sensitivity / A. N. Avramidis // Mathematical Methods of Operations Research. – 2020. – No. 92 – Pp. 77–106.

3. *Melnikov, O.* Heuristic Rules for the Dynamic Pricing Problem / O. Melnikov // Organizations and Markets in Emerging Economies. – 2023. – Vol. 14 – Pp. 436-457.