

УДК 621.798, 656.073.235

**Б.П. Валецький***Луцький національний технічний університет, Україна***МЕХАНОТРОНІКА СКЛАДУ**

*У цій статті аналізуються питання автоматизованої побудови складів. Алгоритм програми розраховує площу складського приміщення та всі його розміри, полегшує та прискорює процес обчислень складських приміщень у сотні разів. Характеристика систем складування і розміщення запасів, ефективність логістичної системи залежить не тільки від вдосконалення та інтенсивності промислового і транспортного виробництва, але і складського господарства. Режим підбирання у реальному часі, дасть змогу обрати будь-який спосіб розташування, та задовольнити усі необхідні вимоги відповідно, додатково експортувати результати обрахунків, та графічне креслення, з подальшою його обробкою та реалізацією для технічної документації складського приміщення.*

*Ключові слова:* контейнер, штабель, склад, палета, ємність.

**B. Valetsky***Lutsk National Technical University, Ukraine***MECHANOTRONICS OF THE WAREHOUSE**

*This article analyzes the issues of automated construction warehouse. The algorithm of the program calculates the area of the warehouse and all its dimensions, facilitates and accelerates the process of calculating the storage space hundreds of times. Characteristics of storage and distribution systems, the efficiency of the logistics system depends not only on the improvement and intensity of industrial and transport production, but also on warehousing. The real-time picking mode will allow you to choose any layout, and satisfy all the required requirements accordingly, additionally exporting the results of the calculation, and the graphical drawing, with its further processing and implementation for the technical documentation of the warehouse.*

*Key words:* container, stack, warehouse, pallet, capacity.

**Б.П. Валецький***Луцький національний технічний університет, Україна***МЕХАНОТРОНІКА СКЛАДУ**

*В этой статье анализируются вопросы автоматизированного построения складов. Алгоритм программы способен рассчитывает площадь складского помещения и все его размеры, облегчает и ускоряет процесс вычисления складских помещений в сотни раз. Характеристика систем складирования и размещения запасов, эффективность логистической системы зависит не только от совершенствования и интенсивности промышленного и транспортного производства, но и от складского хозяйства. Режим подбора в реальном времени, позволит выбрать любой способ расположения, и удовлетворит все необходимые требования соответственно, дополнительно экспортирует результаты вычислений, и графическое чертежи, с последующей его обработкой и реализацией для технической документации построения складского помещения.*

*Ключевые слова:* контейнер, штабель, состав, паллета, емкость.

**Постановка проблеми.** В даний час роль і значення складських комплексів в економічних відносинах зросли. Доступ до складських потужностей і останнім новаціям в даній галузі - важлива складова конкурентної боротьби між виробниками, оптовими і роздрібними торговими посередниками в бажанні доставити товар до кінцевого споживача з найменшими витратами, але отримати при цьому найбільший прибуток.

Склад є найважливішим компонентом будь-якого процесу постачання, оскільки він виступає сполучною ланкою між постачальником і споживачем. При цьому постачання можна визначити як глобальну мережу, яка використовується для просування товарів (послуг) від джерел їх виникнення до кінцевого споживача за допомогою потоків інформації, фізичного розподілу та грошових засобів.

Сьогодні функціонування як виробничих, так і торгових компаній при відсутності запасів практично неможливо. Однак слід зазначити, що запаси - це виключені з обороту грошові кошти, яких завжди катастрофічно не вистачає будь-якої компанії. У зв'язку з цим виникає необхідність формування та підтримки оптимального рівня запасів.

В умовах швидкозростаючої конкуренції компанії змушені постійно вдосконалювати методи, спрямовані на проектування та управління складом, підвищувати його продуктивність, а також рівень обслуговування клієнтів. Зростання попиту на високий рівень обслуговування призводить до необхідності підвищення швидкості і точності інвентаризації, своєчасного обслуговування поставки, можливості виконання індивідуального замовлення, надання гнучкого сервісу з доданою вартістю і здатності реагувати на спеціальні запити клієнтів.

Актуальність обраної теми обґрунтована тим, що правильний вибір розрахунку параметрів складу дозволяє значно знизити витрати на зберігання, що в свою чергу дозволить збільшити рентабельність та прибутковість.

Характеристика систем складування і розміщення запасів, ефективність логістичної системи залежить не тільки від вдосконалення та інтенсивності промислового і транспортного виробництва, але і складського господарства.

Складське господарство сприяє: збереженню якості продукції, матеріалів, сировини; підвищенню ритмічності і організованості виробництва і роботи транспорту; поліпшення використання територій підприємств; зниження простоїв транспортних засобів і транспортних витрат; вивільненню працівників від непродуктивних вантажно-розвантажувальних і складських робіт для використання їх в основному виробництві.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що важливим етапом технологічного проектування складу є визначення типології складських приміщень [1]. Вихідними умовами для вирішення цього завдання слугують такі фактори: товарна спеціалізація, структура та чисельність адміністративно-управлінського персоналу, рівень механізації робіт, потреба в санітарно-технічних, електротехнічних та інших інженерних спорудах, обладнанні та комунікаціях.

Площі на товарних складах, зазвичай, поділяються на приміщення основного виробничого призначення і допоміжні. Перші використовуються для виконання основних технологічних операцій, зокрема, для зберігання товарів, експедиції і переробки. Допоміжні приміщення призначені для зберігання тари, розміщення інженерних пристроїв і комунікацій, а також різних служб тощо. Під час проектування складу необхідно враховувати функції, які виконують різні зони, вміти оптимізувати їх параметри і місця розташування, визначати ефективність роботи.

Для створення максимально ефективного складу необхідне якісне проектування складських стелажів[2]. Це надто складний процес, що вимагає професійного підходу до розроблення (досвідчений персонал, вимірювальна техніка, спеціальні комп'ютерні програми, знання в сфері складської логістики тощо). Від якості виконаного проекту залежить не тільки ефективність роботи складу, але й насамперед надійність, безпеки і термін служби стелажів. Тому важливо обрати виконавця з високою кваліфікацією і великим досвідом проектування стелажних систем.

Є багато приватних компаній які надаю весь комплекс послуг з проектування складських стелажних систем: виїзд кваліфікованих технічних фахівців для консультацій та виконання замірів, подальша розробка, узгодження проекту і монтаж стелажних систем. Ми виконуємо проектування стелажів будь-яких типів і складності, в точній відповідності поставленим завданням, з дотриманням всіх норм та індивідуальних вимог чи побажань замовника. Наші проекти максимально продумані для оптимального використання корисної площі і обсягу приміщення.

Після проектування застосовують інноваційний підхід - систему управління складом (англ. Warehouse Management System). Система управління складом (WMS) являє собою програмний додаток, яке спеціалізується на оптимізації, часткової автоматизації та підтримки повсякденних операцій в межах складу. При цьому WMS-системи можуть бути як частиною ERP-системи (англ. Enterprise Resource Planning), так і автономними, що включають в себе складні AIDC- технології. Система WMS здійснює збір, зберігання і передачу інформації, яка необхідна для ефективного управління матеріальним потоком всередині складу, контролює рух матеріалів в межах складу, виробляє точний і своєчасний облік всіх товарів шляхом реєстрації складських операцій і оптимізує запаси за допомогою постійного контролю інформації про їх стан[3].

**Постановка завдань.** Метою написання даної роботи є аналіз і розрахунок параметрів складського господарства та автоматизований їх розрахунок. Складування продукції необхідно в зв'язку з наявними коливаннями циклів виробництва, транспортувань і її споживання. Склади різних типів можуть створюватися на початку, середині і наприкінці транспортних вантажопотоків або виробничих процесів для тимчасового накопичення вантажів і своєчасного постачання виробництва матеріалами в потрібних кількостях. Тимчасове складування (нагромадження) продукції обумовлено характером виробництва і транспорту.

Початковими умовами для визначення номенклатури складів служать такі чинники, як:

- товарна спеціалізація;
- рівень механізації робіт;
- потреба в санітарно-технічних, електротехнічних і інших інженерних спорудах, пристроях і комунікаціях, а також ряд інших чинників.

Залежно від призначення усі приміщення складу поділяються на:

- технологічні приміщення;
- підсобні приміщення;
- адміністративно-побутові приміщення.
- До основних вимог технологічного планування складів відносяться наступні:
- максимально використовувати складські площі і об'єми;
- забезпечувати відповідність ширини проходів між технологічним устаткуванням технічним характеристикам використовуваних механізмів;
- мати центральні проходи, що забезпечують вільний поворот в них підлогових підйомно-транспортних засобів і зустрічний їх рух;
- розташовувати ділянки приймання з того боку складу, звідки відбувається основне надходження товарів, а ділянки комплектування з того боку складу, звідки виконується основне відвантаження товарів;
- рух вантажопотоків має бути організований з таким розрахунком, щоб зустрічні перевезення були зведені до мінімуму (за винятком складів з поєднаними ділянками приймання і відвантаження вантажів);
- враховувати дотримання правил охорони праці, техніку безпеки і протипожежної безпеки.

**Викладення основного матеріалу.** Алгоритм вбудований у програму розраховує площу складського приміщення, усі його розміри (довжину, ширину, висоту) враховуючи усі введені користувачем величини та розміри, також передбачений розрахунок колон при їх необхідності. При старті нових розрахунків у всіх комітках за замовчуванням введені стандартизовані дані для прикладу. Усі значення корегуються довільно, деякі змінювати не рекомендується. При введенні стандартизованих розмірів палети, та залишення деяких даних без змін - розміри стелажа (секції) також будуть стандартизованими. Порядок розрахунку представлений на рис. 1.

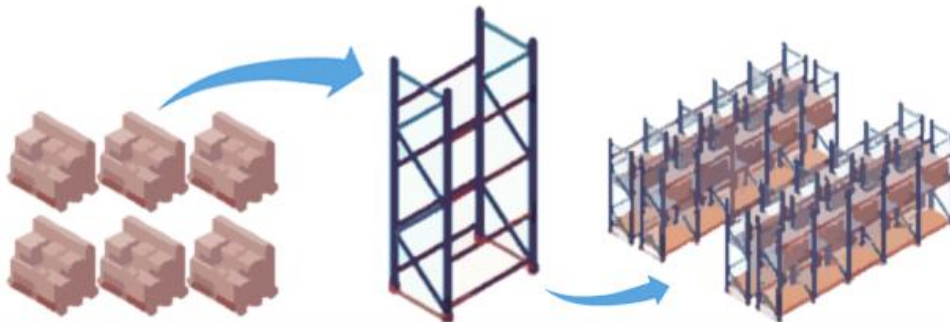


Рис. 1. Схема формування розрахунку складського приміщення

На рис.2, наведена загальна блок схема програми.

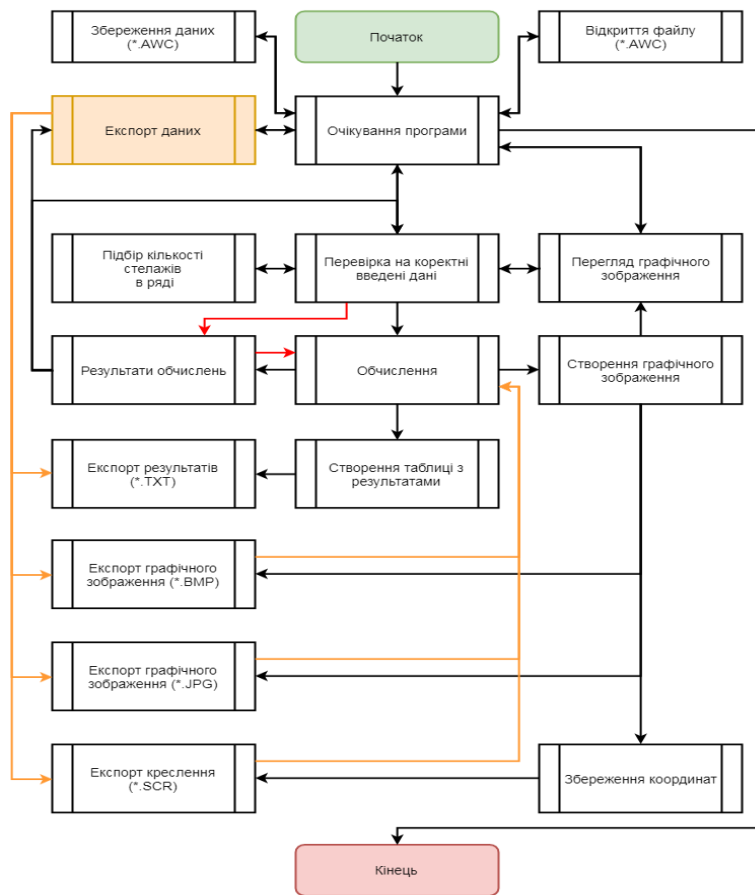


Рис.2. Загальна блок-схема структури програми

Опис інтерфейсу та роботи програми з автоматизованого розрахунку основних параметрів складської системами. Програма складена за допомогою утиліти Embarcadero RAD Studio. За основу взята мова програмування високого рівня C++. Дизайн програми цілеспрямований у темну сторону, для зручності користування.

Панель з елементами вводу даних, зображена на рис. 3. На ній розміщені дві кнопки:

«Оновити» – запускає функцію обчислення та оновлює графічне зображення, при вірних налаштуваннях.

«Результати» – показує панель з таблицею у якій містяться результати обчислення, зображену на рис. 4. Якщо дані були змінені, попередньо запускається функція оновлення, описана вище.

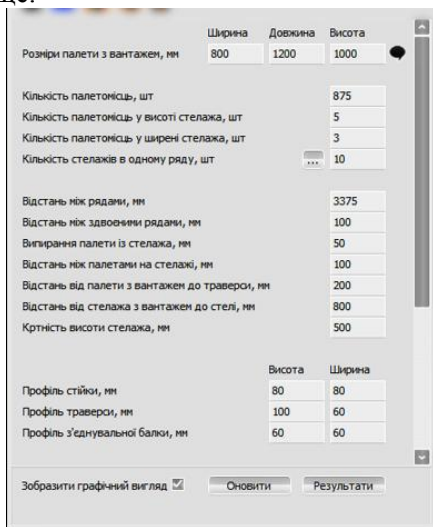


Рис. 3. Панель вводу даних

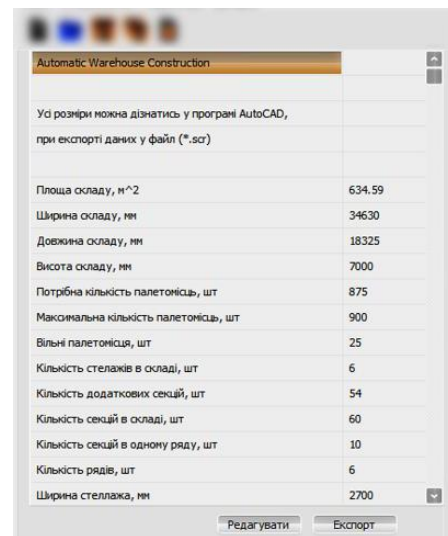


Рис. 4. Результати обрахунків

Для більшості комірок у панелі вводу даних добавлена функція віконних підказок зображена на рис. 5. Вона допомагає наглядно зрозуміти де використовується конкретний розмір, або на що впливає дане значення, побачити застереження та тонкощі розрахунку.

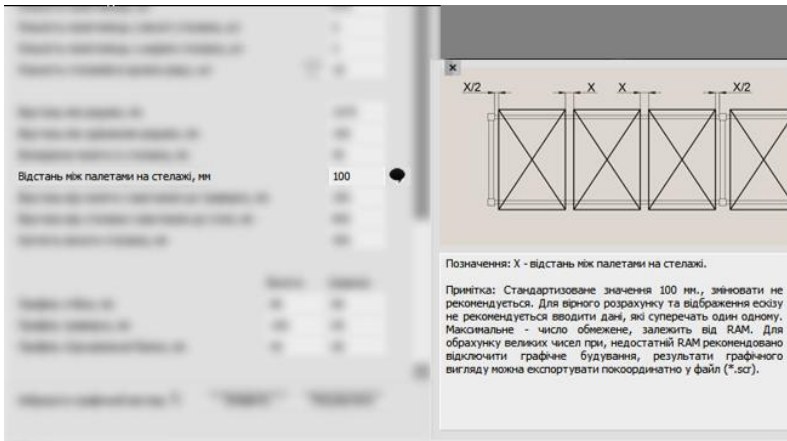


Рис. 5. Вікно підказок

1	59	10	875	885
59	1	10	875	885
3	20	25	875	900
4	15	25	875	900
5	12	25	875	900
6	10	25	875	900
10	6	25	875	900
12	5	25	875	900
15	4	25	875	900
20	3	25	875	900
30	2	25	875	900
2	30	25	875	900
31	2	55	875	930
7	9	70	875	945
9	7	70	875	945
21	3	70	875	945
16	4	85	875	960

Кількість стелажів в одному ряду, 10 шт

Редагувати

Рис.6. Визначення оптимальної кількості стелажів в ряду. Таблиця з результатами

Функція підбору (визначення оптимальної кількості стелажів в ряду) описана у пункті 2, представлена у вигляді таблиці, рис. 6. Кожна комірка підписана, інформація виводиться у комірці під таблицею.

Керування програмою здійснюється за допомогою панелі «меню», зображеній на рис. 7. Більшості командам присвоєні «гарячі клавіші» та «швидкий доступ» у вигляді іконок для більш швидкого редагування налаштувань.

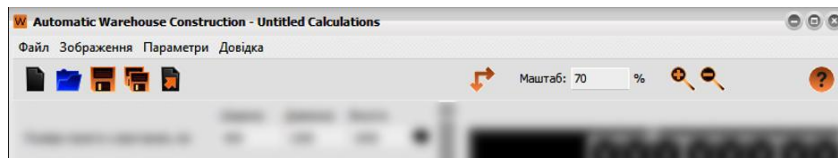


Рис.7. Панель меню, налаштування вводу – виводу інформації

Керування файлом розрахунків відбувається за допомогою інструментів, представлених на рис. 8.

«Новий» – оновлює комірки вводу інформації та налаштування за замовчуванням.

«Відкрити» – відкриває вікно з директорією, для вибору файлу формату (\*.AWC) у якому містяться дані вводу інформації та налаштування програми, попередньо збережені користувачем.

«Зберегти» – зберігає дані у попередньо створений файл (\*.AWC), у якому містяться дані вводу інформації та налаштування програми. В інших випадках використовується функція «Зберегти як».

«Зберегти як» – відкриває вікно з директорією для вибору місця збереження файлу формату (\*.AWC), у якому містяться дані вводу інформації та налаштування програми.

«Експортувати як» – відкриває вікно експорту зображене на рис. 10. Вбудована підпрограма дозволяє зберігати файли виводу інформації у таких форматах як:

- (\*.SCR) – файл з набором команд для виконання, збережених послідовно. У даному випадку команди сформовані для програми AutoCAD, що дає змогу конвертувати та перенести графічне зображення у вище згадану програму та редагувати його відповідно до стандартів, які необхідні користувачу, після чого конвертувати файл у будь-який інший формат, включно формати креслення. При конвертуванні масштаб автоматично змінюється на 100%, одиниці вимірювання використовуватимуться за замовчуванням налаштувань програми AutoCAD.

- (\*.BMP) – файл растрової графіки, в якому зображення зберігається у вигляді двовимірного масиву пікселів.

▪ (\*.JPG) – растровий формат збереження графічної інформації, що використовує стиснення з втратами. У даній версії програми стиснення за замовчуванням не відбувається, тобто якість зображення найкраща, що в свою чергу впливає на розмір файлу.

▪ (\*.TXT) – текстовий формат, використовується виключно для виводу результатів обрахунків.

«Вихід» – закриття програми, відповідно данні вводу та виводу втрачаються.

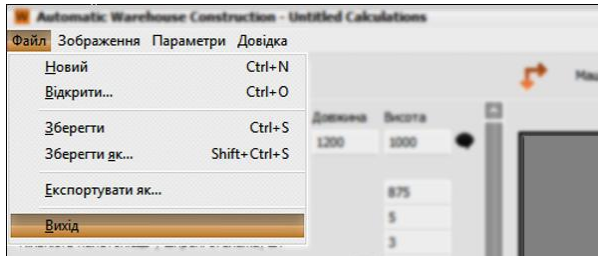


Рис.8. Керування файлом

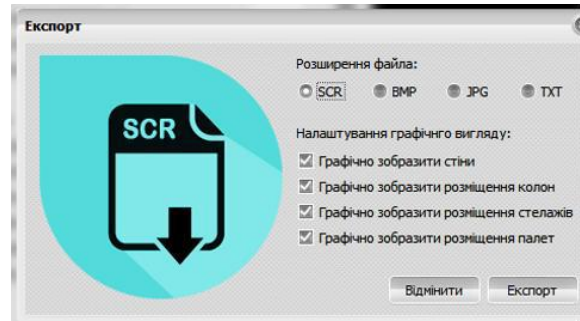


Рис.9. Керування файлом. Вікно «експорту», виводу інформації

Керування графічним зображенням, та його налаштування відбувається за допомогою інструментів, представлених на рис. 10.

«Масштаб» - включає в себе дві функції – збільшення та зменшення масштабу зображення, на панелі іконок відображене поле із поточним значенням масштабу, із можливістю змінити його на будь-яке потрібне значення. Мінімальний масштаб – 1%, максимальний – 100%. При максимальному значенні один піксель дорівнюватиме одному міліметру.

«На початок координат» - повертає координати зображення, на стартову позицію.

«Прозорий фон» - дана функція вмикає, або вимикає білий фон графічного зображення, не впливає на результати обчислень та експорт файлу.

«Графічно зобразити» - при побудові графічного зображення зображає відповідні попередньо вибрані елементи (стіни, колони, стелажі, палети) , не впливає на результати обчислень.

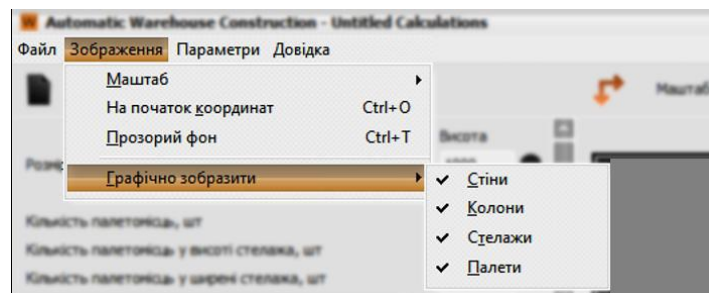


Рис.10. Налаштування вигляду графічного зображення

Поточна версія програми підтримує лише українську локалізацію, у наступних версіях програми розглядається додання англійської та російської локалізації.

**Висновок.** Аналізуючи способи розрахунку складів для різни типів підприємств, була розроблена програма Automatic Warehouse Construction яка облегшить цей процес. Даний алгоритм розрахунку полегшує та прискорює процес обчислень складських приміщень у сотні разів.

Програма дозволяє експортувати графічні результати у файл SCR (AutoCAD Script), що дає можливість перегляду всіх потрібних розмірів, та редагування ескізу складського приміщення. Варто зауважити, що програма може обчислити будь-які значення, та будь-які розміри. Обмеження є лише у виведенні графічного результату у самій програмі.

Режим відображення у реальному часі, дасть змогу обрати будь-який спосіб розташування, та задовольнити усі необхідні вимоги відповідно, додатково експортувавши результати обрахунків, та графічне креслення, з подальшою його обробкою та реалізацією для технічної документації складського приміщення.

**Список використаних джерел:**

1. Валецький Б.П. Транспортне обладнання гнучких виробничих систем пакування / Б.П. Валецький // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Випуск 54. – Луцьк, 2016. – С.53-58.
2. Валецький Б.П. Сучасні принципи побудови контейнерних майданчиків складських терміналів / Б.П. Валецький // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Випуск 58. – Луцьк, 2017. – С.50-55.
3. Інтелектуальні склади-термінали / Б.П. Валецький, О.В. Валецька // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Випуск 50. – Луцьк, 2015. – С.25-29.
4. Валецький Б.П. Оптимізація роботи складу та складських технологій // Технологічні комплекси.-Науковий журнал.- Луцьк: Видавн-во Луцького НТУ, 2014, №1(9).-с.226-229.
5. Джонс М.Т. Программированиеискусственноинтеллекта в приложениях. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 312 с.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2019