

Зіноватна С.Л.

Національний університет «Одеська політехніка»

Білий Д.О.

Національний університет «Одеська політехніка»

Онщенко Т.В.

Національний університет «Одеська політехніка»

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВЗАЇМОДІЇ ПЛАНУВАННЯ МЕНЮ ТА ВИКОРИСТАННЯ СКЛАДСЬКИХ ЗАПАСІВ

У статті розглянуто проблему зменшення розміру відходів під час виготовлення блюд для забезпечення харчування в будь-якій організації (ресторан, кафе, школа тощо). Ефективне використання харчових продуктів є найважливішою задачею сьогодення, оскільки виробництво продуктів вимагає багато ресурсів від землі, зношення невикористаних продуктів погіршує екологічний стан навколишнього середовища, є частиною соціальної відповідальності. Завдання зменшення відходів в закладах, які забезпечують громадське харчування, є актуальною задачею. Запропонована інформаційна модель, яка формалізує представлення даних для планування меню з виготовлення блюд в організації громадського харчування та контролю запасів продуктів. Розроблено схему послідовності етапів взаємодії блоку формування меню та блоку обліку запасів на складі із зворотнім зв'язком. Розроблено інформаційну технологію коректованого формування меню з урахуванням наявних продуктів та можливої заміни продуктів в технологічних картах блюд з метою зниження кількості відходів. Визначено користувачів програмної системи, в основу якої покладено розроблену інформаційну технологію, та визначені доступні для кожного користувача функції програми. Функціональні вимоги до програми описані у вигляді варіантів використання. Запропонована архітектура програмного забезпечення, за допомогою якого виконується контроль та керування взаємодією блоку планування меню та керування запасами. Розроблена технологія дозволяє автоматизувати підбір продуктів під час формування меню та підвищити рівень використання наявних на складі продуктів. Використання запропонованих алгоритмів може підвищити прибуток закладу за рахунок максимального використання складських запасів, зниження витрат за рахунок зменшення кількості закупок продуктів. Також в цілому зменшується кількість відходів за рахунок ефективного використання наявних позицій.

Ключові слова: програмна система, керування запасами, мінімізація відходів, моделювання меню, варіанти використання.

Постановка проблеми. Харчування людини є найважливішою проблемою з точки зору різних аспектів. З одного боку, правильне харчування має забезпечити організм необхідними речовинами для його функціонування, при цьому запобігати потраплянню в організм шкідливих продуктів. Харчування має бути збалансованим для зниження ризику виникнення захворювань, які можуть бути викликані як надлишковим вживанням деяких продуктів (ожиріння), так і їх нестачею (анемія). З другого боку, під час виготовлення їжі має бути підібраний набір продуктів, який забезпечить потрібну якість отриманих блюд та буде відповідати припустимим витратам. На сьогодні проблема еконо-

мії продуктів є однією з найважливіших. Виробництво продуктів вимагає великої кількості ресурсів. Планування харчування, правильне збереження продуктів, використання залишків допомагають зекономити бюджет. Невикористані продукти гниють та збільшують обсяг парникових газів, що має негативний вплив на екологію. Для багатьох людей у світі проблемою є нестача їжі, тому раціональне використання продуктів має соціальну відповідальність. Таким чином, актуальним є використання різних засобів для зниження відходів продуктів під час приготування їжі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Уживання здорової їжі важливо для кожної

людини. В [1] наведені дані, що відповідно статистики Всесвітньої організації охорони здоров'я, на лікування захворювань, викликаних продуктами харчування, щорічно витрачається близько 50-80 мільярдів доларів США. Згідно [2] ризики для безпеки харчових продуктів виникають на всіх етапах виробництва, транспортування, зберігання і їхньої переробки, при цьому одним з найбільш уразливих етапів є зберігання до й після обробки.

Невірні умови зберігання продуктів приводять до збільшення кількості продуктів, які не можуть бути використані у їжу і мають бути утилізовані.

Втрати продовольства й велика кількість харчових відходів є джерелом економічних, екологічних і соціальних проблем, і в цілому символом неефективності, несправедливості й нестійкості продовольчих систем. Втрати й харчові відходи можуть виникати на різних етапах ланцюжка поставок продовольства: сільськогосподарське виробництво (до збору врожаю/виробництво, збір урожаю); післязбиральна обробка й зберігання; переробка; розподіл; роздрібна торгівля; споживання [3].

Зокрема, в Україні втрати продовольства відбуваються на всіх етапах ланцюжка споживання: від сільськогосподарського виробництва до кінцевого споживання домогосподарствами. З одного боку, продукти викидаються, навіть якщо вони ще придатні до вживання, з іншого боку, більша частина продовольства губиться на етапах виробництва, зберігання й переробки, через недосконалі технології виробництва й нерозвинену складську інфраструктуру для зберігання продуктів [4].

Контроль запасів на складах організацій громадського харчування й магазинів гарантує доступність продукції в потрібний момент, мінімізує відходи й максимізує прибуток [5], можливі різні методи оптимізації запасів продуктів харчування: принцип «першим прийшов першим пішов» (FIFO) – у першу чергу використовуються самі старі запаси; прогнозування попиту на продукцію з використанням історичних даних і аналізу ринку; відстеження строків придатності продуктів; систематична перевірка рівня запасів продуктів, їхніх витрат і закупок.

Для зменшення витрат продуктів має бути забезпечено їх якісне зберігання. Управління складом має багато аспектів: наявність необхідного обладнання, зонування зберігання, доступність, постійний контроль, дотримання санітарних норм з боку співробітників тощо [2].

При цьому мають бути враховані типи продуктів, наприклад, в [3] розглянуті засоби зменшення

витрат щодо молочної продукції, а в [6] щодо сухих харчових матеріалів, які використовуються для виготовлення їжі, в [7] – для швидкопсувних продуктів, в [8] – для м'ясних продуктів.

Для місць громадського харчування витрати продуктів відповідають визначеним меню закладу. Під час формування меню має бути врахована велика кількість факторів. Це збільшення прибутку закладу (попит, ціноутворення, дизайн), збалансованість блюда (поєднання продуктів в самому блюді, з іншими пропонованими блюдами, відповідність вимогам здорового харчування), використання продуктів (вартість, доступність, транспортування, умови збереження, сезонність, локальність) [9].

Під час закупок та витрат продуктів має бути також враховано розмір пакування [10], оскільки це впливає на залишки продуктів у розрізі вартості та кількості (велика упаковка може зекономити фінанси, але привести до їх втрати через неможливість своєчасного використання залишків продукту або їх псування). На кількість відходів також впливає відношення співробітників до обробки продуктів, наприклад, дослідження [11] показали, що працівники харчової промисловості ігнорують важливість меню як інструмента комунікації при плануванні, роботі й мінімізації відходів. Над проблемою скорочення відходів працюють багато країн, для цього залучають новітні технології, зокрема Інтернет речей [12]: «технологічні стратегії містять у собі інтелектуальну кухонну техніку, керування запасами в режимі реального часу й рішення по переробці відходів, такі як біореактори й компостування».

Створення меню з урахуванням можливих витрат є одним з етапів зниження відходів. Планування меню є складною задачею, потребує врахування багатьох критеріїв. Для допомоги у рішенні такого завдання можуть бути використані інформаційні технології та відповідне програмне забезпечення. В [13] описаний досвід використання розробленої системи KNOBIE для підтримки стійких методів планування меню й рецептів. Задіяні в експерименті шеф-кухарі оцінили користь від використання KNOBI у закладах з великими обсягами їжі, де потрібно систематичне обслуговування, але досвід показав, що система може бути неідеальною для невеликих ресторанів. Пропонується подальша адаптація системи, яка зможе збирати дані про наявність інгредієнтів і змінювати або просувати певні позиції, щоб запобігти псуванню й відходам.

Постановка завдання. Метою статті є зниження витрат організації громадського харчування за рахунок автоматизації взаємодії планування меню як початкового етапу виробництва блюд та використання продуктів на продовольчому складі.

Виклад основного матеріалу. Для формалізації представлення даних розроблено інформаційну модель, яка описує основні компоненти предметної області у вигляді множин та кортежів.

Меню представляється множиною кортежів, кожен кортеж містить набір блюд та відповідність до часу: $M = \{ \langle dt, D \rangle \}$, де dt – дата, на яку складається меню, D – множина блюд. Елементами множини D є наступні кортежі: $D = \{ \langle R, q, tm \rangle \}$, де R – рецепт блюда, q – кількість блюд, які потрібно приготувати, tm – час, на який блюда мають бути виготовлені. Опис рецепту складається з наступних компонентів: $R = \langle P, tp, wd, tc \rangle$, де P – множина продуктів, які необхідні для приготування блюда, tp – тип блюда, wd – вага блюда, tc – технологічна карта. Елементами множини P є наступні кортежі: $P = \{ \langle p, w \rangle \}$, де p – опис продукту, w – частка продукту в блюді. Опис продукту має наступний вигляд: $p = \langle pr, qin, pw, pc \rangle$, де pr – назва продукту, qin – вхідна кількість продукту, pw – очікуваний відсоток відходів, pc – опис обробки продукту.

Також для продуктів блюда створюється опис можливих заміन: $PRC = \{ \langle pr, prc, wc \rangle \}$, де prc – продукт, на який може бути замінений pr ; wc – потрібна кількість для заміненого продукту.

Для розрахунку кількості продуктів на складі використовуються множини PH (закупка), IS (видача), WO (списання). Елементи всіх множин мають однаковий склад компонентів: $e = \langle dp, pr, qp, tr, ai \rangle$, де dp – дата дії, qp – кількість продукту, tr – термін дії продукту, ai – додаткова інформація.

На основі наданої моделі сформовано множини сутностей предметної області, зв'язки між ними та побудовано структуру бази даних.

Інформаційна технологія взаємодії планування меню та використання складських запасів включає множини наступних етапів (рис. 1).

1. Кухар формує меню M на основі множини рецептів R , при необхідності створює нові рецепти.

2. На основі множини M формується список необхідних продуктів $LP = \{ \langle pr, qpr \rangle \}$, де qpr – розрахована загальна кількість продуктів необхідна для виготовлення всіх блюд меню.

3. Визначається наявна кількість продуктів на складі $LPR = \{ \langle pr, qprr \rangle \}$. Якщо для всіх продуктів $qprr \geq qpr$, то перехід до п. 6.

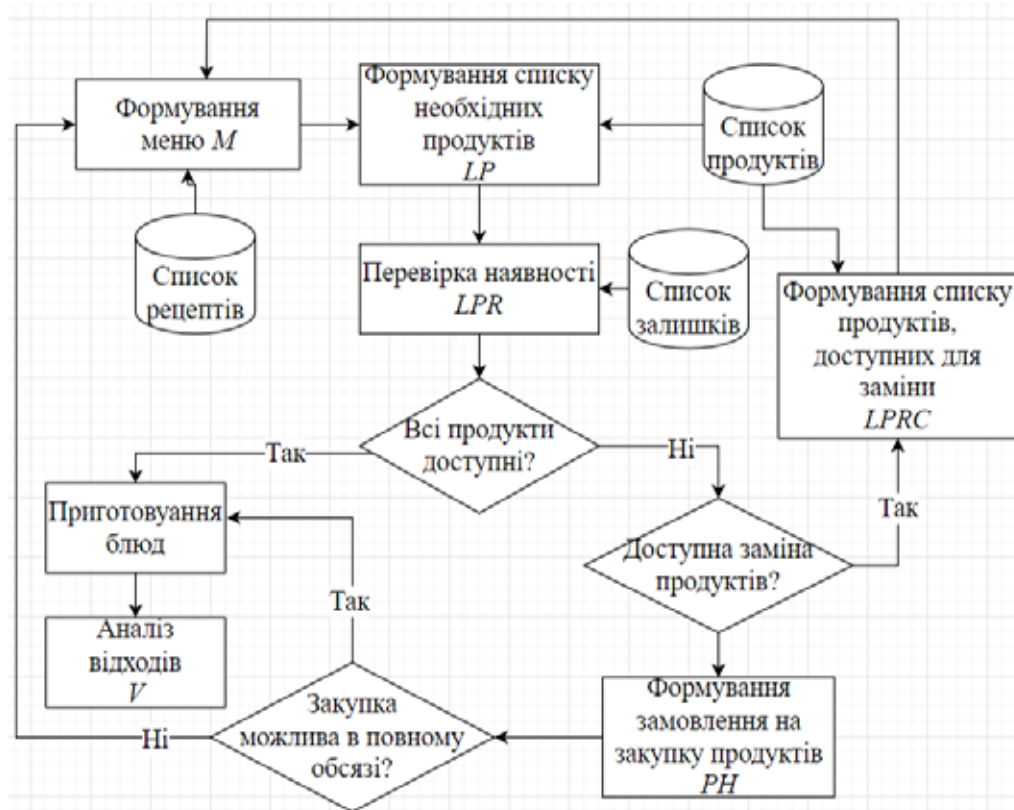


Рис. 1. Послідовність етапів взаємодії планування меню та використання складських запасів

4. Формування списку продуктів з урахуванням можливих заміन $LPRC = \{<prc, qprc>\}$ Якщо для всіх продуктів до $qprc \geq qpr$, то перехід до п. 6.

5. Формування замовлення на закупівлю продукту PH . Якщо закупка можлива в повному обсязі та в потрібний термін, перехід до п. 6. Інакше перехід в п. 1.

6. Приготування блюд відповідно M .

7. Аналіз відходів для подальшого корегування рецептів та контролю залишків на складі.

На основі запропонованої інформаційної технології створено програмну систему, функціональні вимоги до якої представлені на діаграмі варіантів використання (рис. 2).

Діаграма містить акторів системи (Кухар та Комірник), які за допомогою програмних засобів створюють вхідні дані та отримують необхідну інформацію, розраховану на основі наявних даних. Надана інформація використовується для прийняття рішень з боку користувачів.

Архітектура програмної системи відповідає шаблону MVC, який є популярним для використання у веброзробках та мобільних застосунках [14].

Відповідно шаблону, програма складається з трьох компонентів (рис. 3). Компонент View відповідає за представлення інформації користувачу, в загальному вигляді реалізує автоматизовані робочі місця кухара та комірника, надає можливість переглядати потрібну інформацію та запитувати зміну даних, а також вводити дані для їх створення та корегування. Компонент Controller відповідає за взаємодію з даними, формує запити на отримання та модифікацію даних, повертає отриманні дані в View. Компонент Model відповідає за роботу з базою даних, містить набір класів, які забезпечують роботу з сутностями предметної області та виконання запитів.

Використання запропонованих у дослідженні алгоритмів дозволяє підвищити економічну ефек-

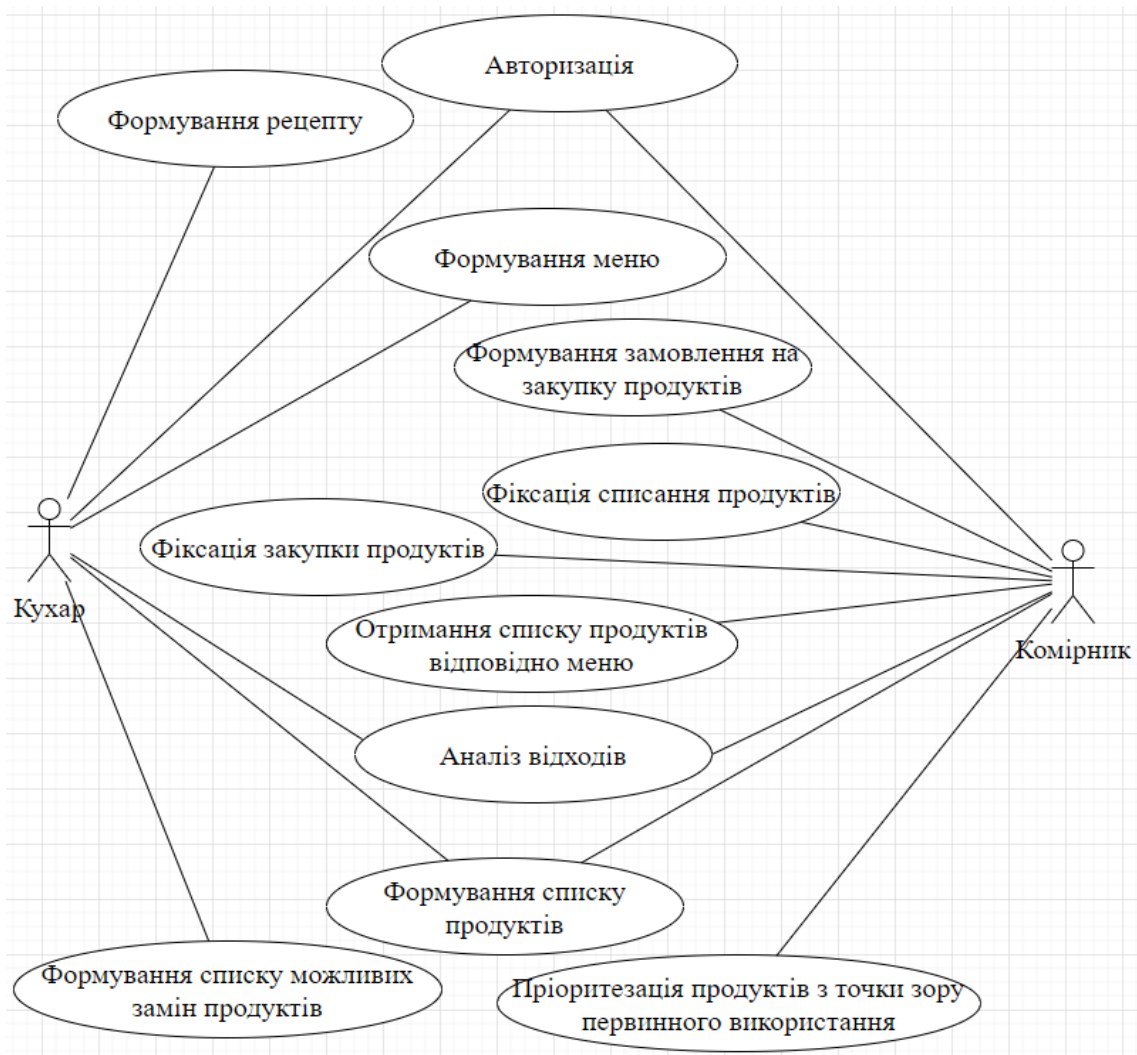


Рис. 2. Діаграма варіантів використання

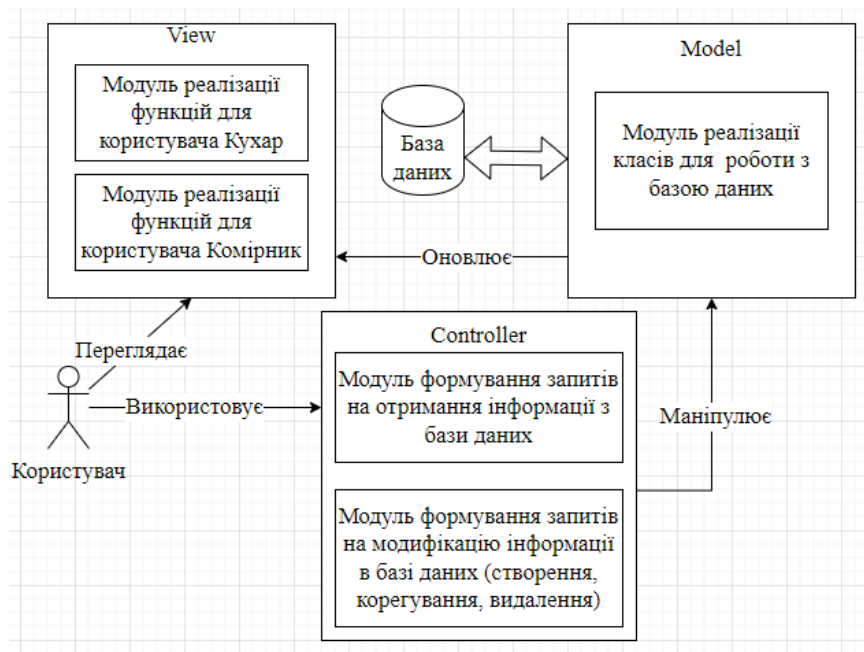


Рис. 3. Архітектура програмної системи

тивність роботи закладів громадського харчування. Це досягається завдяки максимальному залученню до процесу виробництва наявних на складі продуктів, що знижує рівень невикористаних запасів. Рациональне управління залишками на складі сприяє скороченню обсягів закупок нових продуктів, що, у свою чергу, дозволяє суттєво зменшити операційні витрати. Таким чином, оптимізація використання ресурсів не лише знижує рівень харчових відходів, а й безпосередньо впливає на збільшення прибутковості закладу.

Висновки. Дане дослідження пропонує інформаційну технологію, яка складається з послідовності етапів із зворотнім зв'язком та вирішує

проблему максимального використання наявних запасів продуктів на складі закладу, який має забезпечувати громадське харчування. Зберігання та отримання інформації передбачається з бази даних, структура якої побудована на основі моделі взаємодії планування меню та використання складських запасів продуктів. Виконаний аналіз вимог до програмної системи, в основу якої покладена розроблена інформаційна технологія. Спроектовано архітектуру програмної системи, використання якої дасть можливість зменшити кількість відходів продуктів в закладі та за рахунок максимального використання запасів знизити фінансові витрати.

Список літератури:

1. Khan R., Tyagi N., Chauhan N. Safety of food and food warehouse using VIBHISHAN. *Journal of Food Quality*. 2021. DOI: 10.1155/2021/1328332.
2. Guidelines for food storage warehouses. 2016. URL: <https://www.chinaafricasps.org/zh/resources/file/2024/10/17/602216062603333.pdf> (дата звернення 03.06.2025).
3. Nikolicic S., Kilibarda M., Maslarić M., Mirčetić D., Bojic S. Reducing food waste in the retail supply chains by improving efficiency of logistics operations. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. DOI: 10.3390/su13126511.
4. Filippov V.Yu., Sagitova R., Voloshchuk L.O., Jack L. Analysis of the current situation and measures to prevent food loss and food waste in Ukraine. *Economic journal Odessa polytechnic university*. 2023. № 3(25). P. 71–87. DOI: 10.15276/EJ.03.2023.9.
5. Selwitz A. Optimizing Food Inventory: 4 Smart Techniques to Minimize Waste & Maximize Fulfillment. URL: <https://surl.li/sfdbfl> (дата звернення 03.06.2025).
6. Sari R., Firiza S., Syahputri K., Rizkya I., Siregar I. Minimizing inventory cost of dried food materials availability: An analyzing in teaching hospital. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 1122. DOI: 012116. 10.1088/1757-899X/1122/1/012116.
7. Adedeji A. E. Fresh Food Products Inventory Control Management: the challenges in avoiding perishability at the retailers' shelf. *Master Thesis. Linnaeus University Sweden*. 2020. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1440421/FULLTEXT01.pdf> (дата звернення 03.06.2025).

8. Marques P.A., Mendes de Carvalho A. Reducing shrinkage and stockouts in a food retail store: a Portuguese case study. *Jurnal Teknik Industri*. 2021. Vol. 23, No. 2. P. 93–100. DOI: 10.9744/jti.23.2.93-100.
9. Nebioğlu O. Review of menu management process model with a case study. *Advances in Hospitality and Tourism Research*. 2020. Vol. 8. P. 203–234. DOI: 10.30519/ahtr.668220.
10. van Rooijen M.A., Gerdessen J.C., Claassen G.D.H., de Leeuw S.L.J.M. Optimizing household food waste: The impact of meal planning, package sizes, and performance indicators. *Resources, Conservation and Recycling*. 2024. Vol. 205. P. 107559. DOI: 10.1016/j.resconrec.2024.107559.
11. Xaba P., Marumo-Ngwenya K., Kearney J.E.. The application of menu planning principles in food waste prevention by food handlers in supermarket kitchens in Soweto, South Africa. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*. 2024. Vol. 13(2). P. 325–333. DOI: 10.46222/ajhtl.19770720.513.
12. Singh V., Singh A., Tyagi P.K. Utilizing technology for food waste management in the hospitality industry hotels and restaurants technology for food waste management in hotels, restaurants. In book: *Sustainable Disposable Methods of Food Waste in Hospitality Operations* Publisher: IGI Global Publication USA. 2024. DOI: 10.4018/979-8-3693-2181-2.ch019.
13. Coskun A., Genç H.U., Coşkun A. How sustainable is your menu? Designing and assessing an interactive artefact to support chefs' sustainable recipe-planning practices. *Proceedings of the ACM SIGCAS/SIGCHI Conference on Computing and Sustainable Societies*. 2023. P. 90–98. DOI: 10.1145/3588001.3609366.
14. Necula S. Exploring the Model-View-Controller (MVC) architecture: a broad analysis of market and technological applications. *Preprints*. 2024. DOI: 10.20944/preprints202404.1860.v1.

Zinovatna S.L., Bilyi D.O., Onishchenko T.V. INFORMATION TECHNOLOGY INTERACTION OF MENU PLANNING AND USING OF WAREHOUSE INVENTORIES

The article addresses the issue of reducing food waste during the preparation of meals in catering establishments such as restaurants, cafes, schools, and other organizations. Efficient use of food resources is a critical challenge today, as food production consumes significant natural resources, and the disposal of unused products negatively impacts the environment. Moreover, minimizing waste is an important aspect of social responsibility. This paper proposes an information model that formalizes data representation for menu planning and inventory control in public catering organizations. A diagram has been developed to illustrate the interaction between the menu formation module and the inventory management module, including feedback mechanisms. An information technology has been designed for dynamic menu planning that accounts for the availability of products in stock and supports the substitution of ingredients in recipes, with the goal of reducing waste. The users of the proposed software system are identified, along with the functions available to each type of user. Functional requirements for the software are presented as use cases. A software architecture is proposed to manage and coordinate the interaction between menu planning and inventory management modules. The developed technology enables automation of product selection during menu creation, thereby increasing the utilization of available stock. By applying the proposed algorithms, institutions can boost their profits by maximizing the use of warehouse inventory and reducing costs associated with purchasing new products. Additionally, overall waste can be significantly reduced through more efficient use of available ingredients.

Key words: software system, inventory management, waste minimization, menu modeling, use cases.

Дата надходження статті: 26.07.2025

Дата прийняття статті: 07.08.2025

Опубліковано: 27.10.2025