

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіоелектроніки
Факультет комп'ютерних наук і технологій
Кафедра системного аналізу та обчислювальної математики

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
_____магістр_____
(ступінь вищої освіти)

на тему Задача розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими
за рівномірним законом

Виконав: студент 2— го курсу, групи КНТ– 818м
напряму підготовки 124 Системний аналіз

Освітня програма (спеціалізація)

«Інтелектуальні технології та прийняття рішень в
складних системах» Логвіненко В.О.



(прізвище та ініціали) Керівник Подковаліхіна

О.О. _____



(прізвище та ініціали) Рецензент Стеганцев

Є.В. _____



(прізвище та ініціали)

2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Інформатики та радіоелектроніки, Факультет
комп'ютерних наук і технологій
 Кафедра Системного аналізу та обчислювальної математики
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 124 Системний аналіз
 (код і назва спеціальності)

Освітня програма(спеціалізація) Інтелектуальні технології та прийняття
рішення в складних системах
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф. Г.В. Корніч

2019 року

ЗАВДАННЯ**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТКИ**групи КНТ-818М Логвіненко Владислави Олексіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Задача розподілу інвестицій з вхідними
параметрами, розподіленими за рівномірним законом
 керівник проекту (роботи)

Подковаліхіна Олена Олександрівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНТУ від «9» жовтня 2019 року № 438

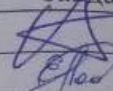
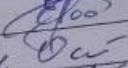
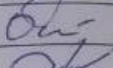
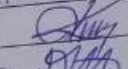
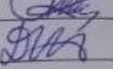
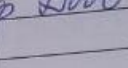
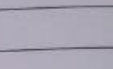
2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Перелік літературних джерел згідно
теми дослідження

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які належить
 розробити) Упереміну розділи перевірено теоретичний аналіз та аналіз
інформації з теми дипломної роботи. У розділі техніко-економічного
обґрунтування було досліджено роботу на експерименті. У розділі оцінює
праці досліджено роботу інше, яке відповідає характеристикам дослідження.
У розділі розділи знайдено розв'язок задачі розподілу інвестицій з
вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом.
Визначено та досліджено вплив економічної невідомості на
оптимізаційний розв'язок задачі. Проведено аналіз оптимального розв'
язку та розроблено експертну оцінку.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультація розділів проекту(роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1.	Корніє П.В., зав. кафедр.		
2.	Подковаліха О.О., кат. вимірюв.		
3.	Петренко В.В., доцент, кат. будів.		
4.	Дорошко О.В., ст. викладач		
5.	Щербак О.В., кат. будів.		

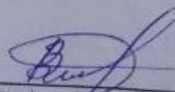
7. Дата видачі завдання « 2 » вересня 20 19 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Формулювання мети та завдання на дипломну роботу.	2.09.2019 - 10.09.2019	
2.	Оформлення літератури та наукових джерел за темою дипломної роботи.	11.09.2019 - 24.09.2019	
3.	Розробка профілю для визначення завдань.	25.09.2019 - 14.10.2019	
4.	Розрахунки та аналіз результатів.	15.10.2019 - 29.10.2019	
5.	Підсумки та висновки щодо дипломної роботи. Оформлення пояснювальної записки.	2.11.2019 - 6.11.2019	
6.	Попередній захист дипломного проекту та оформлення рецензії.	9.12.2019 - 11.12.2019	
7.	Захист дипломного проекту.	17.12.19	

Студент(ка)

(підпис)

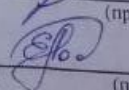


Логвіненко В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)



Подковаліхіна О.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 80с., 15табл.,2 додатка,19 джерел.

Об'єкт дослідження – моделі динамічного програмування.

Мета роботи: дослідження впливу статистичної невизначеності на оптимальний розв'язок задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом.

Метод дослідження – аналітичний.

Здійснено моделювання впливу статистичної невизначеності на оптимальний розв'язок задачі розподілу інвестицій. Показано, що у цьому випадку можливі декілька варіантів планів, які для конкретних реалізацій випадкових параметрів можуть бути оптимальними. Розглянуто альтернативні критерії оптимальності для таких задач.

Отримано результати розрахунку задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом та проведено аналіз отриманих результатів.

ЗАДАЧА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ, СТАТИСТИЧНА
НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ, ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗВ'ЯЗОК, КРИТЕРІЙ
ОПТИМАЛЬНОСТІ, КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, РІВНОМІРНИЙ
ЗАКОН

ЗМІСТ

Завдання	2
Реферат	4
Вступ.....	6
1 Теоретична частина.....	7
1.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій	7
1.2 Загальна постановка задачі динамічного програмування	10
1.3 Програмне середовище CLIPS	12
1.4 Техніко-економічне обґрунтування	13
1.5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	27
2 Практична частина.....	48
2.1 Постановка задачі.....	48
2.2 Задача розподілу інвестицій з детермінованими вхідними параметрами.....	49
2.3 Задача розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом	50
2.4. Експертна система.....	65
Висновки	73
Перелік посилань.....	74
Додаток А Реалізація задачі розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності методом перебору даних в MatLab.....	77
Додаток Б Візуалізація отриманих даних від розв'язання задачі розподілу інвестицій методом перебору даних в MatLab за допомогою мови R.....	79

ВСТУП

Економічна ефективність капітальних вкладень (інвестицій) — одна з найважливіших проблем планування, що характеризує доцільність вкладень фінансових та інших засобів.

Раціонального розподілу інвестицій можна досягти лише на основі ретельних економічних розрахунків, що дають можливість визначити шляхи досягнення максимальної віддачі, тобто домогтися найбільш високої ефективності вкладень при найменших витратах.

При встановленні структури інвестицій на державному рівні необхідно виходити з передбачених темпів розвитку галузей економіки країни, забезпеченості їх основними фондами та ступеня використання потужностей, обсягу сировини і матеріалів, що надходять із суміжних галузей, і ряду інших чинників.

Міжгалузевий розподіл інвестицій має супроводжуватися розподілом вкладень усередині галузі і, зокрема, між підприємствами, що випускають однорідну продукцію. Критеріями для оптимального розподілу інвестицій можуть служити максимальний прибуток, максимальний сумарний приріст продукції, максимальне зниження собівартості, максимальна зайнятість населення і т.п.

Задача оптимального розподілу інвестицій за своєю природою комбінаторна. У ряді реальних економічних і виробничих задач необхідно враховувати зміну модельованого процесу в часі і вплив часу на критерії оптимальності. Для розв'язання задач використовується метод динамічного планування (динамічне програмування). Цей метод більш складний у порівнянні з методами розрахунку статичних оптимізаційних задач, викладених вище, але найбільш ефективний.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій

Задача розподілу ресурсів передбачає, як розподілити ресурси по роботах, щоб отримати максимальний ефект від використання наявних ресурсів. Задача розглядається в трьох аспектах:

- є ресурси в певному заздалегідь відомому обсязі, що використовують для виконання заданої кількості робіт;
- задано кількість робіт, необхідно визначити необхідну кількість ресурсів;
- задані ресурси в певній кількості, необхідно визначити які роботи і в якій кількості вигідно виконувати[1,2].

Моделі динамічного програмування застосовують при розв'язанні таких задач, як розробка правил управління запасами, що встановлюють момент поповнення запасів і обсяг замовлення; розробка принципів календарного планування виробництва і вирівнювання зайнятості в умовах мінливого попиту на продукцію; розподіл дефіцитних капітальних вкладень між можливими новими напрямками їх використання; складання календарних планів поточного і капітального ремонту складного обладнання та його заміни і т.п.

Задачі розподілу ресурсів є важливим класом задач динамічного програмування. Застосування цього методу до розв'язання задач економіки та техніки відображено у роботах Р.Беллмана [1], Г. Вагнера [2], О.С. Вентцель [3], Ю. П. Зайченка [4], Х. Таха [5] та ін.

Задачі розподілу ресурсів розглядалися у книзі [5]. Автори запропонували розв'язати задачу розподілу ресурсів методом динамічного програмування.

Динамічне програмування (ДП) визначає оптимальне рішення n -вимірної задачі, щоб виконати її декомпозиції на n етапів, кожен з яких представляє підзадачу відносно однієї змінної. Обчислювальне надбання такого

підходу є наявним у тому, що ми займаємося вирішенням одночасних оптимізаційних підзадач замість великих N-вимірних задач. Фундаментальним принципом ДП, складовим основним завданням декомпозиції, є оптимальність. Так, як природа кожного цього етапу рішення залежить від конкретної оптимізаційної задачі, ДП не пропонує випустити алгоритмів безпосередньо для кожного чоловіка етапу. Визначні аспекти рішень оптимізаційних підзадач на кожному етапі проектуються і реалізуються за окремими (що, зрештою, не виключає приклади єдиного алгоритму для всіх етапів).

Управління ризиками в рамках будь-якого підприємства є дуже важливим аспектом діяльності. Існують різні заходи з управління ризиком. Серед них можна виділити три основні підходи: передача ризику, зниження ризику та збереження ризику. Кожен з перерахованих підходів включає в себе окремі способи: передача ризику має на увазі страхування, передачу фінансових гарантій та ін. Збереження ризику може бути реалізовано шляхом створення фонду самострахування або із залученням зовнішніх джерел, зниження ризику здійснюється за допомогою заходів, спрямованих на зниження ймовірності виникнення ризику, зниження очікуваного збитку або виключення ризику. Вибір підходу і способу управління ризиком залежить від особливостей підприємства, специфіки його діяльності, розташування і т.д. Керівництво підприємством може скористатися кількома способами в рамках як одного, так і різних підходів. Однак, ефективніше поєднувати способи управління ризиком, що відносяться до різних підходів. Крім того, вкладення в підвищення безпеки носять довгостроковий характер і проводяться з певною періодичністю, при цьому поточна ситуація змінюється і відрізняється від тієї, яка була при початковому прогнозуванні та плановому розподілі коштів. Отже, при розв'язанні задачі розподілу ресурсів між різними способами управління і між різними підрозділами підприємства слід враховувати і зміни, що відбуваються з часом [6].

Детерміновану модель розподілу ресурсів застосовували у своїх роботах для розв'язання задачі розподілу засобів керування ризиками на підприємстві

та задачі оптимізації процесу керування ризиками в системі «центр-агенти» [6,7]; задачі оптимального розподілу інвестицій в сільські регіони [8] (у цій статті розглядається задача розподілу інвестиційних коштів серед сільських регіонів таким чином, щоб величина сумарного прибутку була б найбільшою. Задача розв'язана методом динамічного програмування. Дані задачі отримані унаслідок аналізу стану туристичної галузі Львівської області); задачі розподілу ресурсів в мережових канонічних структурах [9]; задачі розподілу холдингом спеціалістів-менеджерів по ліспромгоспам[10](Холдинг, що включає целюлозно-паперовий комбінат та 3 ліспромгоспу, для підвищення ефективності роботи ліспромгоспів вирішує направити туди 4 менеджерів. Ефективність роботи ліспромгоспів при вступі в нього менеджерів в кількості U підвищується в K раз. Як управління холдингу має розподілити менеджерів по ліспромгоспах, щоб у підсумку максимально підвищити ефективності роботи?); задачі оптимальної політики підприємства з виробництва та реалізації продукції на прикладі підприємства, що займається розведенням та збутом риби [11].

Важливим є врахування випадкового характеру процесів, що виникають в системах. Алгоритми розв'язання стохастичних задач динамічного програмування великих розмірностей для задач розподілу ресурсів розглянуті в роботі Докучаєва А.В. [12]. Запропоновані авторами алгоритми можуть бути використані для розв'язання детермінованих та стохастичних (в поєднанні з байєсовським підходом) задач розподілу ресурсів великих розмірностей. Методи розв'язання детермінованих та стохастичних задач моделювання мережі торгівельних підприємств розглянуті в роботі Сергєєва[13]. В цій роботі розрахунок векторів керування для кожного етапу стохастичного процесу є пошуком такого керування, що максимізує значення математичного сподівання цільової функції. В роботі P.Bonami, M.a. Lejeune[14] досліджено модель Марковиця оптимізації портфелю за умов стохастичної невизначеності прибутків та розроблено точний підхід до її розв'язання за певних обмежень. В роботі DentchevaD. [15].Проаналізовано теорію та чисельні методи оптимізації

для моделей з ймовірнісними обмеженнями. У таких випадках можна вимагати виконання обмежень у середньому та накладати обмеження на функції розподілу. В роботі Norio Hibiri[16] запропоновано мультиперіодну стохастичну модель лінійного програмування для прийняття інвестиційних рішень з динамічного розподілу активів.

1.2 Загальна постановка задачі динамічного програмування

Динамічне програмування (ДП) – метод оптимізації, пристосований до операцій, в яких процес прийняття рішення може бути розбитий на етапи (кроки). Такі операції називаються багатокроковими. Початок розвитку ДП відноситься до 50-х років XX ст. Воно пов'язане з ім'ям Р. Беллмана.[1]

Наведемо загальну постановку задачі ДП. Розглядається керований процес, наприклад, економічний процес розподілу коштів між підприємствами, використання ресурсів протягом ряду років, заміни обладнання, поповнення запасів і т.п. В результаті управління система (об'єкт управління) S перекладається з початкового стану S_0 в стан $\hat{S}$. Припустимо, що управління можна розбити на n кроків, тобто рішення приймається послідовно на кожному кроці, а управління, що переводить систему S з початкового стану в кінцеве, являє собою сукупність n крокових управлінь.[3]

Позначимо через X_k управління на k -му кроці ($k = 1, 2, \dots, n$). Змінні X_k задовольняють деяким обмеженням і в цьому сенсі називаються допустимими (X_k може бути числом, точкою в n -вимірному просторі, якісною ознакою).

Нехай $X (X_1, X_2, \dots, X_n)$ – управління, що переводить систему S зі стану S_0 в стан $\hat{S}$. Позначимо через S_k стан системи після k -го кроку управління. Отримуємо послідовність станів $S_0, S_1, \dots, S_{k-1}, S_k, \dots, S_{n-1}, S_n = \hat{S}$, яку зобразимо кружками (рис. 1.1)

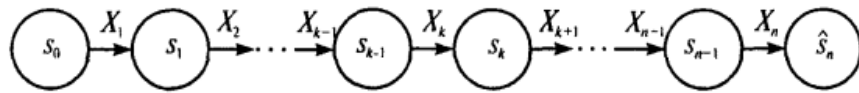


Рисунок 1.1 – Послідовність станів

Показник ефективності даної керованої операції – цільова функція – залежить від початкового стану і управління:

$$Z = F(s_0, X) \quad (1.1)$$

Зробимо кілька припущень:

1. Стан s_k системи в кінці k -го кроку залежить тільки від попереднього стану s_{k-1} і управління на k -му кроці X_k (і не залежить від попередніх станів і управлінь). Ця вимога називається «відсутністю наслідків». Сформульоване положення записується у вигляді рівнянь

$$s_k = \varphi_k(s_{k-1}, X_k), k = 1, 2, \dots, n, \quad (1.2)$$

Які називаються рівняннями станів.

2. Цільова функція (1.1) є адитивною від показника ефективності кожного кроку [1]. Позначимо показник ефективності k -го кроку через

$$Z_k = f_k(s_{k-1}, X_k), k = 1, 2, \dots, n, \quad (1.3)$$

тоді

$$Z = \sum_{k=1}^n f_k(s_{k-1}, X_k) \quad (1.4)$$

Завдання покрокової оптимізації (задача ДП) формулюється так: визначити таке допустиме управління X , що переводить систему S зі стану s_0 в

стан $\hat{s}$, при якому цільова функція (1.4) приймає найбільше (найменше) значення[10].

Виділимо особливості моделі ДП:

1. Завдання оптимізації інтерпретується як n-кроковий процес управління.
2. Цільова функція дорівнює сумі цільових функцій кожного кроку.
3. Вибір управління на k-му кроці залежить тільки від стану системи до цього кроку, не впливає на попередні кроки (немає зворотного зв'язку).
4. Стан s_k після k-го кроку управління залежить тільки від попереднього стану s_{k-1} і управління x_k (відсутність післядії).
5. На кожному кроці управління x_k залежить від кінцевого числа керуючих змінних, а стан s_k – від кінцевого числа параметрів (сенс зауваження 5 стане зрозумілим із розглянутих нижче прикладів).

Слід згадати, що існує різні способи вирішення подібних завдань, що застосовуються в залежності від виду функцій, обмежень, розмірності і т.п. Розглянемо обчислювальну схему ДП, яка виявиться байдужою до способу завдання функцій і обмежень. Обчислювальна схема пов'язана з принципом оптимальності і використовує рекурентні співвідношення.

1.3 Програмне середовище CLIPS

CLIPS, (від англ. CLanguageIntegratedProductionSystem) – програмне середовище для розробки експертних систем. Синтаксис і назва запропоновані Чарльзом Форгом (CharlesForgy) в OPS (OfficialProductionSystem). Перші версії CLIPS розроблялися з 1984 року в Космічному центрі Джонсона NASA, як альтернатива існуючій тоді системі ART * Inference, поки на початку 1990-х не було припинено фінансування, і NASA змусили купити комерційні продукти.

CLIPS є продукційною системою. Реалізація виведення використовує алгоритм Rete. Основна ідея полягає в поданні знань у вигляді такої форми:

```
Правило1:
  ЯКЩО
    (Виконується умова1)
  ТОДІ
    (Виконати дію 1)
Правило2:
  ЯКЩО
    (Виконується умова2)
  ТОДІ
    (Виконати дію2)
...
```

Таке уявлення близько до людського мислення і відрізняється від програм, написаних на традиційних алгоритмічних мовах, де дії впорядковані і виконуються строго дотримуючись алгоритму.

CLIPS є однією з найбільш широко використовуваних інструментальних середовищ для розробки експертних систем завдяки своїй швидкості, ефективності і безкоштовності.

1.4 Техніко- економічне обґрунтування

Планування науково-дослідних робіт:

Щоб розрахувати економічну ефективність необхідно вибрати конкретну методику розрахунку економічної ефективності серед багатьох існуючих і яка більшою мірою відповідає науково-дослідній роботі. Для цього слід розробити такі напрямки:

- розробити етапи проведення науково-дослідних робіт. (НДР);
- призначити трудомісткість етапів, кількість виконавців, тривалість проведення етапів;

– розробити план-графік проведення роботи, який визначає послідовність виконання робіт та терміни;

– розрахунок витрат на проведення НДР.

Весь комплекс науково-дослідних робіт можна підрозділити на типові етапи –таблиця 1.1. При кожному етапі вказуються виконавці і тривалість виконання робіт.

Таблиця 1.1 – Етапи роботи

Номер етапу	Найменування етапу	Тривалість, днів	Зміст роботи
I	Підготовчий	9	Отримання проектного завдання. Підбір і аналіз літератури і аналогів. Розробка, уточнення завдання та затвердження технічного завдання. Створення часової діаграми проекту
II	Виконання теоретичних розробок по темі	10	Складання методики. Розробка питань теми, напрямку робіт і перелік питань для досліджень.
III	Проведення розрахункових досліджень на ЕОМ	25	Виконання розрахунків. Внесення виправлень у розроблені програми.
IV	Узагальнення отриманих результатів	21	Узагальнення отриманих результатів, досліджень, визначення шляхів подальшого їхнього використання, місця і напрямки використання отриманих результатів.

Продовження таблиці 1.1

Номер етапу	Найменування етапу	Тривалість, днів	Зміст роботи
V	Заключний	5	Складання звіту, обговорення його затвердження, оформлення графічного матеріалу. Техніко-економічні розрахунки ефективності результатів досліджень.

Весь комплекс дослідження можна розділити на етапи. Для кожного етапу вказуються трудомісткість, кількість виконавців і тривалість робіт.

Для дослідження необхідні програміст-аналітик та економіст, так як, при даній роботі, виникає необхідність в консультації програміста-аналітика та економіста через специфіку і вимоги.

Розрахунок тривалості кожного етапу проводиться по формулі (1.1)

$$T_{\text{ци}} = \frac{Q_i}{R_i}, \quad (1.1)$$

де $T_{\text{ци}}$ – тривалість циклу, дні;

Q_i – трудомісткість робіт, люд.-дн.;

R_i – кількість виконавців, люд.;

Результати розрахунків зводять у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Тривалість етапів НДР

Етап НДР	Трудовісткість		Виконавці		Тривалість, днів
	Людино- днів	% до підсумку	Спеціальність	Кількість, чол.	
I	18	21,95	Програміст- аналітик, консультант	2	9
II	10	12,20	Консультант	1	10
III	25	30,49	Консультант	1	25
IV	24	29,26	Програміст- аналітик, консультант	2	21
V	5	6,10	Консультант	1	5
Разом	82	100		2	70

За даними таблиці 1.2 складається зведений стрічковий графік планування дослідження.

Номер етапу	Робочі дні (без вихідних)																																								
	Серпень					Вересень																			Жовтень																
	26	27	28	29	30	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	24	26	27	30	1	2	3	4	7	8	9	10							
I																																									
II																																									
III																																									
IV																																									
V																																									

Номер етапу	Робочі дні (без вихідних)																																							
	Жовтень															Листопад																								
	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31	1	4	5	6	7	8	11	12	13	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29				
I																																								
II																																								
III																																								
IV																																								
V																																								

Рисунок 1.2 – Графік виконання НДР ( – програміст-аналітик,  – консультант)

Розрахунок витрат на проведення НДР

Для визначення витрат на розробку програми складається калькуляція кошторисної вартості робіт, яка включає наступні статті:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на спеціальне обладнання;
- матеріали і комплектуючі вироби;
- накладні витрати;
- податки.

Розрахунок основної заробітної плати:

Витрати за цією статтею складаються з планового фонду зарплати всіх категорій працівників, зайнятих в розробці програми. Розрахунок зарплати ведеться на підставі даних про трудомісткості, представлених в таблиці 4.3

Таблиця 1.3 – Розрахунок основної заробітної плати

Посада виконавця	Чисельність, чол.	Місячний оклад	Кількість місяців роботи	Сума заробітної плати, грн.
Програміст- аналітик	1	8715	3	26145
Консультант	1	9165	0,5	4582,5
Разом	2			30727,5

Розрахунок додаткової заробітної плати:

Додаткову заробітну плату приймають рівною 10% від основної заробітної платні робітників й розраховують за формулою

$$ЗП_{доп} = \sum ЗП_{осн} \cdot 10\% \quad (1.2)$$

Підставивши величину основної заробітної плати в дану формулу, отримуємо:

$$ЗП_{\text{доп}} = 30727,5 \times 0,1 = 3072,75 \text{ грн}$$

Відрахування на єдиний соціальний внесок:

Ці відрахування складають 22% і беруться від основної та додаткової зарплатні

$$CB = \left(\sum ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}} \right) \cdot 22\% \quad (1.3)$$

$$CB = (30727,5 + 3072,75) \times 0,22 = 7436,06 \text{ грн}$$

Визначення витрат на матеріали:

У цю статтю включають вартість основних і допоміжних матеріалів, напівфабрикатів, що купуються, і комплектуючих виробів, необхідних для розробки програми (папір, диски, картридж тощо) При виконанні дослідження використовується 3 найменування матеріалів: диск CD-R –25грн .; фарба на принтер –120 грн. і папір 110 грн. (1 упаковка).

Розрахуємо вартість основних матеріалів M_0 за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n \left(C_i \cdot N_i (1 + K_{T3}) - C_{i0} \cdot N_{i0} \right), \quad (1.4)$$

де K_{T3} – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати ($K_{T3}=0,05$);

C_i – ціна i -го найменування матеріалу, грн.;

N_i – необхідна потреба в матеріалі i -го найменування;

C_{i0} – ціна зворотних відходів i -го найменування матеріалу, грн. $C_{i0}=0$;

N_{i0} – кількість зворотних відходів i -го найменування матеріалу $N_{i0}=0$;

n – кількість найменувань матеріалів.

$$M = (25 + 120 + 110) \cdot (1 + 0.05) = 267,75 \text{ грн}$$

Отже, витрати складають 267,75 грн.

Витрати на спеціальне обладнання:

У цю статтю входять витрати на придбання, транспортування, монтаж і налагодження нестандартного обладнання.

Практично, в даному випадку, в цій статті враховуються витрати на оплату машинного часу ЕОМ при проведенні досліджень. Для чого необхідно скласти кошторис «витрат на утримання і експлуатацію устаткування» виходячи з якої визначиться вартість одного машино-години роботи ПК, після множення якої на машинний час пішло на дослідження отримаємо витрати на оплату машинного часу.

До спеціального обладнання належить таке обладнання, яке використовується тільки для проведення окремої дослідної роботи. Вартість спеціального устаткування для проведення НДР визначають на підставі їхньої кількості, цін по прейскурантах. Результати розрахунку занесено до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Розрахунок вартості спецобладнання

Устаткування	Марка, ДСТ	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
1. Ноутбук	Lenovo Ideapad S340-15IWL (2.3 ГГц) /8 ГБ	1	10540,00	10540,00
Разом				10540,00

Розрахуємо суму амортизаційних відрахувань. Балансова вартість комп'ютера складається з вартості ноутбука, і оплати транспортування цього устаткування в офіс.

Оскільки основна робота проводиться програміст-аналітиком на комп'ютері, тоді розрахуємо амортизаційні відрахування для обладнання. Ціна обладнання – 10540,00 грн. Норма амортизаційних відрахувань на комп'ютер складає $H_a = 25\%$. Ефективний фонд роботи комп'ютера склав 37 робочих днів (використовувався на 3 та 4 етапах при моделюванні багаторівневих сигналів і узагальнення отриманих результатів).

Амортизаційні відрахування визначають за формулою:

$$A = B_o \cdot \frac{H_a}{100} = B_o \cdot 25\% \quad (1.6)$$

де B_o – балансова вартість обчислювальної техніки, грн.;

H_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення ОЕМ, %.

Тоді

$$A = 10540 \cdot 25\% = 2635 \text{ грн}$$

Статтю «Експлуатація обладнання» розраховують підсумовуванням витрат на електроенергію і допоміжні матеріали.

$$C_e = N_H \cdot \Phi_{ef} \cdot K_{зч} \cdot K_{зн} \cdot C_e \quad (1.7)$$

де N_H – номінальна потужність ЕОМ, кВт;

Φ_{ef} – річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино-год;

$K_{зч}$ – середній коефіцієнт завантаження за часом;

$K_{зн}$ – коефіцієнт завантаження по потужності;

C_e – ціна одного кВт · год електроенергії, грн ./ (кВт · год).

Номінальна потужність ЕОМ –0,5 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ становить 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом і за потужністю рівні відповідно 0,8 і 0,4. Ціна однієї кіловат-години електроенергії становить 2,11 грн.

Отримуємо

$$C_B = 0,5 \cdot 1800 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 2,11 = 607,68$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою 1.8:

$$ЗП_{обсл} = \Phi ЗП_p (1 + K_{відр}) \frac{t_{обсл}}{\Phi_{эф.обсл}}, \quad (1.8)$$

де $\Phi ЗП_p$ – річний фонд заробітної плати (основної і додаткової) обслуговуючих робітників, грн.

$K_{відр}$ – коефіцієнт, що враховує відрахування на єдиний соціальний внесок;

$t_{обсл}$ – час протягом року, необхідне на технічне обслуговування ЕОМ, год/рік;

$\Phi_{эф.обсл}$ – річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, год/рік.

Місячна заробітна плата обслуговуючого персоналу становить 3723 грн., а річний фонд заробітної плати відповідно дорівнює 44676 грн. Річний ефективний фонд робочого часу обслуговуючого ПК працівника дорівнює 1750 год / рік. На обслуговування одного ПК витрачається по 1 годині на місяць, що в рік становить 12 годин.

$$ЗП_{обсл} = 44676(1 + 0,22) \frac{12}{1750} = 373,74 \text{ грн}$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання і становить 316,2 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною 5% від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 3932,92 грн. 5% від суми складають 196,65 грн.

Розраховані статті витрат на утримання і експлуатацію обладнання внесені в таблицю 1.5

Таблиця 1.5 – Кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Найменування статті витрат	Сума, грн
Амортизація обладнання	2635,00
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	607,68
Заробітна плата основна і додаткова обслуговуючих робітників з відрахуваннями на соціальні заходи	373,74
Поточний ремонт обладнання	316,20
Інші витрати	196,65
Разом	4129,27

Витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів визначаються за формулою

$$C_{mo} = B_{екс} \cdot t_{mo}, \quad (1.9)$$

де C_{mo} – витрати на оплату машинного часу, грн;

$B_{екс}$ – експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу цієї цифрової ЕОМ, грн. / машино-год.;

t_{mo} – машинний час цифрової ЕОМ для написання і налагодження даного програмного продукту, машино-год.

Експлуатаційні витрати на одну годину машинного часувикористовуваної ЕОМ розраховують діленням суми витрат таблиці 4.5 на річний ефективний фонд часу роботиЕОМ. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ дорівнює 1800годин. В результаті експлуатаційні витрати на одну годинумашинного часу дорівнюють:

$$B_{\text{екс}} = \frac{4129,27}{1800} = 2,29 \text{ грн./ машино-год}$$

ЕОМ експлуатується 32 дні в одну зміну, що становить в сумі 256 годин. Таким чином, витрати на оплату машинного часу складуть:

$$C_{mo} = 2,29 \times 256 = 586,24 \text{ грн}$$

Розрахунок накладних витрат:

До накладних витрат відносяться витрати на загальне управління загальногосподарські потреби (заробітна плата апарату управління, канцелярські витрати і т.д.), утримання та експлуатацію будівель. Накладні витрати включаються до вартості розробки програминепрямим шляхом – у відсотках до основної заробітної платирозробників. В даному випадку накладні витрати становлять 30%до основної заробітної плати розробників, що складає 9218,25грн

Складемо кошторис усіх витрат, результати розрахунку занесемо в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 – Кошторис витрат на виконання НДР

Вид витрат	Сума витрат, грн.	Процент витрат, %
Основна заробітна плата	30727,50	59,89
Додаткова заробітна плата	3072,75	5,99
Єдиний соціальний внесок	7436,06	14,49
Основні матеріали	267,75	0,52
Витрати на спецобладнання	586,24	1,14
Накладні витрати	9218,25	17,97
Разом	51308,55	100
ПДВ (20%)	10261,71	
Разом (з ПДВ)	61570,26	

Розрахунок економічної ефективності НДР:

Ефективність прикладних НДР визначається, як зіставлення річного економічного ефекту від застосування результатів розрахункових досліджень в умовах виробництва та використаних капіталовкладень для здійснення досліджень та втілення їх у виробництво.

$$E_{\text{фак}} = \frac{\text{Економ.ефект}}{\text{Капіталовкладення}} \quad (1.10)$$

Підставляючи фактичну економічну ефективність з нормативною ($E_n=0,10\dots0,15$), робиться висновок про доцільність досліджень. Якщо $E_{\text{фак}} >$ або $=E_n$ то дослідження визнаються економічно ефективними. У зворотному випадку дослідження не слід виконувати, тому що економічний зиск від таких досліджень малий. Економічну ефективність досліджень можливо оцінити по строку окупності витрат на їхнє проведення та втілення.

$$T_{\text{ок}}^{\text{фак}} = \frac{\text{Капіталовкладення}}{\text{Економ.ефект}} \quad (1.11)$$

Фактичний строк окупності капіталовкладень зіставляється з нормативним строком окупності капіталовкладень, прийнятий для промисловості (приблизно 6 років), і на основі порівняння робиться висновок про доцільність досліджень.

Для теоретичних досліджень у більшості випадків важко чи навіть неможливо розрахувати економічний ефект, тому доцільно визначити їхню техніко-економічну ефективність з урахуванням наступних показників:

- важливість дослідження;
- складності розробки;
- результативності й можливості використання.

Важливість теоретичного дослідження оцінюють по його призначенню:

- рішення проблемних питань;
- задоволення вимог спеціальної техніки; пошук принципово нових конструктивних і технологічних рішень тощо.

Складність виконання роботи визначають порівнянням отриманих результатів даного дослідження з результатами відомих аналогічних досліджень з обліком грошових і трудових витрат на їхнє проведення.

Результативність НДР можна визначити по повноті рішень поставленого завдання: отриманий результат відповідає плановому, задовільний (часткове рішення) чи негативний.

Аналіз залежності між цими показниками й витратами на їхнє досягнення дає можливість кількісної оцінки техніко-економічної ефективності теоретичних НДР по формулі:

$$K_{\text{НДР}} = \frac{J^n \cdot R \cdot T}{B_{\text{НДР}} \cdot t_{\text{НДР}}}, \quad (1.11)$$

де $K_{\text{НДР}}$ – рівень ефективності дослідження (коефіцієнт техніко-економічної ефективності НДР);

$J = 2$ – важливість роботи;

$R = 1,5$ – результативність роботи;

$T = 2$ – технічна складність виконання НДР;

$V_{\text{НДР}} = 61,570$ тис. грн – витрати на проведення НДР;

$t_{\text{НДР}} = 70$ дні – час проведення НДР;

$n = 2$ – показник використання результатів НДР

При значенні $K_{\text{НДР}} \geq 1$ дослідницька робота вважається ефективною.

Отже, розрахуємо $K_{\text{НДР}}$:

$$K_{\text{НДР}} = (2^2 \times 1,5 \times 2) : (61,570 \times 0,19) = 1,026$$

Після розрахунку (1.11) отримаємо рівень ефективності дослідження $K_{\text{НДР}} = 1,026$. Це більше 1, тому робимо висновок, що дана дослідницька робота є ефективною.

1.5 Охорона праці та безпека у Надзвичайних ситуаціях

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності. Мета охорони праці – забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці.

Для виконання трудових обов'язків з урахуванням положень нормативних вимог з безпеки праці, та для практичної реалізації теми: «Задача розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом», передбачається засвоєння основних заходів з охорони праці на робочих місцях в адміністративних приміщеннях. Під час роботи

для забезпечення комфортних умов праці застосовується: комп'ютер, знищувач документів, принтер-сканер, люмінесцентна лампа, настільна лампа, вентилятор, іонізатор повітря, зволожувач повітря.

Аналіз потенційних небезпек:

Обладнання, яке використовується можна умовно розділити на дві групи:

а) обладнання, яке безпосередньо забезпечує робочий процес (наприклад, комп'ютерна та різноманітна периферійна техніка при роботах в офісі);

б) обладнання, яке підтримує комфортні умови праці (наприклад, опалювальні прилади, кондиціонери, іонізатори повітря для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщеннях).

До основних небезпечних факторів трудового процесу відносяться:

- ураження електричним струмом, у наслідок несправності електроболаднання, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, що може призвести до електротравм різного ступеню або навіть до летального наслідку;

- механічне травмування в наслідок не раціонального розташування робочих місць, що є порушенням вимог ергономіки;

- підвищенні нервово-психічні навантаження, внаслідок специфіки роботи, а саме постійний контакт з клієнтами, колегами по роботі, керівництвом, контрагентами при вирішенні робочих питань (деякі з них можуть бути конфліктними, суперечливими), що може викликати емоційний дискомфорт, внутрішнє роздратування та емоційну нестабільність під час короткотривалих певних негативних ситуацій, та може призвести до захворювань нервової системи, зниження насаги на працю та стресових станів;

- захворювання кістково-м'язового апарату, у зв'язку з тривалим статичним напруженням м'язів спини, шиї, рук і ніг, що призводить до ушкодження опорно-рухового апарату;

– негативний вплив електромагнітних (в тому числі і рентгенівських) випромінювань при використанні моніторів персональних комп'ютерів (далі ПК) з електронно-променевою трубкою, що призводить до погіршень зору, зниження імунітету;

– недостатнє або надмірне освітлення робочих місць, в зв'язку з несправністю, або хибним вибором освітлювальних приладів, в зв'язку з неправильним розташуванням робочих місць по відношенню до джерел природного та штучного освітлення, що призводить до погіршення зору або ефекту засліплення;

– дискомфортний рівень шуму, який створюється перетворювачем напруги електронно-обчислювальної машини (далі ЕОМ), її технічною периферією, а також при спілкуванні працівників, що призводить до роздратування та зниження працездатності;

– незадовільні параметри мікроклімату в робочих приміщеннях, у зв'язку із відсутністю приладів, що забезпечують необхідний повітрообмін та опалювальних систем, які можуть викликати загальні захворювання;

– можливість загоряння, в зв'язку з порушенням правил протипожежної безпеки, використанням несправного електрообладнання, або відсутністю систем пожежної сигналізації і пожежогасіння, що призводить до пожежі;

– неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, які призводять до паніки та загибелі людей;

– сухе повітря, через оснащення офісної будівлі кондиціонерами, центральним опаленням та великої кількості людей, що у сукупності викликає подразнення та пересихання шкіри, постійну сонливість та втомленість.

Заходи з забезпечення безпеки:

У приміщенні офісу застосовується широке різноманіття електроприладів: персональні комп'ютери, принтери, ксерокси, факси,

освітлювальні прилади, кондиціонери, побутові електроприлади тощо. Небезпека ураження електричним струмом при використанні цих приладів з'являється при недотриманні заходів обережності, а також при відмові або несправності цього обладнання. Наслідки ураження електричним струмом залежать від багатьох факторів: опору організму, величини, тривалості дії, роду і частоти струму, шляхів його проходження через життєво важливі органи, умов зовнішнього середовища.

Для запобігання ураження електричним струмом встановлено електроустаткування, яке відповідає вимогам: ПУЕ («Правила устрою електроустановок») і ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору захисного заземлення електрообладнання приміщення не перевищує 4 Ом; НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок», приміщення, в якому розташовуються ЕОМ, різноманітне устаткування, відноситься до класу пожеже небезпечної зони П-Па, тому передбачений мінімальний ступінь захисту ізоляції обладнання IP44; ГОСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения» обладнання офісу має подвійну ізоляцію, яка складається з робочої та додаткової ізоляції; ГОСТ 12.2.007.0-75* (2001) «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ по способу захисту людини від ураження електричним струмом, належать до I класу, оскільки мають подвійну ізоляцію, елемент для заземлення та провід для приєднання до джерела живлення, що має заземлюючу жилу і вилку з заземлюючим контактом. Експлуатація електроустановок і електроустаткування проводиться відповідно до НПАОП 40.11.01-97 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок» та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок потребителей».

Ймовірність механічного травмування може виникнути внаслідок не раціонального розташування робочих місць, захаращення робочих місць або

у зв'язку з недбалістю та неухважністю обслуговуючого персоналу. Для виключення травматизму згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» зроблено більш зручне та раціональне розташування робочих місць, таким чином збільшена відстань між ними, яка відповідає нормованому значенню (площа на одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³).

У зв'язку із стресовими ситуаціями та нервово-емоційними навантаженнями у працівників може виникнути ймовірність захворювань загально-невротичного характеру.

З метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втоми, згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» для робітників із застосування ЕОМ, передбачені регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години, а також обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження передбачені пристрої для приготування й роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою.

Для оптимізації відносин у колективі проводяться тренінги з залучанням психологів на теми: «Адаптація у новому колективі», «Поведінка в суспільстві». Для запобігання кістково-м'язових порушень у зв'язку з тривалим статичним напруженням м'язів спини, шиї, рук і ніг необхідно виконувати фізичні вправи 2-3 рази протягом робочого часу.

Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці:

Внаслідок роботи з ПК, на фізіологію людини негативно впливають електромагнітні випромінювання. Щоб зменшити наслідки впливу на людину

та знизити негативні показники у робочій зоні до допустимих значень, згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», вироби, які створюють електромагнітні поля, повинні мати захисні елементи (екрани, поглиначі і т.д.). Вимоги до захисних елементів повинні бути вказані в стандартах та технічних умовах на конкретні види виробів. Згідно з НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», на робочих місцях обладнаних ПК встановлені рідкокристалічні монітори, які не є джерелами рентгенівського та електромагнітного випромінювань.

Основними причинами недостатньої або надмірної освітленості робочих місць є несправність або хибний вибір освітлювальних приладів, неправильне розташування робочих місць по відношенню до джерел освітлення.

Незадовільна освітленість на робочому місці або на робочій зоні може бути причиною зниження продуктивності та якості праці, отримання травм. Недостатнє або надмірне освітлення викликає зоровий дискомфорт, що виражається у відчутті незручності або напруженості. Тривале перебування в умовах зорового дискомфорту призводить до розсіювання уваги, зменшення зосередженості, зоровій і загальній втомі.

У офісному приміщенні, згідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» передбачене природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, передбачено сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори.

Розрахунок загального штучного освітлення в приміщенні офісу розмірами $A \times B \times C = 15,5 \times 7 \times 3,2$ м, з висотою робочої поверхні $h_p = 0,8$ м, нормованим значенням штучного освітлення для кабінету $E_n = 300$ лк.

Розраховуємо кількість рядів світильників у приміщенні N_p :

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot [L / h]}, \quad (1.12)$$

де: B – ширина приміщення, м;

H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні, м;

$[L / h]$ – числове значення коефіцієнта світильника;

$$N_p = \frac{7}{(3,2 - 0,8) \cdot 1,4} = 2 \text{ ряда.}$$

Визначаємо максимально припустиму відстань між рядами світильника $L_{\max}$:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p}, \text{ м;} \quad (1.13)$$

де: B – ширина приміщення, м;

N_p – кількість рядів світильників у приміщенні, шт.;

$$L_{\max} = \frac{7}{2} = 3,5, \text{ м.}$$

Визначаємо значення індексу приміщення i , що характеризує співвідношення розмірів освітлювального приміщення і висоти розміщення світильників:

$$i = \frac{A \cdot B}{(H - h_p) \cdot (A + B)}; \quad (1.14)$$

де: A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні, м;

$$i = \frac{15,5 \cdot 7}{(3,2 - 0,8) \cdot (15,5 + 7)} = 2,01.$$

Визначаємо значення коефіцієнта використання світлового потоку η , створюваного растровим світильником типу ЛВО. Вибирається з урахуванням відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення і дорівнює $\eta = 56\%$.

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному приміщенні Φ_Σ :

$$\Phi_\Sigma = \frac{E_n \cdot A \cdot B \cdot k_3 \cdot z}{\eta}, \text{ лм}; \quad (1.15)$$

де: E_n – рівень нормованого загального освітлення, лк;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

k_3 – коефіцієнт запасу (для кабінету $k_3 = 1,4$);

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), як правило дорівнює (для люмінесцентних ламп $z = 1,1$);

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

$$\Phi_\Sigma = \frac{300 \cdot 15,5 \cdot 7 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{0,56} = 89512,5, \text{ лм}.$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні N_{cv}^* :

$$N_{св}^* = \frac{A \cdot B}{L_{\max}^2}, \quad (1.16)$$

де: A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

$L_{\max}$ – максимально припустима відстань між рядами світильників, м;

$$N_{св}^* = \frac{15,5 \cdot 7}{3,5^2} = 10.$$

Розраховуємо світловий потік умовного джерела світла $\Phi_{л}^*$:

$$\Phi_{л}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{л}^*}, \text{ лм}; \quad (1.17)$$

де: Φ_{Σ} – сумарний світловий потік освітлювальної установки, лм;

$N_{л}^*$ – загальна кількість ламп у світильнику, яка розраховується за формулою:

$$N_{л}^* = N_{св}^* \cdot n, \quad (1.18)$$

де: n – кількість ламп у світильнику, шт;

$$N_{л}^* = 10 \cdot 4 = 40,$$

$$\Phi_{л}^* = \frac{89512,5}{40} = 2237, \text{ лм}.$$

Вибираємо ЛЛ ЛБ 30 з $\Phi_{л}=2180$ лм. Знаходимо коефіцієнт m – співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{л}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{л}$:

$$m = \frac{\Phi_{л}^*}{\Phi_{л}}; \quad (1.19)$$

$$m = \frac{2237}{2180} = 1,02.$$

Визначаємо оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні N_{ce} :

$$N_{ce} = N_{ce}^* \cdot m, \text{ шт}; \quad (1.20)$$

де: N_{ce}^* – умовна загальна кількість світильників у приміщенні, шт;

m – співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи;

$$N_{ce} = 10 \cdot 1,02 = 10, \text{ шт.}$$

Визначаємо фактичну кількість лампи у приміщенні N_l :

$$N_l = N_{ce} \cdot n, \quad (1.21)$$

де: N_{ce} – оптимальна (фактична) кількість світильників у приміщенні, шт;

n – кількість ламп у світильнику, шт;

$$N_l = 10 \cdot 2 = 20.$$

Виходячи з розрахунку для загального штучного освітлення в приміщенні офісу встановлюємо 10 світильників типу ЛВО, розташованих по 5 у кожному ряді.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою:

— використання більш сучасного обладнання;

- розташування принтерів та різноманітного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників;

- переведення жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу;

- використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках;

Неправильне проектування або несправність систем опалення та вентиляції в приміщенні офісу призводить до негативних впливів на здоров'я працівників у вигляді простудних захворювань, перегрівань, проблем із дихальними шляхами тощо.

Метеорологічні умови в приміщенні офісу – температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Роботи в офісному приміщенні, належать до категорії Іб- легка робота, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- у холодний період року: температура 21— 23°C; відносна вологість: 40— 60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;

- у теплий період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Забезпечення таких параметрів мікроклімату досягається оснащенням приміщень пристроями кондиціонування, вентиляції та дезодорації повітря, системами опалювання.

Оптимальні рівні позитивних (n⁺) і негативних (n⁻) іонів у повітрі приміщення з ВДТ відповідають вимогам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських

приміщень» і становить: $n+=1500-30000$ (шт. на 1см^3); $n-=3000-5000$ (шт. на 1см^3). Підтримка оптимального рівня легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях забезпечується за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів. З метою усунення сухого повітря, в офісі встановлено ультразвуковий зволожувач повітря BonescoAir-O-Swiss U650, що має два режиму роботи: «холодний пар» та «теплий пар», має систему дезінфікування води шляхом нагріву до 80°C , змінні наповнювачі для картриджу, 8 годинний таймер, функція підтримки оптимального рівня вологості відносно температури. Також офісне приміщення декоровано кімнатними рослинами такими як фікус та діфінбахія, що допомогло покращити якість повітря та знизити рівень пилу у приміщенні.

Заходи з пожежної безпеки:

Наказ МВС України від 30.12.2014 №1417 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні»

Комплекс протипожежних заходів для офісного приміщення обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ:

— згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» у офісному приміщенні обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класів – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

— відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки – простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки офісне приміщення обладнане ПК з ВДТ належить до категорії «Д» з пожежної безпеки, тому відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

Обладнання, силові та освітленні мережі офісного приміщення обладнаного ПК з ВДТ відповідають вимогам пожежної безпеки, оскільки виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», та мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44, яка відповідає класу пожежонебезпечної зони П-Па до якої належить приміщення.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в офісному приміщенні обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи:

- згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в офісному приміщенні обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Система забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика;

- оскільки офісне приміщення що обладнане ПК з ВДТ має площу 108,5 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 6 штук (з розрахунку один вогнегасник с величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях :

Заходи безпеки при проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт.

Наказ МНС України від. 05.03.2002 №61 «Положення про порядок проведення перевірки діяльності аварійно-рятувальних служб та їх готовності до реагування на НС»

До рятувальних робіт відносяться:

- розвідка маршруту руху сил, визначення обсягу та ступеня руйнувань, розмірів зон зараження, швидкості і напрямку розповсюдження зараженої хмари чи пожежі;
- локалізація та гасіння пожеж на маршруті руху сил та ділянках робіт;
- визначення об'єктів і населених пунктів, яким безпосередньо загрожує небезпека;
- визначення потрібного угруповання сил і засобів запобігання і локалізації небезпеки;
- пошук уражених та звільнення їх з-під завалів, пошкоджених та палаючих будинків, із загазованих та задимлених приміщень;
- розкриття завалених захисних споруд та рятування з них людей;
- надання потерпілим першої допомоги та евакуація їх (при необхідності) у лікувальні заклади;
- вивіз або вивід населення із небезпечних місць у безпечні райони;
- організація комендантської служби, охорона матеріальних цінностей і громадського порядку;
- відновлення життєздатності населених пунктів і об'єктів;
- пошук, розпізнавання і поховання загиблих;
- санітарна обробка уражених;
- знезараження одягу, взуття, засобів індивідуального захисту, територій, споруд, а також техніки;

— соціально-психологічна реабілітація населення.

До невідкладних робіт відносяться:

- прокладання колонних шляхів та улаштування проїздів (проходів) у за валах та на зараженій території;
- локалізація аварій на водопровідних, енергетичних, газових і технологічних мережах;
- ремонт та тимчасове відновлення роботи комунально-енергетичних систем і мереж зв'язку для забезпечення рятувальних робіт;
- зміцнення або руйнування конструкцій, які загрожують обвалом і безпечному веденню робіт.

Рятувальні та інші невідкладні роботи здійснюються у три етапи.

На першому етапі вирішуються завдання:

- щодо екстреного захисту населення;
- з запобігання розвитку чи зменшення впливу наслідків;
- з підготовки до виконання РІНР.

Основними заходами щодо екстреного захисту населення є:

- оповіщення про небезпеку; використання засобів захисту;
- додержання режимів поведінки;
- евакуація з небезпечних у безпечні райони;
- здійснення санітарно-гігієнічної, протиепідемічної профілактики і надання медичної допомоги;
- локалізація аварій;
- зупинка чи зміна технологічного процесу виробництва;
- попередження (запобігання) і гасіння пожеж.

На другому етапі проводяться:

- пошук потерпілих;
- витягання потерпілих з-під завалів, з палаючих будинків, пошкоджених транспортних засобів;
- евакуація людей із зони лиха, аварії, осередку ураження;
- надання медичної допомоги;

- санітарна обробка людей;
- знезараження одягу, майна, техніки, території;
- проведення інших невідкладних робіт, що сприяють і забезпечують здійснення рятувальних робіт.

На третьому етапі вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення у районах, які потерпіли від наслідків НС:

- відновлення чи будівництво житла;
- відновлення енерго-, тепло-, водо-, газопостачання, ліній зв'язку;
- організація медичного обслуговування;
- забезпечення продовольством і предметами першої необхідності;
- знезараження харчів, води, фуражу, техніки, майна, території;
- соціально-психологічна реабілітація;
- відшкодування збитків;
- знезараження майна, території, техніки.

Відновлювальні роботи здійснюють спеціально створені підрозділи (бригади). Залежно від рівня надзвичайної ситуації (загальнодержавного, регіонального, місцевого чи об'єктового) для проведення РІНР залучаються сили і засоби ЦО центрального, регіонального або об'єктового підпорядкування.

При аваріях на радіаційно-небезпечних об'єктах. При радіаційних аваріях викинуті із реактора радіонукліди піднімаються в атмосферу і переносяться у вигляді аерозолів на значну відстань. Потім вони випадають разом з пилом і дощем на місцевість, утворюючи великі зони радіоактивного забруднення, які є небезпечними для людей і навколишнього середовища. Ступінь радіаційної небезпеки для населення визначається кількістю і складом радіонуклідів, викинутих у зовнішнє середовище, відстанню від місця аварії до населеного пункту, метеоумов і пори року в час аварії.

Організація і проведення РІНР при аварії на АЕС полягає у виконанні заходів, до яких відносяться:

- оповіщення населення про, аварію і постійне його інформування про наявну обстановку та порядок дій в даних умовах;
- використання засобів колективного і індивідуального захисту;
- організація дозиметричного контролю;
- проведення йодної профілактики населення, що опинилося в зоні радіоактивного зараження;
- введення обмеженого перебування населення на відкритій місцевості (режими радіаційного захисту);
- здійснення евакуації населення (за розпорядженням Уряду) та інші заходи.

Після евакуації населення приступають до дезактивації території і техніки. При аварії на ХНО з викидом (виливом) сильнодіючих отруйних речовин (СДОР).

При виникненні осередку хімічного ураження негайно оповіщаються робітники, службовці та населення, які опинилися в зоні зараження і в районах, яким загрожує небезпека зараження. Висилається радіаційна, хімічна і медична розвідка для уточнення місця, часу, типу і концентрації СДОР, визначення межі осередку ураження (зони зараження) та напрямку розповсюдження зараженого повітря. Готуються формування для проведення рятувальних робіт. На підставі даних, отриманих від розвідки та інших джерел, начальник ЦО об'єкта приймає рішення, особисто організовує проведення рятувальних робіт і заходів щодо ліквідації хімічного зараження.

Для ліквідації наслідків хімічного зараження та проведення рятувальних робіт у першу чергу залучаються санітарні дружини, зведені загони (команди, групи) команди (групи) знезараження, формування механізації. Спочатку в осередок вводяться санітарні дружини, формування радіаційного і хімічного захисту, охорони громадського порядку та ін.

Особовий склад формувань забезпечується засобами індивідуального захисту, антидотами, індивідуальними протихімічними пакетами та підготовляються до порядку дій в осередку ураження.

В осередку хімічного ураження, перш за все, надається допомога потерпілим (ураженим), проводиться відбір за складністю поранення та організовується евакуація в медичні установи. Осередок ураження оточується – здійснюється знезараження місцевості, транспорту, споруд, а також санітарна обробка особового складу формувань і населення. В першу чергу, надягаються протигазу на уражених, їм надається перша медична допомога, вводяться антидоти.

Формування знезараження дегазують проїзди та переходи, територію, споруди, техніку, чим забезпечують дії інших формувань, а також виведення населення із осередку хімічного ураження.

Необхідно пам'ятати, що при проведенні рятувальних робіт в осередку хімічного ураження можливий застій зараження повітря в підземних спорудах, приміщеннях, парках, закритих дворах, а також розповсюдження його по трубопроводах та тунелях. Тому після завершення рятувальних робіт або заміни формувань направляються на пункти спеціальної обробки. Пункти спеціальної обробки розгортаються на незараженій території (місцевості) та поблизу маршрутів виходу формувань і населення.

В осередку бактеріологічного (біологічного) ураження роботи здійснюються за рішенням старшого начальника ЦО. Роботами щодо ліквідації бактеріологічного осередку керує начальник ЦО об'єкта, а організацією та проведенням медичних заходів – начальник медичної служби.

В осередку бактеріологічного (біологічного) ураження організовуються та проводяться:

- бактеріологічна розвідка та індикація бактеріальних засобів;
- карантинний режим або обсервація у відповідності з рішенням старшого начальника;
- санітарна експертиза;
- контроль зараження продовольства, харчової сировини, води та фуражу, їх знезараження;

— протиепідемічні; санітарно-гігієнічні, спеціальні профілактичні, лікувально-евакуаційні, протиепізоотичні, ветеринарно-санітарні заходи, а також санітарно-роз'яснювальна робота.

При організації робіт щодо ліквідації осередку бактеріологічного (біологічного) ураження враховуються:

- здатність бактеріальних засобів спричиняти інфекційні захворювання серед людей і тварин;
- здатність деяких мікробів і токсинів тривалий час зберігатися у зовнішньому середовищі;
- наявність та тривалість інкубаційного періоду виявлення хвороби;
- складність лабораторного виявлення застосованого збудника та тривалість визначення його виду;
- небезпечність зараження особового складу формувань та необхідність застосування засобів індивідуального захисту.

У випадку виявлення ознак застосування бактеріальних засобів на місцевість негайно висилається бактеріологічна розвідка. На підставі отриманих даних, встановлюється зона карантину або зона обсервації, намічається обсяг та послідовність проведення заходів, а також порядок використання сил та засобів для ліквідації осередку бактеріологічного (біологічного) ураження. Карантинний режим установлюють з метою недопущення розповсюдження інфекційних захворювань за межі осередку. Ізоляційно-обмежуючі міри при обсервації менш суворі, чим при карантині.

У всіх випадках в осередку бактеріологічного (біологічного) ураження одного із першочергових заходів проведення профілактичного лікування населення від особливо небезпечних інфекційних хвороб. Для цього застосовуються антибіотики широкого спектру дії та інші препарати, що забезпечують профілактичний і лікувальний ефект, а також препарати, що є в індивідуальній аптечці АІ-2.

Після того, як буде визначено вид збудника, проводиться екстрена профілактика — застосування специфічних для даного захворювання

препаратів: антибіотиків, сировоток та ін., своєчасне застосування яких зменшить кількість жертв і буде сприяти прискореній ліквідації осередку ураження.

Для проведення заходів з ліквідації осередку бактеріологічного ураження залучаються у першу чергу, сили і засоби, які опинилися на території осередку, в тому числі санітарно-епідемічні станції (СЕС), ветеринарні станції, пересувні протиепідемічні загони, спеціалізовані протиепідемічні бригади, лікарні, поліклініки та інші медичні і ветеринарні установи та формування.

Якщо цих сил і засобів недостатньо, то залучаються сили і засоби медичної та інших служб ЦО, які знаходяться за межами осередку. Перед введенням в осередок ураження проводяться заходи щодо забезпечення захисту особового складу формувань від інфекційних захворювань. Формування загального призначення залучаються для виявлення хворих та підозрілих на захворювання та їх ізоляцію, проведення знезараження території, будівель і споруд, санітарної обробки людей, дезинфікації одягу. В зоні карантину здійснюється суворий контроль за дотриманням населенням встановленого режиму поведінки, виконують інші заходи.

Інфекційних хворих госпіталізують і лікують в інфекційних лікарнях в осередку ураження, або розгортають тимчасові інфекційні стаціонари. Якщо необхідно, то хворих з особливо небезпечними інфекціями евакуюють спеціальними групами.

Осередок бактеріологічного (біологічного) ураження вважається ліквідованим після того, як з моменту виявлення останнього хворого пройде час, що дорівнює максимальному терміну інкубаційного періоду для даного захворювання.

Таким чином, у розділі розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на здоров'я працівників економіко-гуманітарної сфери під час виконання робочих обов'язків в адміністративному приміщенні. Заходи по забезпеченню безпеки, заходи по забезпеченню виробничої санітарії та

гігієни праці, заходи з пожежної безпеки (в приміщенні офісу класом пожежі А (Е), категорією приміщення Д передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5, також встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6», яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика) та заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях, а при проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт.

Отже, було розглянуто основні потенційні небезпеки на підприємстві, які можуть трапитися з людиною під час виконання роботи в офісному приміщенні.

В ході виконання було запропоновано заходи щодо забезпечення безпеки людини на робочому місці (у адміністративному приміщенні), по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни, з пожежної безпеки, а також у надзвичайних ситуаціях. Дуже важливими є фактори ризику виникнення порушення психологічного стану у офісних робітників, тож необхідно урізноманітнювати робочий процес та впроваджувати інші соціально психологічні заходи, це також сприяє запобіганню виникнення хронічної перевтоми.

Також проведені розрахунки щодо норм освітлення в офісному приміщенні. Дотримання основних правил безпеки, а також рекомендацій, які представлені в даному розділі, удосконалення робочого процесу з боку соціальних та психологічних робіт, зменшують ризик отримання травм та ушкоджень під час роботи.

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Постановка задачі

Розглянемо задачу розподілу інвестицій[3]. Планується модернізація n підприємств. Для цього виділено кошти обсягом y од. Для кожного підприємства j можлива реалізація декількох альтернативних проектів X_i . Кожний проект характеризується витратами C_{ij} та майбутніми прибутками R_{ij} . На кожному підприємстві можна реалізувати лише один проект. Необхідно обрати для кожного підприємства такий проект, щоб фірма отримала максимальний річний прибуток після реалізації всіх проектів.

Як приклад розглянемо задачу розподілу інвестицій з вхідними даними: $n = 4$, $y = 8$, C_{ij} та R_{ij} наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вхідні дані

Проект	Підприємство №1		Підприємство №2		Підприємство №3		Підприємство №4	
	C	R	C	R	C	R	C	R
X1	1	1	2	2	1	1	1	3
X2	3	4	4	6	2	3	3	5
X3	—	—	—	—	4	7	—	—

Математична постановка задачі розподілу інвестицій:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n F_j \rightarrow \max \\ F_j = \max R_{ij} \\ \sum_{j=1}^n C_{ij} \leq y \\ j = \overline{1, n} \\ i = \overline{1, m} \end{cases} \quad (2.1)$$

$y = 8$ од. – кількість виділених коштів;

$n = 4$ — кількість підприємств;

m – кількість проектів;

C_{ij} – витрати на j -м підприємстві, коли обран проект з номером x_i ;

R_{ij} – річний дохід, який буде отриманий на j -ому підприємстві від реалізації проекту x_i ;

F – максимальний річний дохід, який буде отриманий від реалізації проектів при заданих об'ємах інвестицій у од.

2.2 Задача розподілу інвестицій з детермінованими вхідними параметрами.

У дипломній роботі бакалавра [19] було знайдено розв'язок задачі розподілу інвестицій методом перебору даних та табличним методом.

В основі табличного методу було рівняння Беллмана для процедури зворотного прогону:

$$\begin{aligned} f_{n+1}(y_{n+1}) &= 0, \\ f_j(y_j) &= \max_{x_j | C_j(x_j) \leq y_j} \{R_j(x_j) + f_{j+1}(y_j - C_j(x_j))\}, \\ j &= \overline{n, 1}, \end{aligned}$$

де x_j — управління (у Беллмана);

— y_j — стан (у Беллмана) — кількість грошей для підприємств

Розв'язавши задачу розподілу інвестицій з детермінованими вхідними даними (Табл. 2.1) двома методами: методом перебору даних та табличним методом (рівняння Беллмана), було отримано 2 оптимальні плана: (1,1,3,1) та (1,2,2,1).

Було показано, що результати розв'язання задачі двома методами (методом перебору даних, аналітичним або табличним методом) дали однаковий результат. Максимальний річний дохід при цих наборах проектів дорівнює 13 од.

2.3 Задача розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом

Знайти розв'язок детермінованої задачі розподілу інвестицій можна різними засобами, зокрема методом перебору даних та методом динамічного програмування[6,8]. Для заданих значень оптимальними планами є набори проектів (1,1,3,1) та (1,2,2,1), оптимальний дохід (при цих наборах проектів) дорівнює 13 од.

На практиці в задачі розподілу інвестицій витрати і майбутні доходи прибутки точно невідомі. Тому актуальним є її розв'язок в умовах невизначеності, коли вхідні дані задаються випадковими послідовностями, що підпорядковуються заданому закону розподілу. Виникає питання: чи зміниться оптимальний план задачі, якщо вхідні дані є випадковими послідовностями? Для прикладу розглянемо задачу з вхідними параметрами, що підпорядковуються рівномірному закону розподілу з 10%, 30%, 50% відхиленням від детермінованих значень.(Табл. 2.10)

За допомогою MatLabреалізували метод перебору даних для вище зазначеної задачі,коли вхідні параметри підпорядковуються закону безперервного рівномірного розподілу. (Див. Додаток А)[6,7].

На практиці в задачі розподілу інвестицій витрати і майбутні доходи прибутки точно невідомі. Тому актуальним є й розв'язок в умовах невизначеності, коли вхідні дані задаються випадковими послідовностями, що підпорядковуються заданому закону розподілу. [1]

Матриці C та R записали за допомогою функції `unifrnd(a,c)` – функція призначена для генерації псевдовипадкового числа по безперервному рівномірному розподілу для кожної пари параметрів A, C . [8,9].

Для кожного елемента матриці замість константи вписали функцію безперервного рівномірного розподілу з відхиленням у 10%, 30% та 50% для кожного елементу.

Після того, як програма для методу перебору даних досягла кінця, на екрані з'являється 2 рядки:

- 1 рядок – набір проектів по кожному підприємству
- 2 рядок – максимальний річний дохід від реалізації даного набору проектів.

Було зроблено 12000 запусків. Для кожного виду відхилення зробили по 4000 запусків. (Табл. 2.7, 2.8, 2.9)

Таблиця 2.7 – Вирізка з таблиці з відхиленням у 10%.

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 1 3 1	12.583
1 2 1 1	11.442
1 1 3 1	13.050
1 1 3 1	12.502
1 2 2 1	13.336
2 1 2 1	12.612
1 2 2 1	13.651
1 1 3 1	13.073
1 2 2 1	12.463
1 1 3 1	13.720
1 1 3 1	13.170
1 1 3 1	12.471
1 1 3 1	13.169
2 1 2 1	11.349
1 1 3 1	13.000
2 1 2 1	11.639
1 1 3 1	12.511
1 1 3 1	13.587
1 2 2 1	12.868
1 2 2 1	12.948
1 2 2 1	13.400
1 2 1 1	11.317
1 2 2 1	13.506
1 1 3 1	12.837
1 2 2 1	12.547
1 2 2 1	13.243
1 2 2 1	13.125
1 2 2 1	12.546

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 1 3 1	12.842
1 2 1 1	10.834
1 2 1 1	11.189
1 2 2 1	12.252
1 1 3 1	12.684
1 2 2 1	13.301
1 2 2 1	12.853
1 1 3 1	13.590
1 1 3 1	12.320
1 1 3 1	13.055
1 2 2 1	12.859
1 2 1 1	11.083
1 2 2 1	13.752
1 2 2 1	13.580
2 1 2 1	12.337
1 1 3 1	13.067
1 2 2 1	13.495
1 2 1 1	11.702
1 1 3 1	12.581
1 2 2 1	12.780
1 1 3 1	13.804
1 2 2 1	13.365
1 1 3 1	13.150
1 2 1 1	11.578
1 1 2 2	11.243
1 2 2 1	13.271
1 1 3 1	13.151
1 2 2 1	13.143

Продовження табл. 2.7

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 1 3 1	12.879
1 2 1 1	10.871
1 2 2 1	13.083
1 1 3 1	12.660
1 2 2 1	13.544
1 1 3 1	13.598
1 2 2 1	13.387
1 1 3 1	12.412
1 2 2 1	13.597
1 2 2 1	12.590
1 1 3 1	13.693
1 2 2 1	13.134
1 2 2 1	12.039
1 2 2 1	13.308
2 1 2 1	12.384
1 2 2 1	13.028
1 2 2 1	13.250
1 1 3 1	13.403
1 2 2 1	13.810
1 2 2 1	12.973
1 1 3 1	13.368
1 2 1 1	11.494
1 2 1 1	11.361

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 1 3 1	13.109
1 2 2 1	12.698
1 2 1 1	11.268
1 2 1 1	11.169
1 1 3 1	12.139
1 1 2 2	11.039
1 2 1 1	11.224
1 1 3 1	13.350
2 1 2 1	12.708
1 1 3 1	13.681
2 1 2 1	11.451
1 1 3 1	12.898
1 1 3 1	13.437
1 1 3 1	13.342
1 2 2 1	13.507
1 2 1 1	11.558
1 1 3 1	12.196
1 1 3 1	12.780
1 1 3 1	13.371
1 2 2 1	12.874
1 2 2 1	13.042
2 1 2 1	12.064
1 1 3 1	13.459

Таблиця 2.8-Вирізка з таблиці з відхиленням у 30%.

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 1 3 1	15.392
1 1 3 1	12.025
1 2 2 1	14.032
1 2 2 1	14.588
1 2 2 1	13.969
1 1 3 1	14.946
1 2 2 1	14.877
1 2 1 1	10.584
1 2 1 2	12.243
1 1 3 1	15.008
1 2 2 1	12.486
1 1 3 1	12.757

Набір проектів	Максимальний річний дохід
2 1 2 1	13.100
1 2 2 1	11.223
1 1 3 1	12.811
1 1 3 1	14.970
2 2 1 1	15.489
1 2 2 1	13.958
1 1 3 1	12.938
2 1 1 1	10.974
1 1 3 1	11.887
1 2 2 1	11.581
2 1 2 1	12.713
1 1 3 1	12.440

Продовження табл.. 2.8

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 1 3 1	13.921
1 1 3 1	12.612
1 2 2 1	13.967
2 1 2 1	12.946
2 1 2 1	12.138
1 2 1 1	13.168
1 2 1 1	11.711
2 1 1 1	9.3193
2 1 2 1	13.744
1 2 1 1	13.429
2 1 1 1	11.155
1 1 2 2	11.743
1 1 3 1	12.656
2 1 2 1	12.096
1 2 1 1	10.305
1 1 3 2	14.498
1 1 3 1	13.639
1 2 2 1	15.816
2 2 1 1	15.521
1 2 2 1	11.275
2 1 2 1	13.536
1 1 3 1	12.594
1 1 3 1	14.641
2 2 1 1	15.922
2 2 1 1	12.622
1 1 1 2	10.467
2 1 2 1	12.797
2 2 1 1	16.098
1 1 3 1	13.519
2 1 2 1	13.480
1 1 3 1	14.841
1 2 1 1	10.531
1 2 2 1	12.693
2 1 2 1	13.016
2 1 1 1	10.465
2 2 1 1	16.054
2 1 1 1	9.9921
1 1 2 2	12.141
1 1 3 1	12.806

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 2 1 1	11.751
1 1 3 1	13.222
1 1 3 1	13.415
2 2 1 1	14.418
1 2 1 1	12.893
2 1 1 2	13.921
1 1 2 1	10.400
2 2 2 1	15.858
2 1 2 1	12.917
1 1 3 1	13.382
2 1 2 1	12.736
1 2 2 1	15.407
1 2 2 1	14.844
1 2 2 1	14.198
2 1 1 1	10.396
1 2 1 1	11.240
1 1 3 1	12.918
1 1 3 1	12.320
2 1 2 1	12.783
1 1 3 1	10.881
1 1 3 1	13.356
1 2 1 2	13.970
1 1 3 1	13.253
1 2 2 1	13.206
1 1 3 1	13.166
1 2 1 1	12.960
1 1 3 1	13.812
1 2 2 1	15.577
2 2 1 1	17.297
1 2 2 1	12.735
1 2 1 1	9.7211
1 2 2 1	13.595
1 1 3 1	14.454
2 2 1 1	15.028
1 1 2 2	12.274
1 2 1 1	12.807
2 1 1 1	10.420
1 2 3 1	15.895

Продовження табл.. 2.8

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 2 2 1	12.251
2 1 2 1	12.973
2 2 1 1	13.602

Таблиця 2.9- Вирізка з таблиці з відхиленням у 50%.

Набір проектів	Максимальний річний дохід
2 1 1 1	10,248
2 1 2 1	12,778
2 1 2 1	14,386
2 2 2 1	18,109
2 1 2 1	12,817
2 1 2 1	16,598
2 2 2 2	19,84
1 1 3 1	15,257
1 1 3 1	16,087
1 2 2 1	14,8
1 1 3 2	15,706
1 2 2 2	15,906
1 1 3 2	16,192
1 2 1 1	13,211
1 2 3 1	15,662
2 1 2 1	14,309
1 2 3 1	17,209
1 1 3 1	15,785
2 1 3 1	13,928
1 1 3 1	12,071
1 1 3 1	12,215
1 1 3 1	13,085
1 2 2 1	13,021
1 2 3 1	20,181
1 1 3 1	15,124
2 2 1 1	15,97
2 1 2 1	14,74
1 2 2 1	16,353
2 1 2 1	10,453
2 1 2 1	13,542

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 2 1 1	11,382
1 1 3 1	16,559
1 1 3 1	11,348
2 1 1 2	12,711
1 2 3 1	19,271
1 1 3 1	13,792
2 2 2 1	18,126
2 1 2 2	11,2
1 1 2 1	11,841
2 1 3 1	19,998
1 1 1 2	10,191
1 1 3 1	17,339
1 2 1 1	11,287
1 2 2 1	16,862
1 2 1 1	12,698
2 1 2 2	15,98
1 2 3 2	17,845
1 2 2 1	13,207
2 2 1 1	8,1326
1 2 2 1	17,589
1 2 2 1	16,152
1 1 1 2	11,058
1 2 3 1	18,978
1 2 2 2	14,497
2 1 2 1	12,508
1 2 2 1	15,161
1 2 2 1	12,441
1 2 3 2	21,145
1 1 3 1	14,765
2 1 1 1	10,073

Продовження табл.2.9

Набір проектів	Максимальний річний дохід
1 2 2 2	15,552
1 2 3 1	15,73
1 2 1 2	17,384
1 1 2 2	13,18
2 1 1 1	11,088
2 1 2 2	17,963
2 1 2 1	10,527
1 1 3 1	15,38
2 1 2 2	12,734
1 2 2 1	12,539
1 1 3 2	20,288
1 2 1 2	14,808
1 1 3 1	11,912
2 2 1 1	15,24
1 1 2 2	12,606
1 2 2 1	12,493
1 1 2 2	13,77
1 2 1 1	13,017
1 1 3 2	16,71

Набір проектів	Максимальний річний дохід
2 1 1 1	10,573
2 2 1 1	14,702
1 1 2 2	12,788
2 2 2 1	19,821
1 2 3 1	20,347
1 2 1 1	13,727
1 1 2 2	12,251
1 1 1 2	10,203
2 1 2 1	13,739
2 1 2 1	13,337
1 2 1 2	10,14
1 2 3 1	14,194
1 1 3 1	13,466
1 1 3 2	18,241
2 2 2 1	14,92
1 1 3 1	12,857
1 1 3 1	12,278
2 2 2 1	17,522
1 1 3 2	20,351
2 2 2 1	16,845
1 2 2 1	12,25

Наступним кроком була перевірка програми на коректність зчитування відхилень у 10%, 30% та 50 %. Для цього зробили наступне.

Виходячи з того, що максимальний річний дохід дорівнює 13 для фіксованих значень матриць витрат та матриць прибутків, вираховували мінімум та максимум для похибок. Це є наші межі, тобто найменше значення доходу з усіх 4000 запусків повинно наближатись до межі, але не повинно бути нижчим. А найбільше значення доходу не повинно бути вищим за наш максимум з відхиленням. Дані меж представлені у Таблиці 2.10

Таблиця з мінімальним та максимальним значенням для усіх видів похибки (Табл. 2.10)

Таблиця 2.10 – Таблиця з мінімальним та максимальним значенням

Відхилення	MIN		MAX	
	Програмне	Фіксоване	Програмне	Фіксоване
10%	11,834	11,7	13,81	14,3
30%	9,3193	9,1	16,297	16,9
50%	8,1326	6,5	19,145	19,5

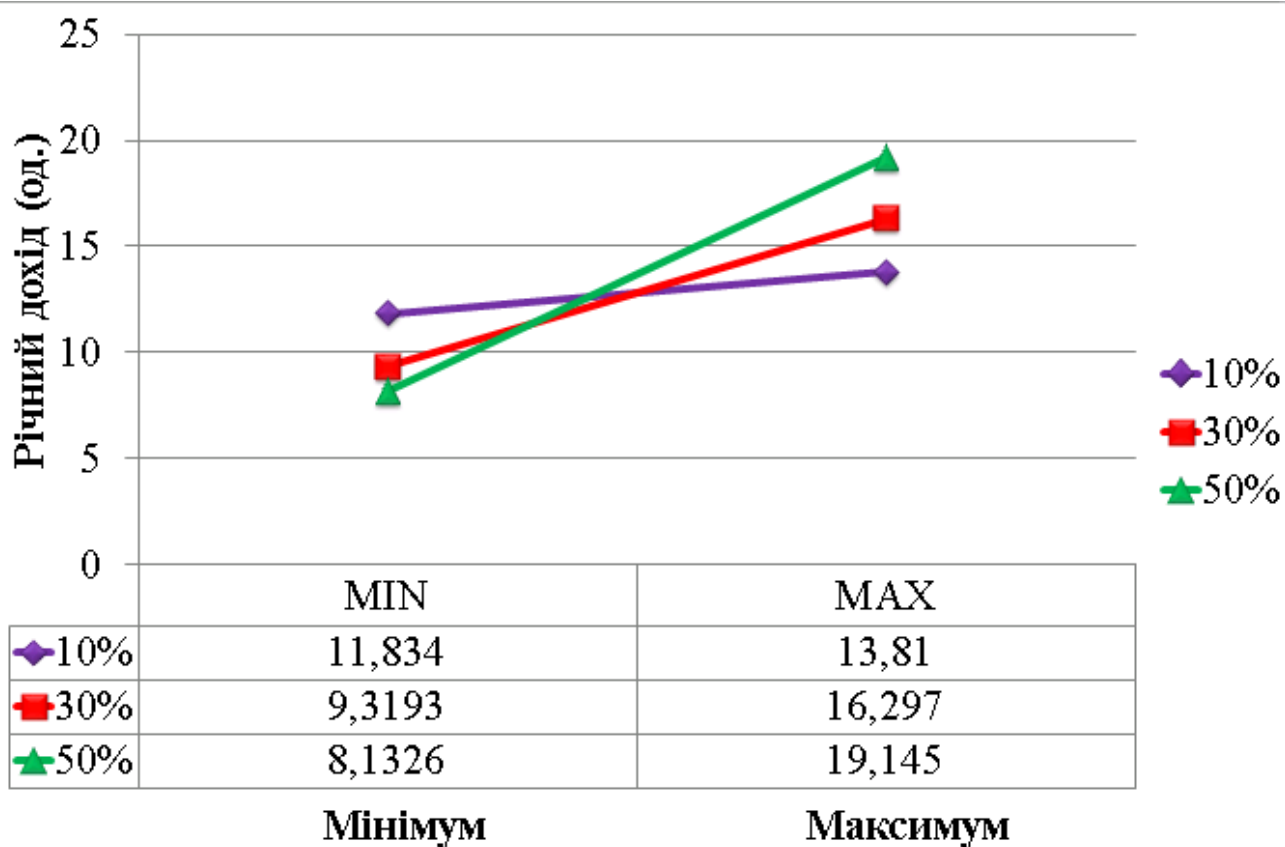


Рисунок 2.1 – Діаграма згідно таблиці 2.10

Згідно цієї діаграми (рис.2.1) можемо зробити висновок, що чим більша відхилення, тим більше буде максимум та менше буде мінімум.

Побудуємо кругові діаграми для результатів у 10%, 30% та 50%.

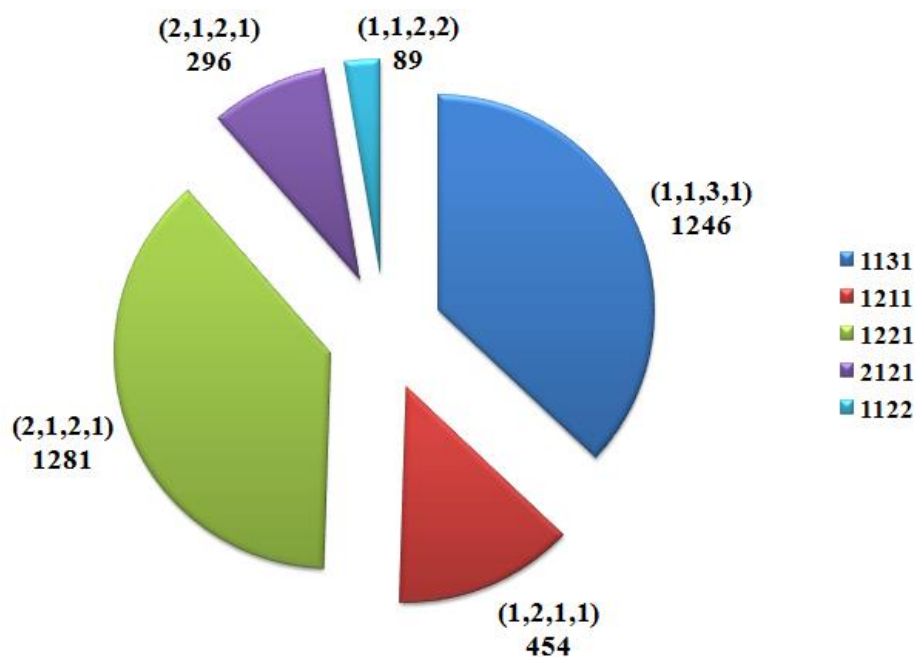


Рисунок 2.2 – Кругова діаграма для отриманих значень від реалізації задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом з відхиленням у 10%

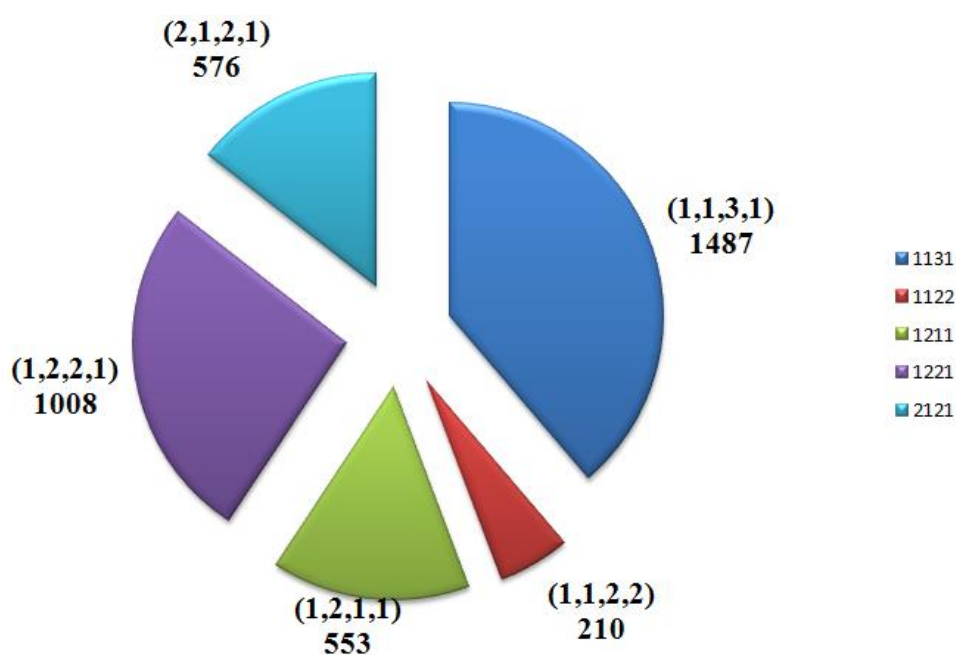


Рисунок 2.3 – Кругова діаграма для отриманих значень від реалізації задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом з відхиленням у 30%

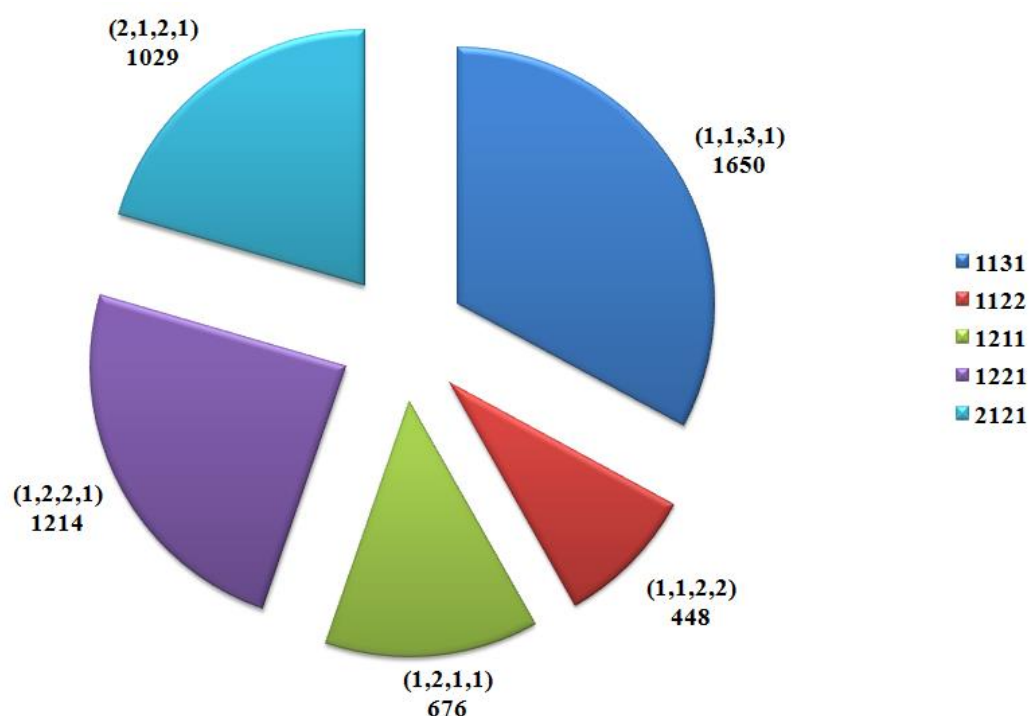


Рисунок 2.4 – Кругова діаграма для отриманих значень від реалізації задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом з відхиленням у 50%

Згідно діаграм бачимо, що на першому місці стоїть набір (1131). Він займає близько 30% усіх даних. Такий розкид та поява інших альтернативних варіантів обумовлено тим, що значення таблиці витрат і таблиці прибутку задаються функцією рівномірного розподілу з відхиленнями у 10%, 30% та 50%.

Перша цифра «1» в оптимальному плані (1131) говорить, що на 1-му підприємстві будемо реалізувати 1-й проект, друга цифра «1» говорить, що на 2-му підприємстві будемо реалізувати 1-й проект, третя цифра «3» говорить, що на 3-му підприємстві будемо реалізувати 3-й проект, четверта цифра «1» говорить, що на 4-му підприємстві будемо реалізувати 1-й проект. Наглядна таблиця виглядає таким чином (Табл. 2.11, 2.12)

Таблиця 2.11 – Візуалізація оптимального плану

	Підприємство 1	Підприємство 2	Підприємство 3	Підприємство 4
Проект 1				
Проект 2				
Проект 3				

Таблиця 2.12 – Візуалізація оптимального плану

	Підприємство 1	Підприємство 2	Підприємство 3	Підприємство 4
Проект 1				
Проект 2				
Проект 3				

Для кожного виду відхилення побудували діаграми «ящик з вусами» за допомогою мови R та функції `boxplot()`.

Ящик з вусами, діаграма розмаху (англ. `Box-and-whiskersdiagram` or `plot, boxplot`) – графік, який використовується в описовій статистиці, компактно зображає одномірний розподіл ймовірностей.

Такий вид діаграми в зручній формі показує медіану (або, якщо потрібно, середнє), нижній і верхній кuartilі, мінімальне і максимальне значення вибірки і викиди. Кілька таких ящиків можна намалювати пліч-о-пліч, щоб візуально порівнювати одне розподіл з іншим; їх можна розташовувати як горизонтально, так і вертикально. Відстані між різними частинами ящика дозволяють визначити ступінь розкиду (дисперсії) і асиметрії даних.

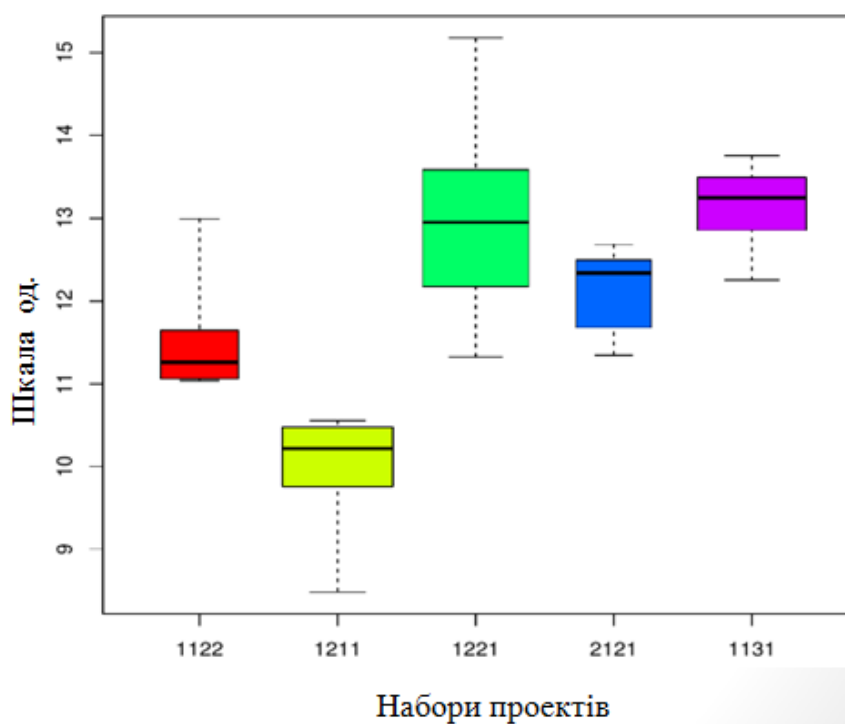


Рисунок 2.5 – Візуалізація отриманих даних по 5 проектам за допомогою функції `boxplot()` та мови R. Вхідні дані розподілені за рівномірним законом з відхиленням у 10%.

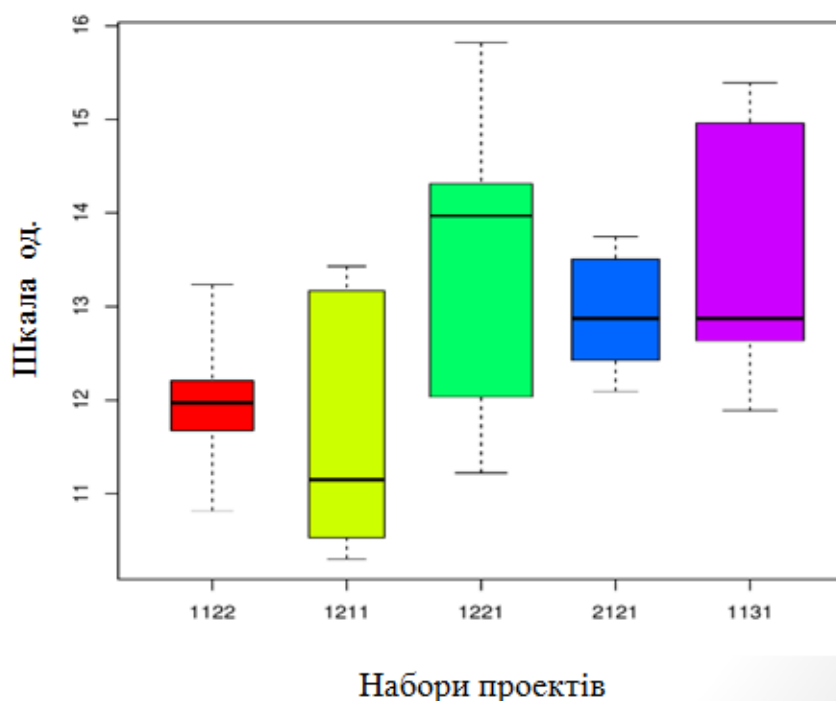


Рисунок 2.6 – Візуалізація отриманих даних по 5 проектам за допомогою функції `boxplot()` та мови R. Вхідні дані розподілені за рівномірним законом з відхиленням у 30%.

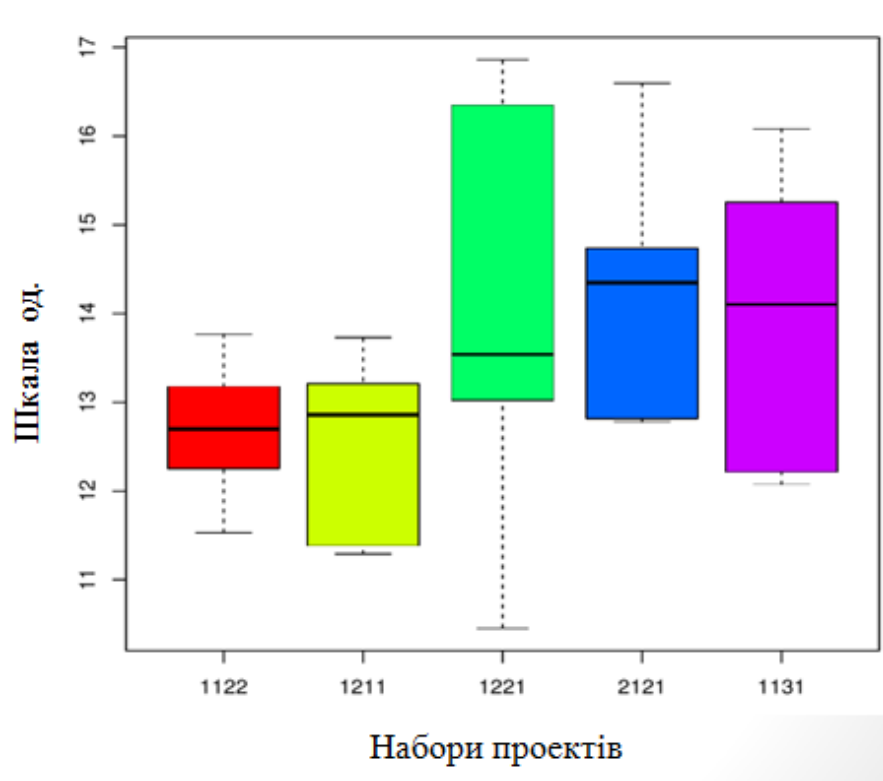


Рисунок 2.7 – Візуалізація отриманих даних по 5 проектам за допомогою функції `boxplot()` та мови R. Вхідні дані розподілені за рівномірним законом з відхиленням у 50%.

Проаналізуємо отримані результати за такими критеріями оптимальності:

- середній арифметичний прибуток;
- медіанний прибуток;
- імовірність отримати прибуток, що перевищує певну величину.

Для останнього критерію візьмемо величини, що дорівнюють 11, 12, 13 та 13,5 од. Результати наведено:

- Таблиця 2.13 – таблиця для вхідних даних, розподілених за рівномірним законом з відхиленням у 10%;
- Таблиця 2.14 – таблиця для вхідних даних, розподілених за рівномірним законом з відхиленням у 30%;
- Таблиця 2.15 – таблиця для вхідних даних, розподілених за рівномірним законом з відхиленням у 50%.

Таблиця 2.13 – таблиця для вхідних даних, розподілених за рівномірним законом з відхиленням у 10%

Критерії	План				
	(1,1,2,2)	(1,1,3,1)	(1,2,1,1)	(1,2,2,1)	(2,1,2,1)
Середній арифметичний прибуток	11.13	13.07	11.07	12.98	11.91
Медіанний прибуток	11.27	13.1	11.13	12.99	11.89
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 11 од.	66%	100%	60%	100%	99,5%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 12 од.	0%	100%	0.2%	97%	39%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 13 од.	0%	57%	0.2%	46%	0%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 13,5 од.	0%	15%	0.2%	13%	0%

Таблиця 2.14 – таблиця для вхідних даних, розподілених за рівномірним законом з відхиленням у 30%

Критерії	План				
	(1,1,2,2)	(1,1,3,1)	(1,2,1,1)	(1,2,2,1)	(2,1,2,1)
Середній арифметичний прибуток	11.69	13.10	11.63	12.85	11.89
Медіанний прибуток	11.85	13.15	11.66	12.98	11.91
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 11 од.	99%	100%	100%	100%	100%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 12 од.	88%	100%	100%	99%	99%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 13 од.	75%	100%	52%	98%	95%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 13,5 од.	30%	99%	45%	93%	0%

Таблиця 2.15 – таблиця для вхідних даних, розподілених за рівномірним законом з відхиленням у 50%

Критерії	План				
	(1,1,2,2)	(1,1,3,1)	(1,2,1,1)	(1,2,2,1)	(2,1,2,1)
Середній арифметичний прибуток	13.05	14.08	12.55	14.41	13.31
Медіанний прибуток	13.89	13.79	12.86	14.00	13.44
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 11 од.	100%	100%	100%	100%	70%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 12 од.	100%	100%	95%	100%	45%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 13 од.	50%	94%	80%	95%	30%
Імовірність отримати прибуток, що перевищує 13,5 од.	11,5%	90%	20%	90%	5%

На основі порівняння значень зі всіма зазначеними критеріями, можна зробити наступний висновок, що для задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, що підпорядковуються закону неперервного рівномірного розподілу, оптимальним планом є:

- план(1,1,3,1) для 10% відхилення;
- план (1,1,3,1) для 30% відхилення;
- план (1,2,2,1) для 50% відхилення.

Проте відзначимо, що оптимальні розв'язки, що відповідають різним критеріям, у загальному випадку можуть бути різними. Також можна робити висновки за окремими критеріями.

2.4 Експертна система

Уявлення задачі у вигляді експертної системи близько до людського мислення і відрізняється від програм, написаних на традиційних алгоритмічних мовах, де дії впорядковані і виконуються строго дотримуючись алгоритму.

CLIPS є однією з найбільш широко використовуваних інструментальних середовищ для розробки експертних систем завдяки своїй швидкості, ефективності і безкоштовності. Будучи громадським надбанням, вона до цих пір оновлюється і підтримується своїм початковим автором, GaryRiley.

CLIPS включає повноцінну об'єктно – орієнтовану мову COOL для написання експертних систем. Хоча вона написана на мові C+, її інтерфейс набагато ближче до мови програмування LISP. Розширення можна створювати на мові C+, крім того, можна інтегрувати CLIPS в програми на мові C+.

CLIPS розроблений для застосування в якості мови прямого логічного висновку (forwardchaining) і в своїй оригінальній версії не підтримує зворотного виведення (backwardchaining). Як і інші експертні системи, CLIPS має справу з правилами та фактами.

Експертна система з вибору інвестиційних проектів

Вибір інвестиційних проектів

Мета: знайти рішення проблеми вибору оптимального набору інвестиційних проектів, щоб фірма отримала найбільший річний прибуток..

Факти:

[Усі набори] = «1111», «1112», «1121», «1122», «1131», «1211», «1221», «2111», «2121».

[Оптимальні набори] = «1131», «1221».

[Рішення директорів фірми] = «вибрати цей набір проектів», «Знайдено альтернативний варіант», «шукати далі», «розглянути усі варіанти», «рішення не прийнято».

Рекомендації:

Дія, які потрібно відтворити.

[Рішення директорів фірми] = «вибрати цей набір проектів», «знайдено альтернативний варіант», «шукати далі», «розглянути усі варіанти», «рішення не прийнято».

Правила:

ЯКЩО [Усі рішення] = 1111 ТО 1111: Шукати далі.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1112 ТО 1112: Шукати далі.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1121 ТО 1121: Шукати далі.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1122 ТО 1122: Знайдено альтернативний варіант.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1131 ТО 1131: Вибрати цей набір проектів.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1211 ТО 1211: Знайдено альтернативний варіант.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1221 ТО 1221: Вибрати цей набір проектів.

ЯКЩО [Усі рішення] = 2111 ТО 2111: Знайдено альтернативний варіант.

ЯКЩО [Усі рішення] = 2121 ТО 2121: Знайдено альтернативний варіант.

ЯКЩО [Усі рішення] = 2122 ТО 2122: Рішення не прийнято.

ЯКЩО [Усі рішення] = 1132 ТО 1132: Рішення не прийнято.

ЯКЩО [Рішення директорів фірми] = Вибрати цей набір проектів ТО Рішення очевидне. Записуємо цей набір проектів та реалізуємо.

ЯКЩО [Рішення директорів фірми] = Знайдено альтернативний варіант ТО Починаємо пошук з початку. Якщо оптимальний набір не буде знайдено, то записуємо альтернативний набір проектів і вважаємо його оптимальним.

ЯКЩО [Рішення директорів фірми] = шукати далі ТО Шукати далі: потрібно продовжити пошук з самого початку.

ЯКЩО [Рішення директорів фірми] = розглянути усі варіанти ТО Розглянути усі варіанти: 1) перерахувати суму витрат; 2) перерахувати суму доходів; 3) порівняти з попередніми результатами.

ЯКЩО [Рішення директорів фірми] = рішення не прийнято ТО Рішення не прийнято: вибираємо інший алгоритм вирішення задачі розподілу інвестицій.

Реалізація експертної системи в середовищі CLIPS.

```
(deftemplatefact
  (field subject (type SYMBOL))
  (field property (type SYMBOL))
)

(deftemplate action
  (field to_do (type STRING))
)

(deffacts basic_state_1
  (fact (subject nabor1)(property vibor))
)

(deffacts basic_state_2
  (fact (subject nabor2)(property none))
)

(deffacts basic_state_3
  (fact (subject vibor)(property this_project))
)

(defrule vibor1
  (fact (subject nabor1)(property vibor_1))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet1")))
  (printoutt "Проект 1111 не выбирается." crlf))

(defrule vibor2
  (fact (subject nabor1)(property vibor_2))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet2")))
  (printoutt " 1131 : Суммарные расходы равны 8 млн дол. А суммарные доходы=13
млн дол и это является максимальным числом." crlf)
)

(defrule vibor3
  (fact (subject nabor1)(property vibor_3))
  =>
  (assert (action (to_do "poisk+")))
  (printoutt " 1112:Суммарные расходы не превышают порогового значения 8. Но
суммарные доходы равны 9. Это не максимальное число, поэтому продолжаем
поиск " crlf)
)
```

```
(defrule one
  (fact (subject nabor1)(property first_1))
  =>
  (assert (action (to_do "not+"))))
  (printoutt " 1111: Суммарные расходы не превышают порогового значения 8. Но
суммарные доходы равны 7. Этот набор проектов не выбираем даже при самом
худшем исходе." crlf)
)
```

```
(defrule two
  (fact (subject nabor1)(property second_2))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet3"))))
  (printoutt " 1121: Суммарные расходы не превышают порогового значения 8. Но
суммарные доходы равны 9. Это не максимальное число, поэтому продолжаем
поиск " crlf)
)
```

```
(defrule three
  (fact (subject nabor1)(property third_3))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet4"))))
  (printoutt " 1122: Суммарные расходы не превышают порогового значения 8. Но
суммарные доходы равны 11. Это не максимальное число, но этот набор проектов
является альтернативным." crlf)
)
```

```
(defrule four
  (fact (subject nabor1)(property four_4))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet5"))))
  (printoutt " 1211: Суммарные расходы не превышают порогового значения 8. Но
суммарные доходы равны 11. Это не максимальное число, но этот набор проектов
является альтернативным." crlf)
)
```

```
(defrule five
  (fact (subject nabor1)(property fifth_5))
  =>
  (assert (action (to_do "this_vibor+"))))
  (printoutt "1221: Суммарные расходы равны 8 млн дол. А суммарные доходы=13
млн дол и это является максимальным числом. " crlf)
```

)

```
(defrule six
  (fact (subject nabor1)(property sixth_6))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet5"))))
  (printoutt "2111: Суммарные расходы не превышают порогового значения 8. Но
суммарные доходы равны 10. Это не максимальное число, поэтому продолжаем
поиск." crlf)
)
```

```
(defruleseven
  (fact (subjectnabor1)(propertyseventh_7))
  =>
  (assert (action (to_do "sovet6"))))
  (printoutt "2121: Это альтернативный вариант. Суммарные расходы не выше
порогового значения." crlf)
)
```

```
(defrule these
  (or (fact (subject vibor)(property these))
      (action (to_do "these+"))))
  =>
  (printoutt "Намподходитэтотнабор." crlf)
)
```

```
(defrulethis_project
  (or (fact (subject vibor)(property this_project))
      (action (to_do "this_project+"))))
  =>
  (printoutt "1131:Выбираем этот набор проектов." crlf)
)
```

```
(defrule not
  (or (fact (subject vibor)(property not))
      (action (to_do "not+"))))
  =>
  (printoutt "Выборнесделан." crlf)
)
```

```
(defrulethis_vibor
  (or (fact (subject vibor)(property this_vibor))
      (action (to_do "this_vibor+"))))
  =>
```

```

(printoutt "Выборсделан." crlf)
)

(defrule eight
  (or (fact (subject vibor)(property eight_8))
      (action (to_do "1132+"))))
=>
(printoutt "1132:Пороговое значение превышено! " crlf)
)

(defrule nine
  (or (fact (subject vibor)(property nine_9))
      (action (to_do "1212+"))))
=>
(assert (action (to_do "sovet10")))
(printoutt " 1212:Пороговое значение превышено!" crlf)
)

```

Результат работы програми:

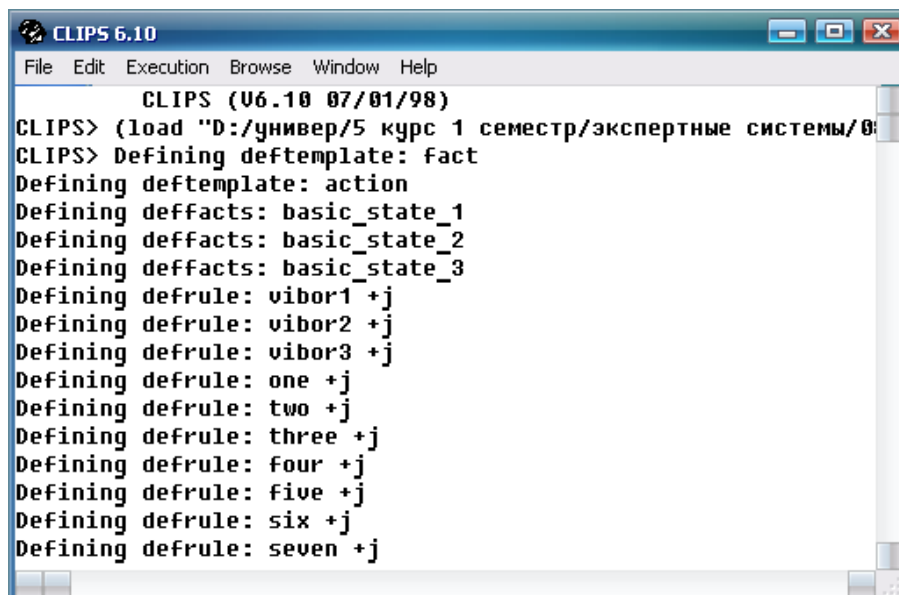
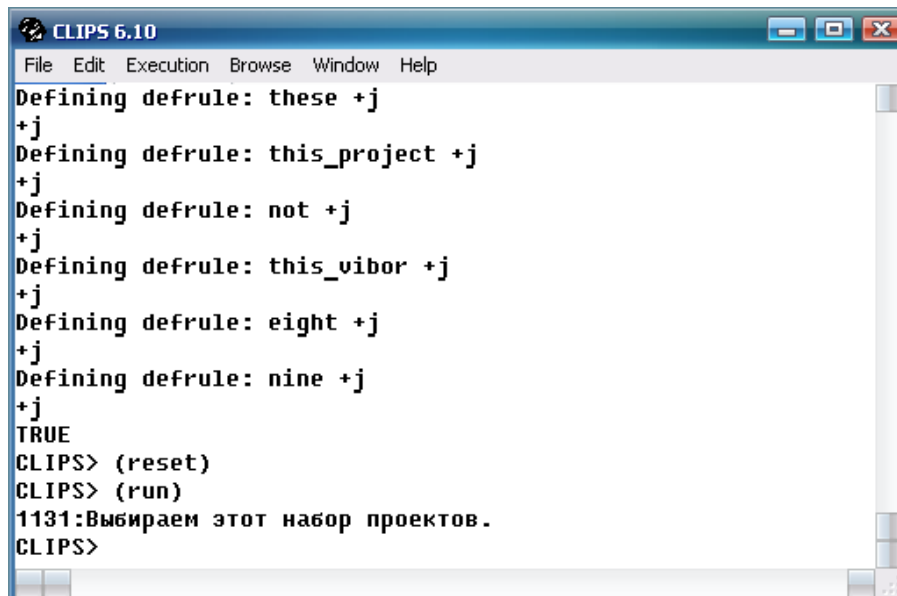


Рис.2.8 – Результат работы програми. Зчитуванняданих.



```

CLIPS 6.10
File Edit Execution Browse Window Help
Defining defrule: these +j
+j
Defining defrule: this_project +j
+j
Defining defrule: not +j
+j
Defining defrule: this_vibor +j
+j
Defining defrule: eight +j
+j
Defining defrule: nine +j
+j
TRUE
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
1131:Выбираем этот набор проектов.
CLIPS>

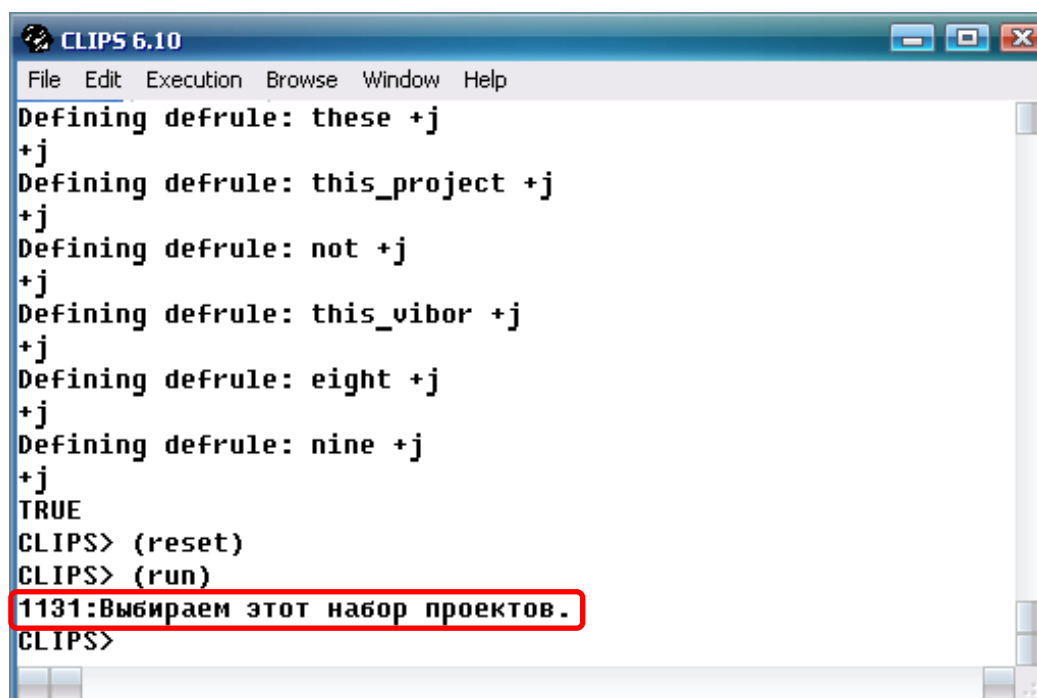
```

Рис.2.9 – Результат роботи програми. Продовження зчитування даних.

Як проводився запуск?

1. Відкриваємо діалогове вікно програми CLIPS.
2. Натискаємо комбінацію кнопок Ctrl + L. Відкривається вікно, де обираємо файл help.CLP
3. Після того, як програма зчитала цей файл вводимо з клавіатури (reset).
4. Далі натискаємо комбінацію клавіш Ctrl + R або вписуємо (run), тим самим запускаючи наш код.
5. Отримали результат для нашої експертної системи.

Після запуску коду програма видає дані відповідь TRUE. Це означає, що всі змінні, факти і правила описані вірно.



```

CLIPS 6.10
File Edit Execution Browse Window Help
Defining defrule: these +j
+j
Defining defrule: this_project +j
+j
Defining defrule: not +j
+j
Defining defrule: this_vibor +j
+j
Defining defrule: eight +j
+j
Defining defrule: nine +j
+j
TRUE
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
1131:Выбираем этот набор проектов.
CLIPS>

```

Рис.2.10– Результат роботи програмного коду.

На Рис.3 бачимо результат роботи нашого програмного коду. Результат: отримали лише один набір проектів 1131. Який дає максимальний сумарний дохід при мінімальних сумарних витратах.

Зробимо підсумок по пункту 2.3. Отже, була написана експертна система вибору оптимального набору проектів за допомогою CLIPS. Експертна система працює справно. Отриманий результат задовольняє умові поставленого завдання. Переваги CLIPS: програма проста в написанні і не вимагає особливих знань. Можна легко знайти помилку в коді і виправити її.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було зроблено наступне:

Методами комп'ютерного моделювання досліджено задачу оптимального розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності. Запропоновано різні варіанти критеріїв оптимальності та розроблено програмну реалізацію розв'язання задачі для цих критеріїв.

- знайдено розв'язок задачі розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності методом перебору даних;
- знайдено розв'язок задачі розподілу інвестицій методом динамічного програмування;
- розроблено програму в середовищі MatLab для розв'язання задачі розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності для довільного числа вхідних даних методом перебору даних;
- отримано та проаналізовано дані задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, що підпорядковуються закону безперервного рівномірного розподілу.
- був проведений аналіз 12000 результатів.
- розроблена візуалізація отриманих даних у програмі Excel та мовою R.
- отримали оптимальні плани для задачі розподілу інвестицій з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом:
 - план (1,1,3,1) для 10% відхилення;
 - план (1,1,3,1) для 30% відхилення;
 - план (1,2,2,1) для 50% відхилення.
- встановлена закономірність, що чим більше відхилення, тим більше діапазон розсіювання даних. Тож з відхиленням у 10% дані коливаються від 10 до 13, з відхиленням у 30% – від 9 до 17, з відхиленням у 50% – від 8 до 21.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. **Беллман, Р.** Динамическое программирование и современная теория управления [Текст] / Р. Беллман, Р. Кабала. – М.: Изд-во «Наука», 1969. – 119 с.
2. **Вагнер, Г.** Основы исследования операций [Текст] / Г. Вагнер. – М.: Изд-во «Мир», 1973. – Т. 3. – 501 с.
3. **Вентцель, Е.С.** Исследование операций. Задачи, принципы, методология: учебное пособие [Текст] / Е. С. Вентцель. – М.: КНОРУС, 2013. – 192 с.
4. **Зайченко, Ю.П.** Дослідження операцій [Текст]: навч. посібн. для студ. ВНЗ / Ю. П. Зайченко. – К.: ЗАТ «ВІПОЛ», 2000. – 687 с.
5. **Хемди, А.Т.** Введение в исследование операций [Текст] / А. Т. Хемди. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
6. **Ростова, Е.П.** Постановка задачи динамического программирования для распределения средств по управлению рисками на предприятии [Текст] / Е. П. Ростова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 6 (4). – С. 1078–1081.
7. **Ростова, Е.П.** Математическая модель оптимального распределения средств на управление рисками в системе «центр– агенты» с помощью динамического программирования [Текст] / Е. П. Ростова // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2016. – Т. 42. – № 2. – С. 57–62.
8. **Петлін, І.В.** Використання методу динамічного програмування для підвищення ефективності інвестиційної діяльності у сфері сільського зеленого туризму [Текст] / І. В. Петлін, Г. Г. Цеглиук // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Т. 23. – № 4. – С. 307–314.

9. **Прилуцкий, М.Х.** Управляемый фронтальный алгоритм решения задачи распределения ресурсов в сетевых канонических структурах [Текст] / М. Х. Прилуцкий, Е. А. Кумагина // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2008. – №6. – С. 152–155.

10. **Костюкевич, В.М.** Оптимальное распределение ресурсов с использованием динамического программирования [Текст] / В. М. Костюкевич, Г. А. Давыдков, И. Г. Хотина // Resources and Technology. – 2008. – Том 7. – С. 49— 51.

11. **Сутягина, Н. И.** Метод динамического программирования при принятии микроэкономического решения [Текст] / Н.И. Сутягина // Вестник НГИЭИ. – 2014. – Т. 42. – №11. – С. 72— 77.

12. **Докучаев, А.В.** Алгоритмы решения стохастических задач динамического программирования большой размерности [Текст] / А.П. Котенко // Вестник Самарского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8. – № 1. – С. 66— 71.

13. **Сергеев, С.М.** Математическое моделирование сети торговых предприятий [Текст] / С.М. Сергеев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8. – № 1. – С. 66— 71.

14. **Bonami, P.** An Exact Solution Approach for Portfolio Optimization Problems Under Stochastic and Integer Constraints [Текст]: Technical Report / P. Bonami, M. A. Lejeune. – The Institute for Integrating Statistics in Decision Sciences, 2008. – 34 p.

15. **Dentcheva, D.** Optimization Models with Probabilistic Constraints. [Текст] / D. Dentcheva, G. Calafiore, F. Dabbene // Probabilistic and Randomized Methods for Design under Uncertainty. – Springer, London, 2006. – P. 49— 97.

16. **Hibiri, N.** Multi-period stochastic optimization models for dynamic asset allocation [Текст] / N. Hibiri // Journal of Banking & Finance. – 2006. – V. 30. – I. 2. – P. 365–390.

17. **Джарратано, Дж.** Экспертные системы: принципы разработки и программирование [Текст] / Дж. Джарратано, Г. Райли. – 4-е изд. – Пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2007. – 1152 с. – ISBN 978-5-8459-1156-8.

18. **Частиков, А. П.** Разработка экспертных систем. Среда CLIPS [Текст] / А. П. Частиков, Т. А. Гаврилова, Д. Л. Белов. – СПб.: «БХВ-Петербург», 2003. – 608 с. – ISBN 5-94157-248-4.

19. **Логвіненко, В. О.** Задача розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності [Текст]: диплом бакалавра / В. О. Логвіненко. – Запоріжжя, 2018. – 50 с.

Додаток А

Реалізація задачі розподілу інвестицій в умовах статистичної невизначеності методом перебору даних в MatLab

```

function [f_opt]=primer(C,R,maximum)
[X9,n]= size (C);
min = ones(1,n);
max = sum(finite(R));
X = min;
opt = min;
f_opt = - inf;
j = n;
while time
    if X(j)<=max(j)
        fin=0;
        for i=1:n
            fin=fin+C(X(i),i);
        end
        if fin <= maximum
            f=0;
            for i=1:n
                f=f+R(X(i),i);
            end
            if f_opt<f
                f_opt = f;
                opt = X;
            elseif f_opt == f
                f_opt;
                opt = [opt;X];
            end
        end
    end
end

```

```
        end
    end
    i = n;
        else
            X(j)= min(j);
            j=j- 1;
            if j<=1e- 8
                break
            end
        end
    end
    X(j)=X(j)+1;
end
opt
```

Додаток Б

Візуалізація отриманих даних від розв'язання задачі розподілу інвестицій методом перебору даних в MatLab за допомогою мови R

$x1=c(6.977, 7.717, 7.797, 7.940, 8.253, 8.923, 9.010, 9.110, 9.111, 9.180, 9.607, 9.643, 9.701, 9.796, 9.914, 10.198, 10.808, 11.034, 11.384, 12.166, 12.236)$

$x2=c(8.229, 8.272, 9.108, 9.191, 9.306, 9.375, 9.410, 9.573, 9.609, 9.763, 9.840, 9.967, 10.134, 10.257, 10.273, 10.358, 10.480, 10.509, 10.541, 10.542, 10.670, 10.697, 10.904, 10.962, 10.998, 11.214, 11.382, 11.707, 11.720, 11.729, 11.923, 11.939, 12.027, 12.151, 12.304)$

$x3=c(8.489, 8.656, 9.321, 9.426, 9.444, 9.586, 9.762, 9.893, 9.912, 9.983, 10.032, 10.061, 10.202, 10.233, 10.258, 10.270, 10.276, 10.317, 10.367, 10.477, 10.495, 10.496, 10.539, 10.543, 10.548, 10.555, 10.565, 10.597, 10.657, 10.664, 10.708, 10.714, 10.732, 10.737, 10.814, 10.862, 10.887, 10.896, 10.911, 10.928, 10.952, 10.974, 10.979, 11.028, 11.045, 11.053, 11.101, 11.139, 11.205, 11.283, 11.284, 11.339, 11.367, 11.374, 11.458, 11.466, 11.476, 11.488, 11.502, 11.504, 11.508, 11.517, 11.559, 11.591, 11.598, 11.651, 11.662, 11.682, 11.704, 11.739, 11.759, 11.764, 11.838, 11.844, 11.901, 11.911, 11.950, 12.031, 12.034, 12.076, 12.086, 12.128, 12.132, 12.132, 12.154, 12.157, 12.229, 12.282, 12.294, 12.381, 12.419, 12.429, 12.449, 12.571, 12.743, 12.777, 12.883, 12.892, 12.920, 12.956, 12.980, 13.190, 13.447, 13.946, 13.947)$

$x4=c(11.324, 13.626, 12.661, 12.128, 12.745, 12.173, 14.421, 12.185, 13.545, 11.623, 11.988, 14.792, 13.537, 14.345, 13.262, 15.175, 13.156, 12.399, 11.743, 14.243, 13.374, 12.494, 13.271, 12.451, 11.706, 12.498, 12.574, 15.332, 13.893, 13.980, 11.646, 12.004, 13.234, 14.670, 14.805, 11.753, 13.374, 11.063, 14.307, 11.703, 13.999, 14.379, 12.123, 12.451, 12.584, 12.900, 13.281, 12.925, 13.392, 11.893, 12.503, 13.779, 12.672, 11.701, 15.637, 12.822, 12.295, 15.319, 12.796, 11.189, 13.282, 12.355, 12.817, 12.026, 14.179, 11.165, 13.036, 14.019, 11.750, 12.960, 12.865, 11.361, 13.618, 13.062, 14.098, 13.391, 13.614, 14.817, 10.724, 12.118, 14.435, 12.061, 12.799, 12.995, 13.991, 12.623, 11.494, 13.709, 12.962, 13.359, 14.526, 15.334, 13.453, 12.473, 12.731, 13.442, 14.546, 11.122, 11.058, 13.553, 13.112, 12.000, 13.528, 12.413, 12.441, 14.024, 11.$

580,12.876,11.394,12.184,11.723,12.982,13.120,14.881,12.708,12.431,13.010,11.893,13.159,12.300,13.525,14.214,12.157,12.650,12.266,12.647,12.522,15.060,12.982,11.622,12.935,13.102,11.006,14.335,12.065,14.845,11.119,13.416,13.510,12.252,12.854,12.422,12.776,13.582,11.300,13.098,13.455,14.621,13.514,13.461,13.924,12.030,13.135,10.347,14.425,12.769,13.691,11.435,13.360,14.521)

```
boxplot(x1,      x2,      x3,x4,      range=0,      varwidth=TRUE,  
horizontal=FALSE,col=rainbow(4), names=c("1121", "2111", "1211","1131"))
```