

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

# Інформаційна технологія складання планограми викладки товару

Виконав студент гр. КН-16м Чеботарь В.С.

Науковий керівник: к.т.н., доц., Колесницький О.К.

## АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Планограма** - це графічне зображення викладки товару на конкретному торговельному обладнанні магазину.

Основна ціль складання планограм – підвищення продажів і прибутку магазину шляхом виграшного та зручного розташування товарів. Однак планограми також використовуються для інвентаризації, поліпшення контролю і підвищення лояльності клієнтів.

Складання планограм вручну вимагає знань експерта і є дуже трудомістким процесом, адже задача складання планограми є NP-повною комбінаторною задачею оптимізації. Отже використання інформаційних технологій для вирішення даної задачі є дуже актуальним.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи** є підвищення потенційної прибутковості планограм та швидкості їх складання шляхом застосування гіперевристики імітації відпалу металу.

**Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:**

1. Провести аналіз предметної області комп'ютеризованої побудови планограм;
2. Розглянути існуючі методи побудови планограм та обґрунтувати вибір методу, який задовольнить мету даної магістерської кваліфікаційної роботи;
3. Розробити математичну модель процесу комп'ютеризованої побудови планограм;
4. Розробити інформаційну технологію комп'ютеризованої побудови планограм
5. Розробити структуру та алгоритм роботи програмного засобу комп'ютеризованої побудови планограм;
6. Виконати програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології на основі обраного методу;
7. Провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів.

## ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

**Об'єкт дослідження** – це процес складання планogram товарів комп'ютерними засобами.

**Предмет дослідження** – це методи та програмні засоби складання планogram товарів, їх прибутковість і швидкість складання.

### Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- гіперевристичні методи, зокрема метод імітації відпалу металу
- методи комп'ютерного моделювання,
- методи математичної статистики для аналізу і перевірки коректності отриманих теоретичних та практичних результатів
- методи об'єктно-орієнтованого програмування .

## НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

полягає в наступному:

- Дістала подальшого розвитку інформаційна технологія побудови планогам методом евристики, яка відрізняється від відомих застосуванням гіперевристики імітації відпалу металу, що забезпечує підвищення прибутковості планогам та швидкості їх побудови.
- Вдосконалено математичну модель Янга для побудови планогам, яка відрізняється додаванням розрахунку кількості товарів вглиб полиці, що враховує товарний запас магазинів, що забезпечує підвищення зручності використання програми

## ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

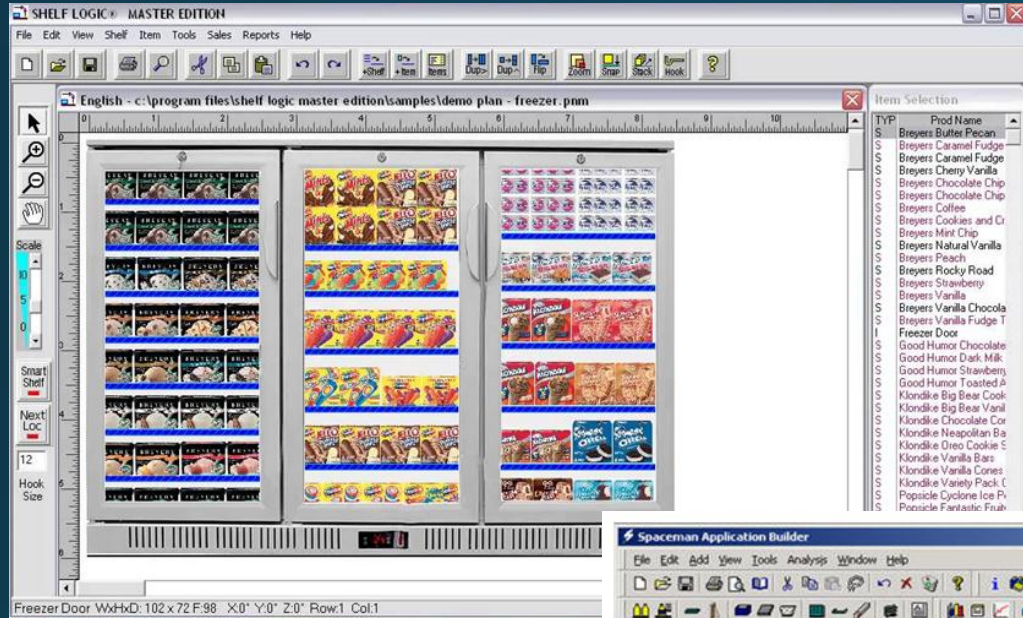
полягає в наступному:

- Розроблено алгоритм комп'ютеризованої побудови планогам, який використовує модифіковану математичну модель Янга та метод імітації відпалу металу для оптимізації результату.
- Розроблено алгоритм стратегії вертикальної викладки товарів та алгоритм стратегії горизонтальної викладки товарів, а також алгоритм відпалу металу для застосування евристик
- Розроблено алгоритм роботи програмного засобу побудови планогам, під мобільну операційну систему Android.
- Розроблено програмне забезпечення побудови планогам

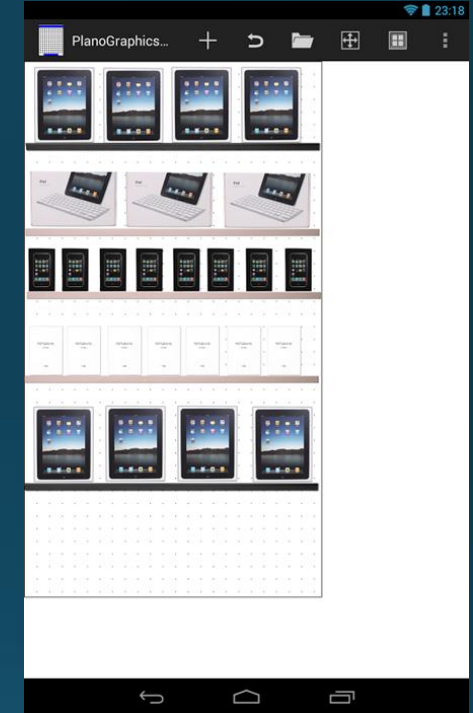
Розроблене програмне забезпечення може бути використано у супермаркетах середніх та великих розмірів для підвищення прибутку, отримання лояльності клієнтів та для контролю за товарним запасом.



# АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПОБУДОВИ ПЛАНОГРАМ

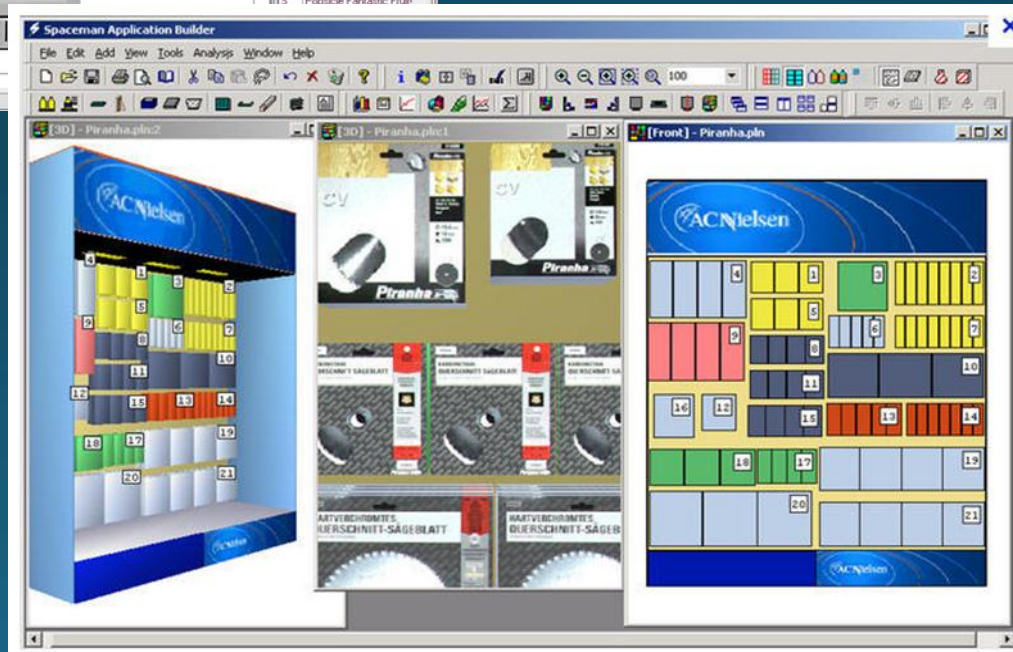


Програма Shelf Logic



Програма PlanoGraphics

Програма Spaceman Professional



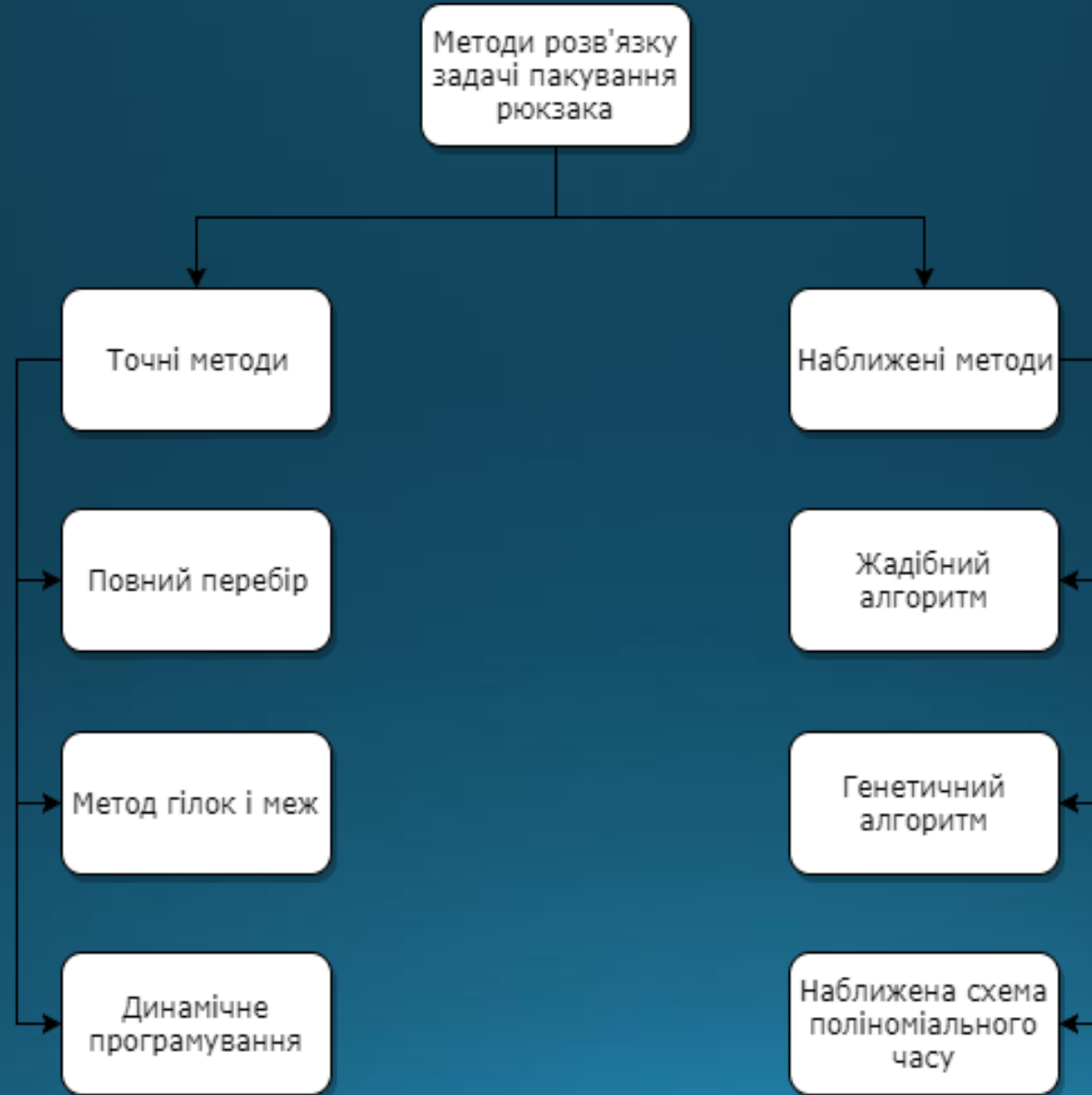
## АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

**Задача розподілу простору на полицях (Shelf Space Allocation Problem – SSAP)** полягає у призначенні відповідного місця на полиці кожному SKU (Stock Keeping Unit - ідентифікатор товарної позиції), без порушення заданих обмежень та максимізуючи загальний прибуток.

Задача складання планограми викладки товарів є особливою формою задачі про пакування рюкзака.

**Задача про пакування рюкзака** – одна з NP-повних задач комбінаторної оптимізації, що має за мету укласти якомога більше цінних речей в рюкзак за умови, що місткість (або вага) рюкзака обмежена.

# ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ

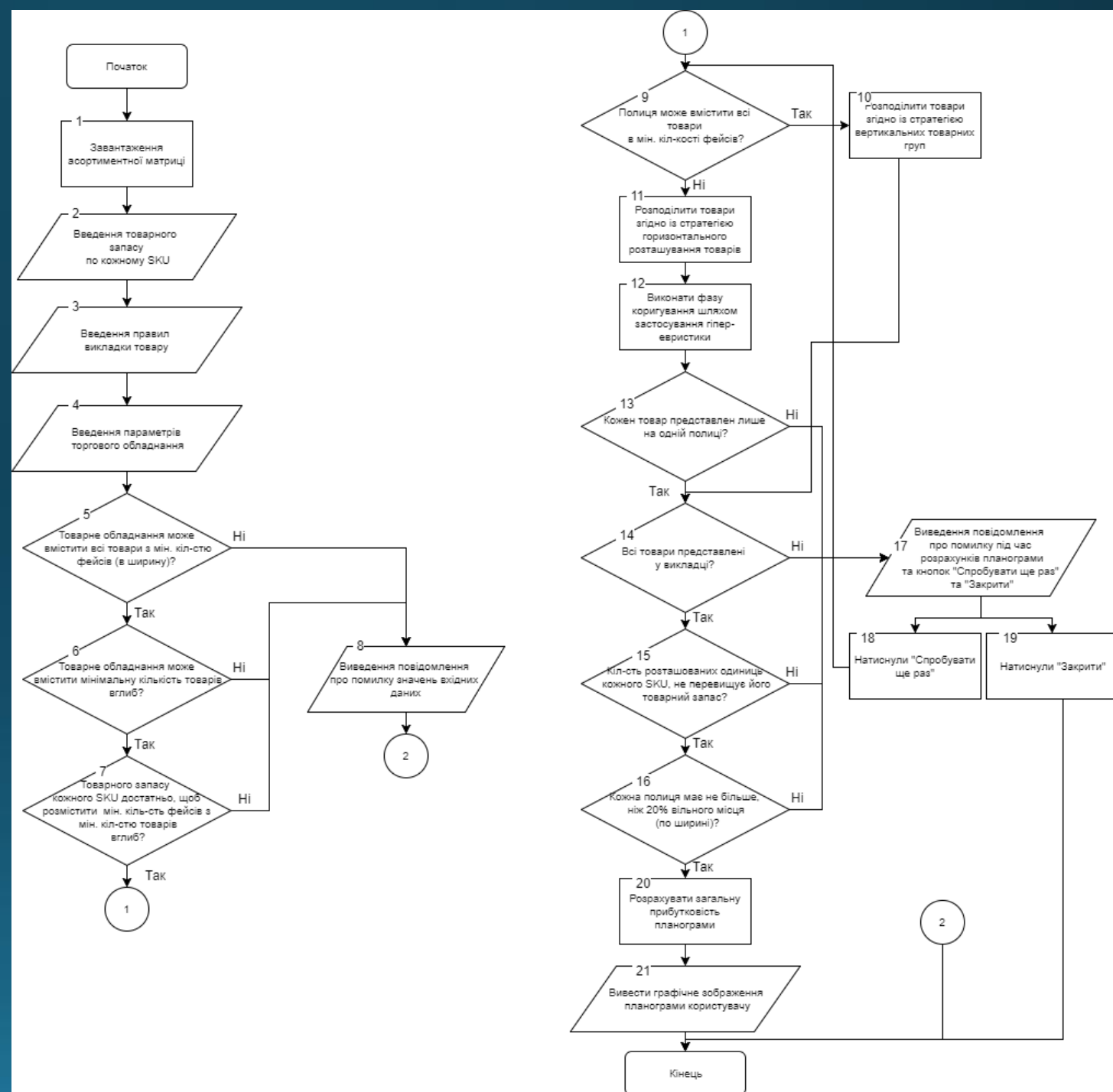




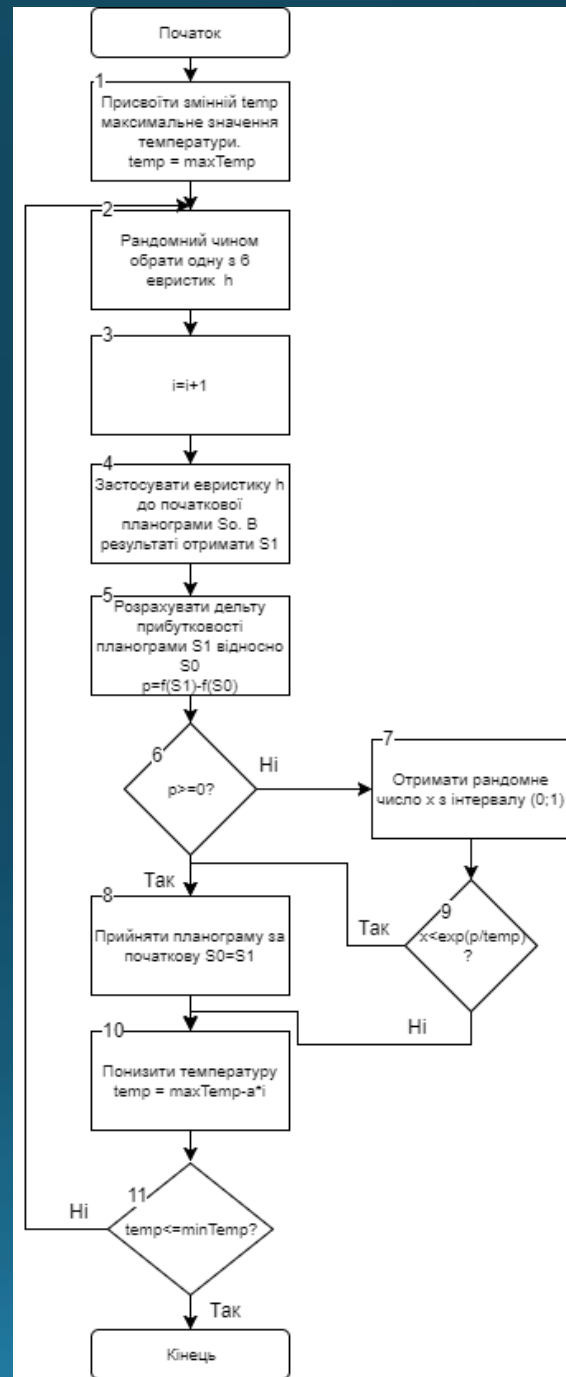
# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СКЛАДАННЯ ПЛАНОГРАМИ ВИКЛАДКИ ТОВАРІВ ГІПЕРЕВРИСТИЧНИМ МЕТОДОМ

Підготовчий етап	Перевіряється, що вирішення задачі можливо. Наприклад, що достатньо місця, щоб розмістити мінімальну кількість фейсів всіх товарів і мінімальну кількість одиниць товару для кожного фейса.	$\sum_{k=1}^m T_k \leq \sum_{i=1}^n a_i \quad z_i \geq M_i$ $b_i M_i \leq J$
Етап розподілу	Створюється початкова планограма на основі одного з критеріїв - пріоритету товарів або їх кількості на складі. Використовуються 2 різні стратегії для фази розподілу товарів - стратегія вертикальних товарних груп та стратегія горизонтального розташування товарів. Стратегія вертикальних товарних груп використовується коли одна полиця може вмістити всі потрібні продукти, тобто коли довжина полиці менша за суму довжин всіх товарів.	
Етап корегування	Складається з шести евристичних рухів, що використовуються щоб покращити загальний результат. Ці евристики змінюють товари місцями, рухають їх, змінюють кількість фейсів та кількість товарів вглиб. Для запуску евристик використовується гіперевристика методом імітації відпалу металу.	$P(\bar{x}^* \rightarrow \bar{x}_{i+1}   \bar{x}_i) = \begin{cases} 1, & F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) < 0 \\ \exp\left(-\frac{F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i)}{q_i}\right), & F(\bar{x}^*) - F(\bar{x}_i) \geq 0 \end{cases}$
Етап завершення	Розраховується загальний прибуток отриманої планограми, перевіряється, що планограма не порушує жодні обмеження та відбувається візуалізація планограми в зручному для користувача вигляді.	$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \varphi_{ik} x_{ik} w_{ik}$

# ГРАФ-СХЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ ПЛАНОГРАМИ ВИКЛАДКИ ТОВАРУ

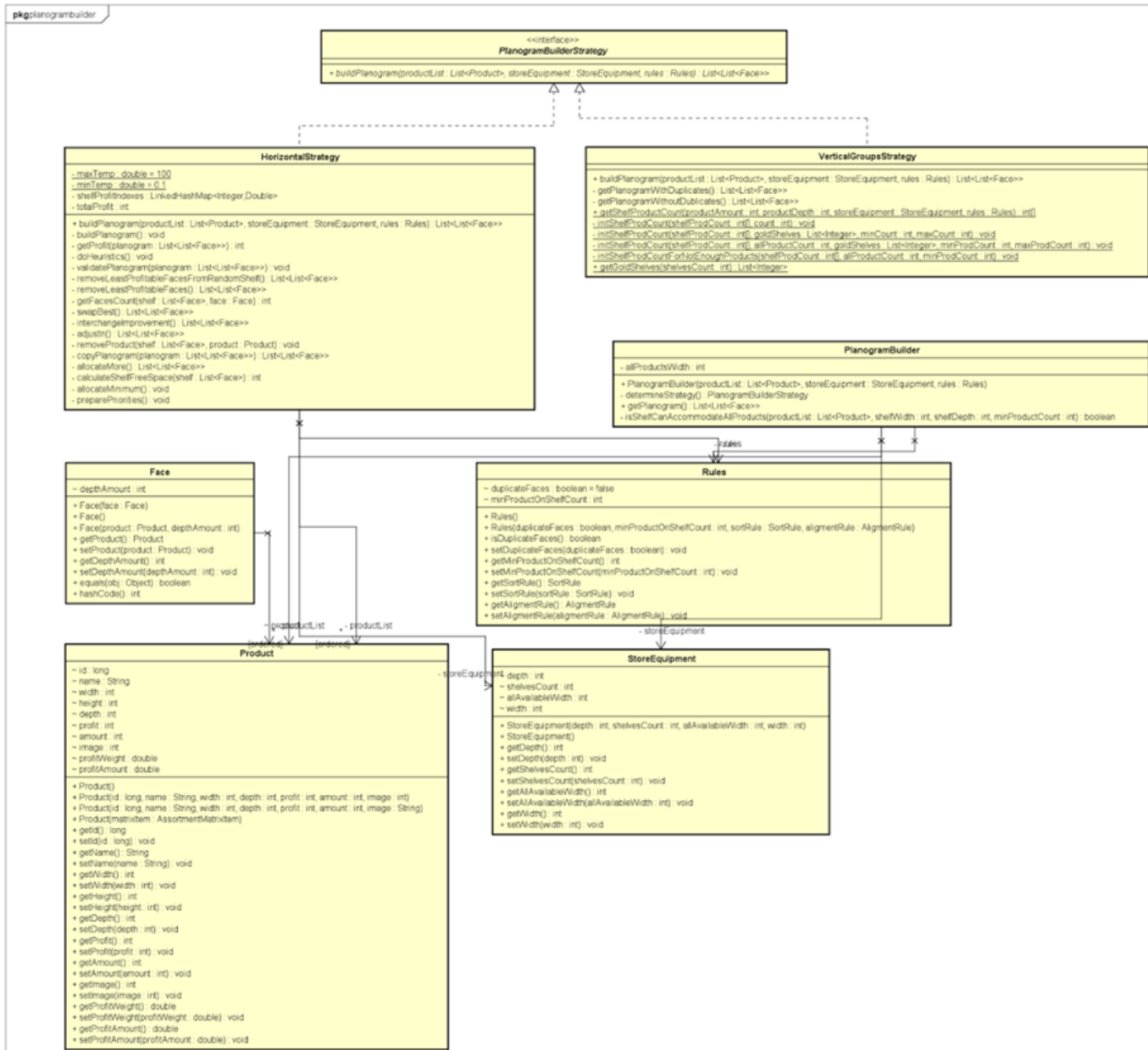


# АЛГОРИТМ РОБОТИ ГІПЕРЕВРИСТИКИ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЇ ВІДПАЛУ МЕТАЛУ

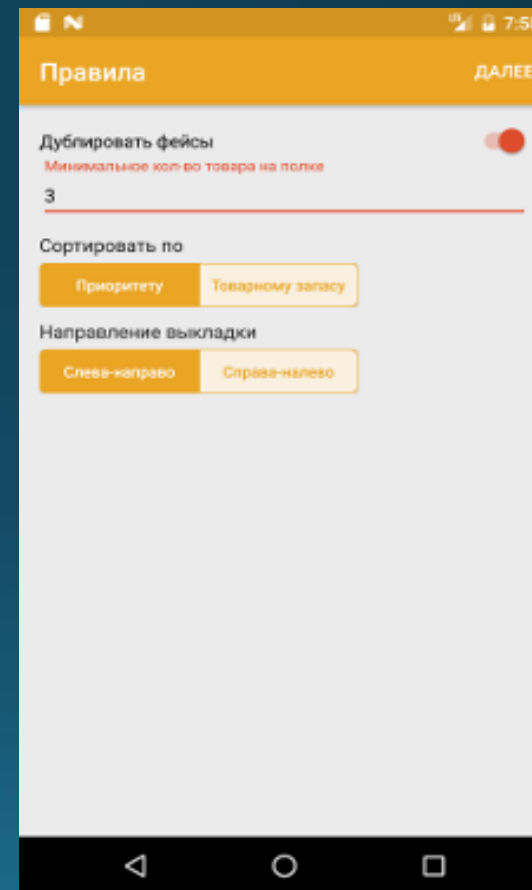
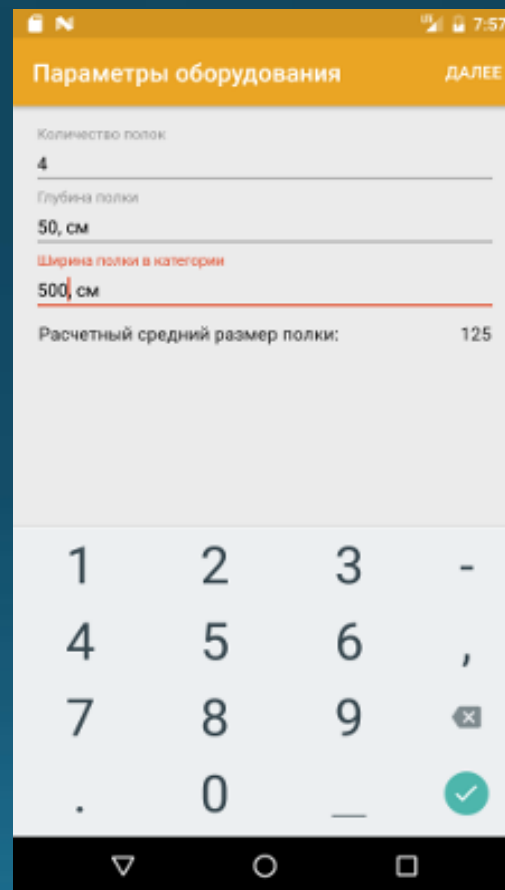
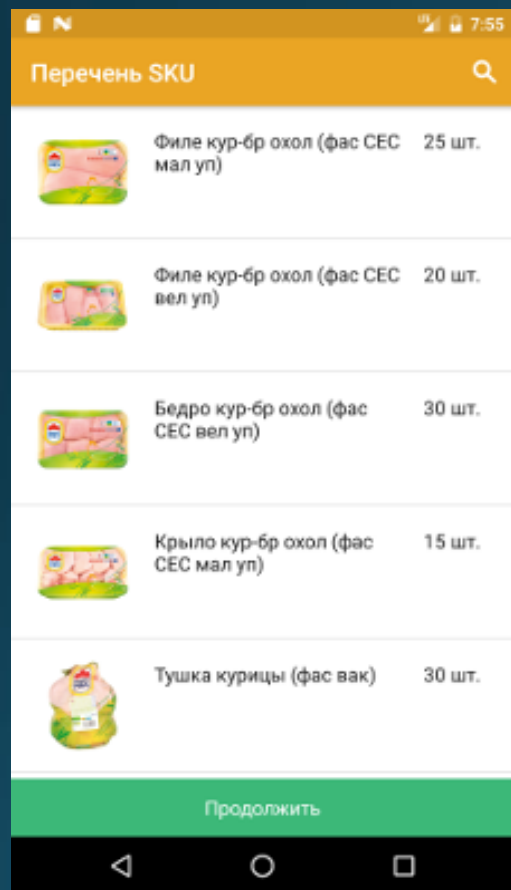


# ДІАГРАМА КЛАСІВ ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ

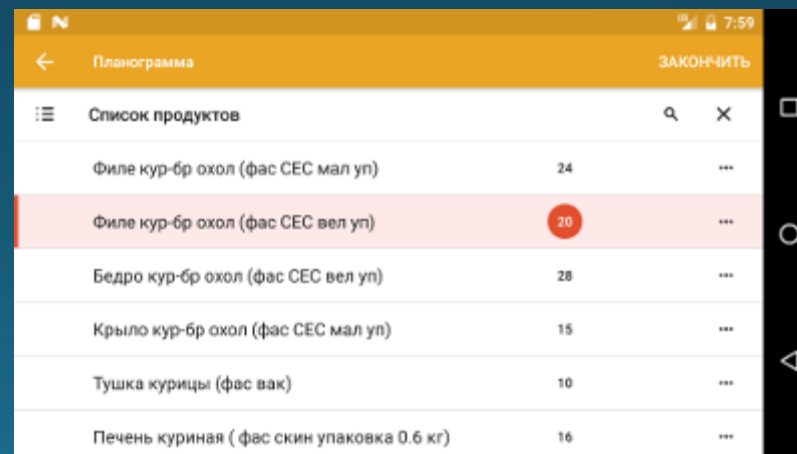
- мова програмування Java
- середовище розробки – Android Studio 3.0



# РОБОЧІ ВІКНА ПРОГРАМИ



# РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ ПРОГРАМИ





# АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Назва тестової вибірки	Кількість товарів	Кількість полиць	Глибина полиць	Ширина полиць	Мін. кількість товарів за фейсом
А	15	4	50	60	2
Б	50	6	60	150	3
В	100	7	70	300	3

Згенеровано 3 набори тестових даних різного розміру та складності: ширина товарів була отримана випадковим чином з рівномірного розподілу від 5 до 25 см, глибина - від 1 до 20 см, кількість товарного запасу - від 2 до 200 штук, прибутковість - від 5 до 50 грн.

Для кожного набору тестових даних програма запускала 10 разів і обирався середньоарифметичний результат.

# АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Назва тестової вибірки	Прибутковість планограми, грн		Відносний показник прибутковості розробленої системи відносно PlanoGraphics
	PlanoGraphics	Розроблена система	
А	711	824	15,89%
Б	2192	2505	14,28%
В	6320	7132	12,85%
В середньому			14,34%

Назва тестової вибірки	Швидкість побудови планограми, мс		Відносний показник швидкості побудови планограми розробленої системи відносно PlanoGraphics
	PlanoGraphics	Розроблена система	
А	400	92	-77%
Б	850	115	-86,47%
В	1100	182	-83,45%
В середньому			-82,31%

## ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було виконано оцінювання комерційного потенціалу розробки інформаційної Технології складання планограми викладки товарів:

- Загальні витрати на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи складають 117475,65 грн.
- Приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки 562497,5 грн.
- Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій - 59%, що вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування, яка складає 23%.
- Термін окупності вкладених інвестицій - 1,69 року.

# АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ ТА ПУБЛІКАЦІЇ

**Апробація результатів роботи.** Результати роботи були апробовані на IV Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та взаємодії (IT&I-2017) та опубліковані у збірнику даної конференції.

**Публікації.** За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано тези доповіді конференції.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було запропоновано інформаційну технологію складання планограми викладки товарів, яка використовує математичну модель Янга та метод імітації відпалу металу для гіперевристички, що дозволило збільшити прибутковість планограми на 14% та швидкість її побудови на 82% порівняно з програмою-аналогом.

Дякую за увагу!