

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інформатики та радіоелектроніки, комп'ютерних наук і технологій
(повне найменування інституту, факультету)

Системний аналіз та обчислювальна математика
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему Аналіз оптимального розв'язку задачі завантаження з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом

Виконав: студент 2 - курсу, групи КНТ – 819м

Спеціальності: 124 Системний аналіз
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація):
Інтелектуальні технології та прийняття рішень в складних системах

Дуков О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Подковаліхіна О.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Дубровін В.І.

(прізвище та ініціали)

Форма № 25
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інформатики та радіоелектроніки, комп'ютерних наук і технологій

Кафедра Системного аналізу та обчислювальної математики

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 124 Системний аналіз

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології та прийняття рішень в складних системах

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

проф. Г.В. Корніч

« _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Дукова Олександра Вадимовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Аналіз оптимального розв'язку задачі завантаження з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом

керівник проекту (роботи) Подковаліхіна Олена Олександрівна, к.ф.- м.н., доц.,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 30 » листопад 2020 року № 363

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.12.2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Умова задачі про завантаження літака, перелі. літературних джерел згідно теми дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) В першому розділі проведено аналіз останніх публікацій та досліджень за темою роботи. В другому розділі наведено постановку задачі завантаження в умовах статистичної невизначеності. Описано програмну реалізацію для знаходження оптимальних розв'язків задачі з рівномірними вхідними параметрами для 50% відхилення методом перебору даних в пакеті MATLAB. Здобуто оптимальні плани задачі для 4000 запусків. Розроблено різні варіанти критеріїв оптимальності. Проведено аналіз оптимальних планів розглянутого прикладу задачі для шістьох критеріїв оптимальності, на підставі котрого обрано один план для реалізації, що дозволяє отримати максимальний прибуток. В третьому розділі було проведено техніко-економічне обґрунтування дипломного проекту. В четвертому

розділі проаналізовано основні заходи з охорони праці на робочих місцях адміністративних приміщеннях.

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймав завдання
1	Подковаліхіна О. О., к.ф.- м.н., доц	03.09	
2	Подковаліхіна О. О., к.ф.- м.н., доц	03.09	
3	Левченко Н.М., д.н. з держ.упр., проф	12.11	
4	Коробко О.В., ст. в.	16.11	
5	Ширококорд Д.В. к.ф.-м.н., ст. в.		

7. Дата видачі завдання « 03 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Прим
	Сформулювати мету та основні завдання дипломної роботи	03.09-07.09	
	Опрацювати літературу та наукові розробки за темою роботи	07.09-15.09	
	Розробка програм для розв'язання задач	16.09-15.10	
	Розрахунки та аналіз результатів	16.10-10.11	
	Оформлення економічної частини	10.11-15.11	
	Оформлення ЦЗ	16.11-24.11	
	Підсумки та висновки щодо дипломної роботи. Оформлення пояснювальної записки	25.11-07.12	
	Попередній захист дипломного проекту та отримання рецензій	08.12-13.12	
	Захист дипломного проекту	14.12	

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)

Нормо-контролер

(підпис)

Дуков О.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Подковаліхіна О.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Ширококорд Д.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 48с., 4 рис., 12 табл., 12 літературних джерел, 1 додаток.

Об'єкт дослідження – моделі динамічного програмування.

Предмет дослідження – задача про завантаження літака в умовах статистичної невизначеності.

Мета роботи – провести аналіз оптимального розв'язку задачі завантаження з вхідними параметрами, розподіленими за рівномірним законом.

Методи дослідження – метод повного перебору.

В дипломній роботі наведено постановку задачі завантаження в умовах статистичної невизначеності. Описано програмну реалізацію для знаходження оптимальних розв'язків задачі з рівномірними вхідними параметрами для 50% відхилення методом перебору даних в пакеті MATLAB. Здобуто оптимальні плани задачі для 4000 запусків. Розроблено різні варіанти критеріїв оптимальності. Проведено аналіз оптимальних планів розглянутого прикладу задачі для шістьох критеріїв оптимальності, на підставі якого обрано один план для реалізації, що дозволяє отримати максимальний прибуток.

МОДЕЛІ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ, ЗАДАЧА ПРО ЗАВАНТАЖЕННЯ, МЕТОД ПЕРЕБОРУ ДАНИХ, СТАТИСТИЧНА НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ, РІВНОМІРНИЙ ЗАКОН РОЗПОДІЛУ, КРИТЕРІЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ, MATLAB.

SUMMARY

The object of research is models of dynamic programming.

The subject of research - the problem of loading the aircraft in conditions of statistical uncertainty.

The purpose of the work is to analyze the optimal solution of the loading problem with the input parameters distributed according to the uniform law.

Research methods - the method of complete search.

In the diploma work the statement of the problem of loading in the conditions of statistical uncertainty is resulted. Describes a software implementation for finding optimal solutions of the problem with uniform input parameters for 50% deviation by the method of data retrieval in the MATLAB package. Optimal task plans for 4000 launches have been obtained. Different variants of optimality criteria have been developed. The analysis of optimal plans of the considered example of a problem for six criteria of optimality is carried out, on the basis of which one plan for realization is chosen that allows to receive the maximum profit.

ЗМІСТ

Завдання.....	2
Реферат	4
Summary.....	5
Зміст	6
Вступ.....	7
1 Аналіз досліджень та публікацій.....	8
2 Задача про завантаження літака	12
2.1 Постановка задачі	12
2.2 Програмна реалізація задачі завантаження з рівномірно розподіленими вхідними параметрами	13
2.3 Результати розрахунків задачі завантаження з рівномірними вхідними параметрами	14
2.4 Критерії оптимальності та аналіз результатів задачі завантаження з рівномірними вхідними параметрами.....	17
3 Техніко-економічне обґрунтування	21
3.1 Планування науково-дослідних робіт	21
3.2. Розрахунок витрат на проведення НДР	23
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	30
4.1. Аналіз потенційних небезпек.....	30
4.2. Заходи із забезпечення безпеки	31
4.3. Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці ...	33
4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	39
Висновки.....	44
Перелік посилань	45
Додаток А Код програми методу перебору даних	47

ВСТУП

Задача завантаження(інша назва – задача про рюкзак) є актуальною і досить затребуваною. Мета цієї задачі наступна: завантажити якомога більше предметів в літак(рюкзак), за умови, що місткість літака(рюкзака) обмежена. Задача завантаження та її модифікації часто виникають в економіці, логістиці, криптографії та ін. У загальному вигляді задачу можна сформулювати так: з заданої множини предметів з властивостями «вартість» і «вага» потрібно відібрати підмножину з максимальною повною вартістю, дотримуючись при цьому обмеження на сумарну вагу.

Прибуток в реальному житті необов'язково являється чітко заданою величиною. Варіюється він від зменшення заданого числа до його збільшення(через курс долару, митний податок та ін.), тому потрібно знати, яким чином змінюється прибуток, коли будуть змінюватися вхідні параметри задачі завантаження. Для цього важливо розглянути задачу в умовах статистичної невизначеності та дослідити вплив цієї невизначеності на оптимальний розв'язок задачі.

1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Задача про рюкзак та її різновид – задача завантаження – широко застосовуються на практиці в економіці та логістиці для пошуку оптимального завантаження різних транспортних засобів: літаків, кораблів, автомобілів, залізничних вагонів тощо. Кожного разу, коли з'являється необхідність розмістити товари на складі або завантажити в транспортний засіб, з'являється проблема – розмістити вантаж так, щоб зайняти якомога менше місця, тобто розв'язати задачу про оптимальне завантаження, або отримати найбільший прибуток від перевезення того чи іншого вантажу.

Задачу про рюкзак та задачу завантаження розглядали та досліджували в багатьох роботах.

Беллман Р. та Дрейфус С. в роботі [1] розглядали задачу завантаження судна, а саме: необхідно завантажити корабель вантажем, що складається з окремих предметів різних типів. Ці окремі предмети мають різні вагу та вартість, тому виникає задача про те, як завантажити судно обмеженої вантажопідйомності вантажем найбільшої цінності.

Автори Пападимитриу Х. та Стайглиц К. в своїй роботі [2] розглянули задачу про рюкзак: необхідно заповнити рюкзак певної місткості предметами, що мають найбільшу важливу користь. Авторами доведена теорема, що задача про цілочисельний рюкзак є NP-повною.

В роботі [3] автором Окуловим С.М. було розглянуто класичну постановку задачі про рюкзак (в рюкзак завантажуються предмети N різних типів, кожен предмет відповідного типу має вагу та вартість, необхідно визначити максимальну вартість вантажу, вага якого дорівнює максимальній вазі рюкзаку) та один із методів розв'язання цієї задачі.

В роботі [4] Левитин А.В. розглянув декілька методів розв'язання задачі про рюкзак у класичній постановці: метод перебору, метод гілок і меж, жадібні алгоритми.

В роботі [5] автор Таха Х.А. розглянув задачу про завантаження в наступній постановці: розглядається задача про раціональне завантаження судна (літака, автомобіля тощо), що має обмеження за об'ємом або вантажопідйомністю. Кожен вантаж, що поміщений на судно, приносить певний прибуток. Необхідно завантажити судно таким вантажем, що приносять найбільший сумарний прибуток.

Задачу про оптимальне завантаження транспортного засобу неподільними предметами та метод її розв'язання розглядав Грешилов А.А. [6]

В роботі [7] Солтісом М. було розглянуто просту задачу про рюкзак, задачу про розосереджений рюкзак та загальну задачу про рюкзак.

Викладено і обґрунтовано основні поняття і можливості вирішення задачі про рюкзак точними методами гілок і меж та методами динамічного програмування професором Канцедал С.А. [8]

В статті [9] Трапезнікова В.А. було розглянуто жадібний алгоритм розв'язання задачі про одновимірний рюкзак; необхідні і достатні умови оптимальності; оцінка похибки алгоритму і його асимптотична похибка для поведінки в середньому.

В роботі [10] Кагірова Р.Р. було запропоновано спосіб вирішення задачі про багатовимірний рюкзак за допомогою алгоритмів мурашиних колоній.

Існує декілька методів та алгоритмів розв'язання задачі про рюкзак та задачі про завантаження. Серед них: метод перебору, метод динамічного програмування, метод гілок і меж, жадібні алгоритми, алгоритми мурашиних колоній.

Динамічне програмування виникло і сформувалося в 1950-1953 рр. завдяки роботам Р. Беллмана і його співробітників [1]. Методи динамічного програмування застосовуються в різних наукових дослідженнях, в алгоритмах розпізнавання мови і образів, при обробці великих масивів даних в соціології та господарської діяльності, для визначення стратегії розвитку виробничої бази промисловості та будівництва, для розподілу дефіцитних капітальних вкладень між новими напрямками їх використання; для розробки правил управління

попитом і запасами; складання календарних планів поточного і капітального ремонтів устаткування і його заміни; пошуку найкоротших відстаней на транспортній мережі; планування робочої сили; раціонального завантаження транспортного засобу, оптимального управління перевезеннями, послідовності включення об'єктів в будівельний потік і та ін.

Динамічне програмування визначає оптимальне рішення n – мірної задачі шляхом її декомпозиції на n етапів, кожен з яких представляє підзадачу щодо однієї змінної. Обчислювальна перевага такого підходу полягає в тому, що розв'язують одновимірні оптимізаційні задачі замість великої n – мірної задачі. Фундаментальним принципом ДП, що становить основу декомпозиції задачі на етапи, є оптимальність. Так як природа кожного етапу розв'язання залежить від конкретної оптимізаційної задачі, ДП не пропонує обчислювальних алгоритмів безпосередньо для кожного етапу. Обчислювальні аспекти розв'язання оптимізаційних задач на кожному етапі проектуються і реалізуються окремо (що, звичайно, не виключає застосування єдиного алгоритму для всіх етапів).

Надалі метод динамічного програмування застосовували для розв'язання задач, в тому числі і задачі про рюкзак (та її модифікацій), Таха Х.А.[5], Грешилов А.А. [6], Канцедал С.А. [8] та інші.

Найпростішим методом розв'язання задачі про рюкзак є метод повного перебору. Повний перебір в цій задачі призводить до розгляду всіх підмножин даної множини з n предметів, обчисленню загальної ваги кожного з них для того, щоб з'ясувати, чи допустимо такий набір предметів (тобто не перевершує його загальна вага можливості рюкзака), і вибору з допустимих підмножини з максимальною вагою. Цей метод в своїх роботах використовували Окулов С.М. [3] та Левитин А.В.[4] та інші.

Ще одним методом для знаходження розв'язку задачі є метод гілок та меж. Метод гілок і меж полягає в наступному: безліч припустимих рішень (планів) деяким способом розбивається на підмножини, кожне з яких цим же способом знову розбивається на підмножини. Процес триває, до тих пір поки не

вийде оптимальне цілочисельне рішення вихідної задачі. Цей метод був використаний, наприклад, у роботі Левитина А.В. [4].

Також існує жадібний алгоритм. Це простий і прямолінійний евристичний алгоритм, який приймає найкраще рішення, виходячи з наявних на кожному етапі даних, не зважаючи на можливі наслідки, сподіваючись урешті-решт отримати оптимальний розв'язок. Легкий в реалізації і часто дуже ефективний за часом виконання. Був застосований у роботах Левитина А.В.[4] та Трапезнікова В.А.[9] та інших.

Алгоритми мурашиних колоній це ще один зі способів вирішення задачі про рюкзак. Алгоритми мурашиних колоній - це нові перспективні методи оптимізації, що базуються на моделюванні поведінки колонії мурах. Колонія мурах може розглядатися як багатоагентна система, в якій кожен агент (мураха) функціонує за дуже простими правилами. На противагу майже примітивній поведінці агентів, поведінка всієї системи виходить напрочуд розумною.

З допомогою мурашиних алгоритмів були розв'язані такі задачі комбінаторної оптимізації, як задача комівояжера, квадратична задача про призначення, задача маршрутизації вантажівок, задача календарного планування, задача розфарбовування графа, а також розглянуто задачу про рюкзак. Цей алгоритм був запропонований як спосіб вирішення задачі про багатовимірний рюкзак Кагіровим Р.Р.[10].

2 ЗАДАЧА ПРО ЗАВАНТАЖЕННЯ ЛІТАКА

2.1 Постановка задачі

Розглянемо задачу про завантаження в наступній постановці. Літак завантажуються предметами n різних типів. Кожен предмет типу j , поміщений на літак, приносить певний прибуток c_j одиниць і має вагу a_j тон. Літак має обмеження за вантажопідйомністю у b тон.

Необхідно завантажити літак таким вантажем, що приносять найбільший сумарний прибуток без перевищення вантажопідйомності[5].

Математична постановка задачі про завантаження літака має наступний вигляд:

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \quad (2.1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq y_1, \quad (2.2)$$

$$y_1 = b, \quad (2.3)$$

де x_j — кількість предметів типу j ;

c_j — прибуток від перевезення одного предмету типу j ;

a_j — вага предмету типу j ;

b — вантажопідйомність літака;

F — прибуток від перевезення обраних предметів типу j у кількості x_j відповідно без перевищення вантажопідйомності.

Але на практиці доходи точно не відомі. Тому актуальним є розв'язання розглянутої задачі в умовах невизначеності. Метою роботи є дослідження впливу статистичної невизначеності на оптимальний розв'язок задачі завантаження.

Як приклад розглянемо задачу про завантаження з наступними вхідними даними: $n = 3$, $b = 5$, $a_j = [3, 2, 1]$, c_j підпорядковуються закону рівномірного розподілу з 50% відхиленням від значень $[45, 30, 15]$.

2.2 Програмна реалізація задачі завантаження з рівномірно розподіленими вхідними параметрами

Дану задачу будемо вирішувати методом перебору даних. Для написання програмного коду був використаний пакет MATLAB[11].

Значення x_j відповідають за кількість предметів j -го типу для завантаження літака. Так як вага x_3 одного предмету третього типу дорівнює 1, то максимальна кількість одиниць цього типу, яка може бути завантажена, дорівнює $[5/1] = 5$. З урахуванням вантажопідйомності літака та ваги предметів кожного типу визначаємо максимальну кількість одиниць кожного типу, що може бути завантажена. Можливими значеннями для x_3 будуть: 0, 1, 2, 3, 4, 5; для x_2 допустимими значеннями будуть: 0, 1, 2; для x_1 допустимими значеннями будуть: 0, 1.

Далі рахуємо загальну вагу для кожного можливого набору x_j предметів та порівнюємо зі значенням вантажопідйомності літака. Наступним кроком розрахуємо дохід від перевезення предметів, вага яких не перевищує вантажопідйомність літака. Визначаємо максимальний прибуток та відповідний йому набір x_j .

Вхідними даними для програми методу перебору даних є матриця C (матриця вартості перевезення), матриця A (вага одного предмету) та b – загальна вантажопід'ємність літака. Вхідну матрицю C , що підпорядковуються рівномірному закону, будемо задавати за допомогою функції `Unifrnd(MU, SIGMA)` пакету `StatisticsToolbox` програмного середовища MATLAB [12].

Функція `unifrnd(MU,SIGMA)` – призначена для генерації псевдовипадкових чисел за рівномірним законом для кожної пари параметрів: MU – математичне очікування, SIGMA – середньоквадратичне відхилення. Для кожного випадку відхилення нам потрібно підібрати SIGMA. Далі наведено значення матриці *C*.

- Матриця *C* для 50% відхилення:

$$c = [\text{unifrnd}(22.5,67,5)\text{unifrnd}(15,45)\text{unifrnd}(7.5,22.5)];$$

В програмі перебираємо всі можливі варіанти розв'язків, для яких підраховуємо дохід від перевезення. Потім перевіряємо чи перевищують розв'язки значення вантажопідйомності літака, якщо вони задовольняють наше обмеження в математичній постановці задачі і дають максимальний прибуток від перевезення, то виводимо на екран цей набір предметів. В результаті запуску програми методу перебору даних ми отримуємо такий результат.

<pre>x_opt = 1 1 0 f_opt = 97.5727</pre>	<pre>x_opt = 0 0 5 f_opt = 109.3130</pre>	<pre>x_opt = 1 0 2 f_opt = 104.5809</pre>	<pre>x_opt = 0 2 1 f_opt = 104.9057</pre>
---	---	---	---

Рисунок 2.1 –Результат роботи програми

На виході програми отримуємо значення максимального прибутку та відповідний набір предметів.

2.3 Результати розрахунків задачі завантаження з рівномірними вхідними параметрами

Спочатку робимо 1000 запусків програми, потім 2000, 3000 та 4000 запусків. Для кожного запуску будемо фіксувати план та значення доходу. Було

отримано чотири варіанта розв'язку (плану): (1,1,0), (0,0,5), (0,2,1), (1,0,2). Розподіл прибутків для 1000 запусків проілюструємо на діаграмах типу «ящик з вусами», що були побудовані за допомогою мови функції `boxplot` мови програмування R[13].

По довжині ящиків зображено міжквартильний розмах вибірки для кожного із оптимальних наборів. Середня лінія (медіана) зображує середнє значення вибірки. Вуси показують повний розмах даних. На кінцях вусів зображено максимальне і мінімальне значення вибірки для кожного із чотирьох відповідей.

Далі зробимо діаграму для 2000, 3000 та 4000 запусків програми, що дасть змогу порівняти результати програми при збільшенні вибірки. Результати наведені на рис.2.2–2.5.

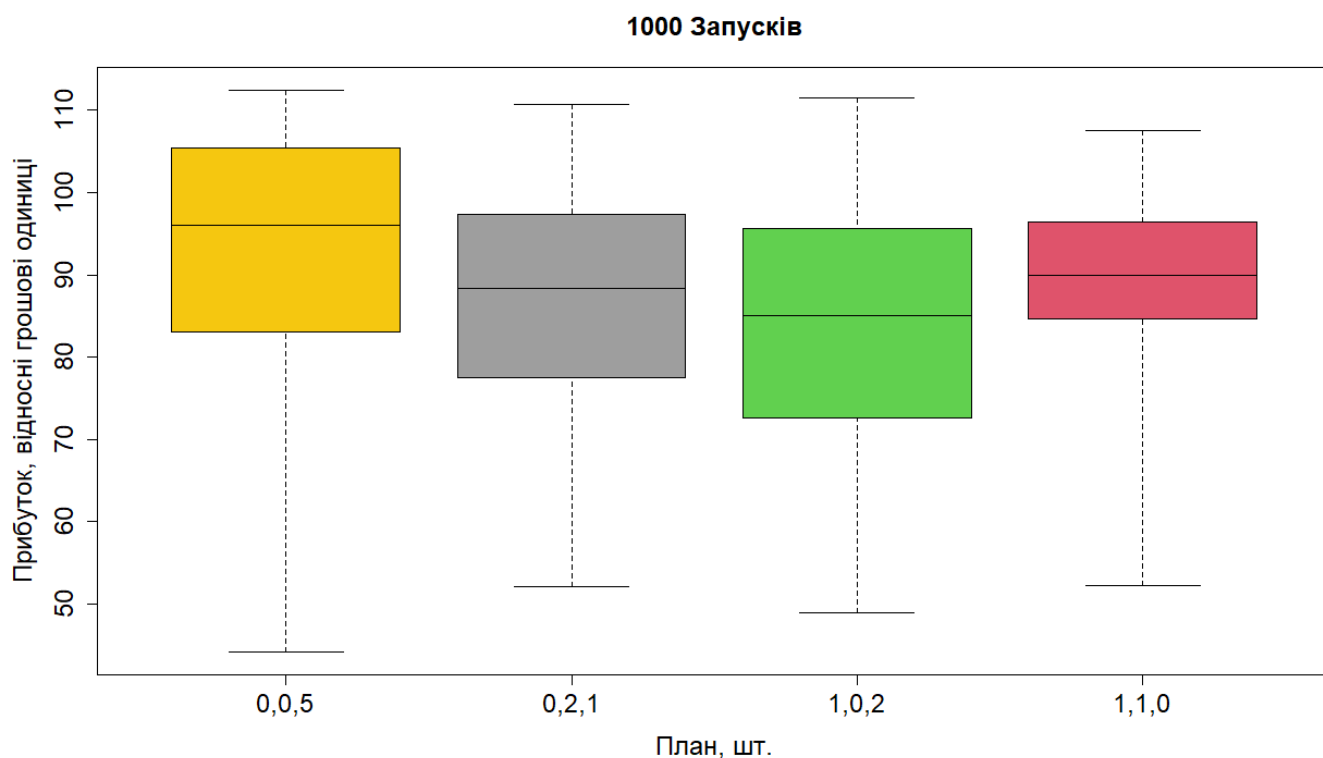


Рисунок 2.2 – Результат запуску програми для 1000 експериментів

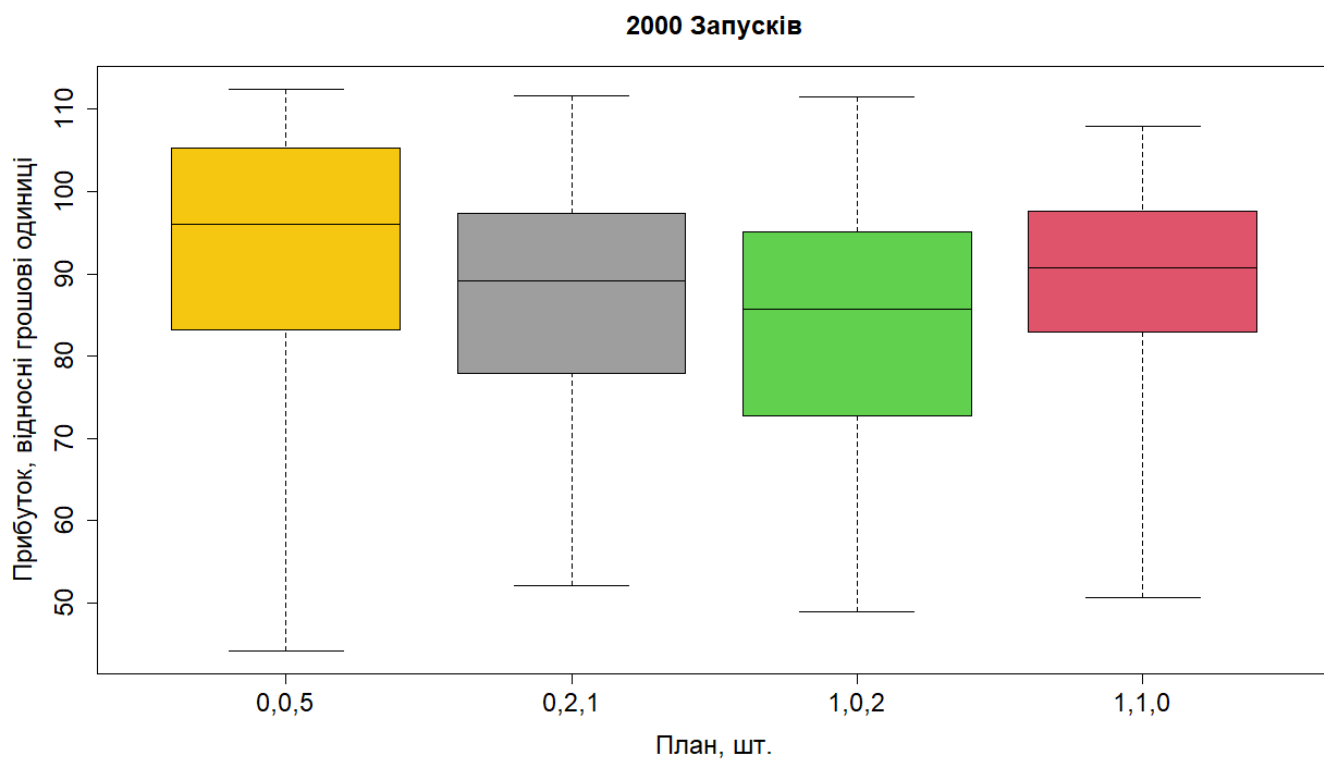


Рисунок 2.3 – Результат запуску програми для 2000 разів

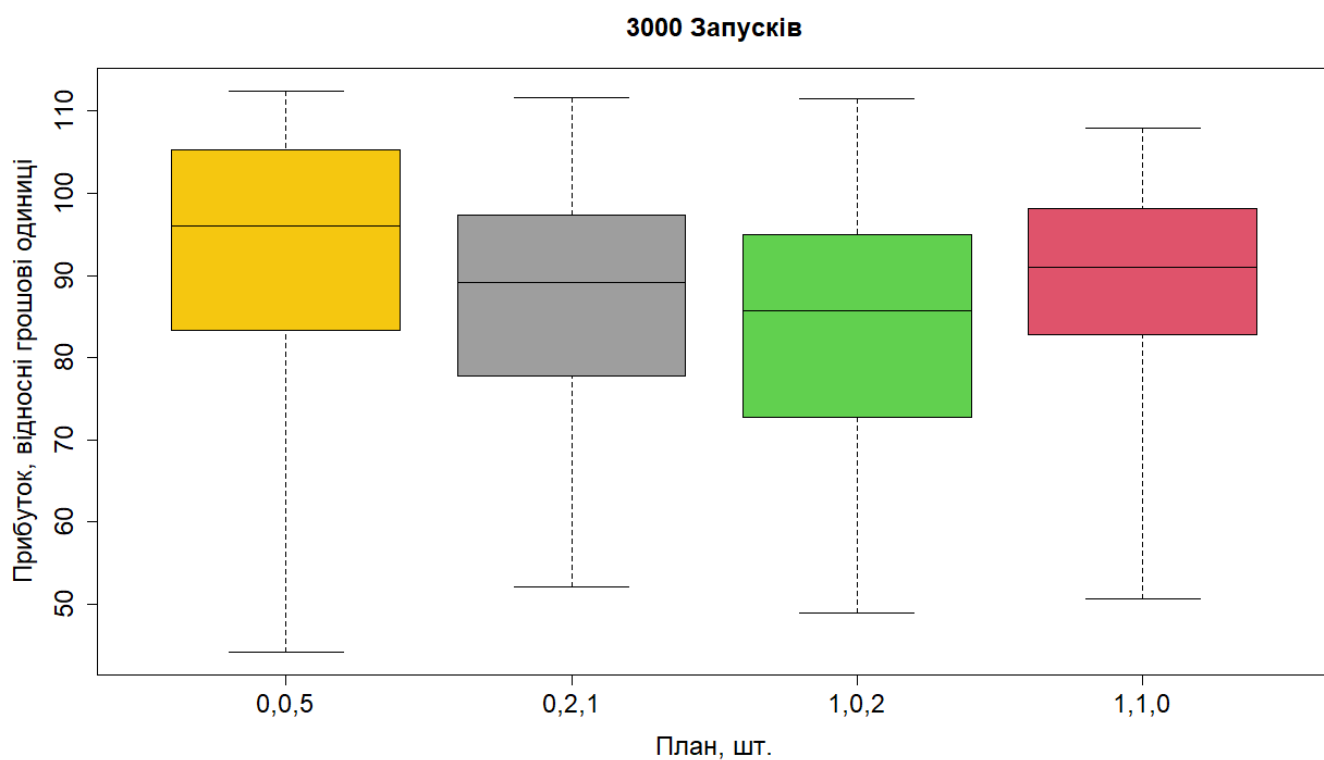


Рисунок 2.4 – Результат запуску програми для 3000 разів

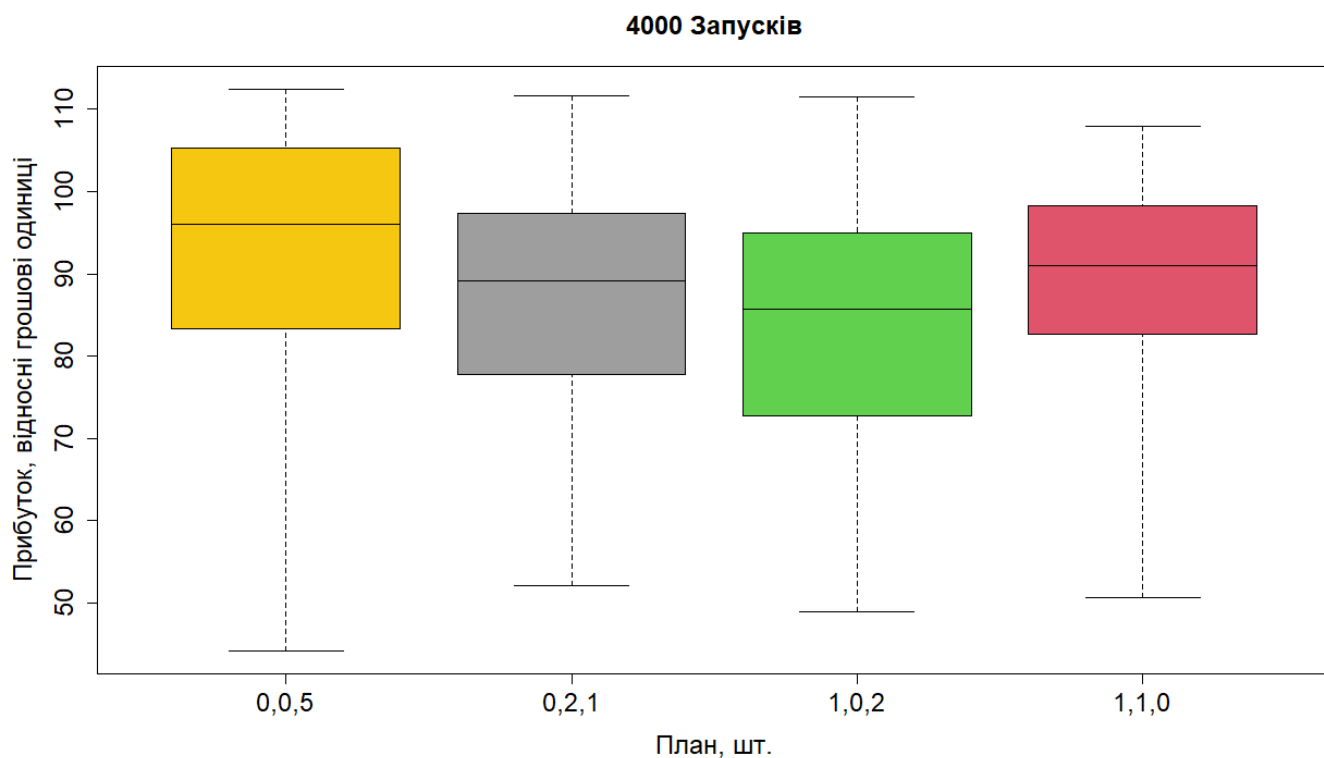


Рисунок 2.5 – Результат запуску програми для 4000 разів

Для всіх 4000 запусків було отримано чотири оптимальних плану. Далі потрібно обрати один найкращий план з чотирьох. Для цього розробимо критерії оптимальності та проаналізуємо отримані результати задачі завантаженні з рівномірними вхідними параметрами.

2.4 Критерії оптимальності та аналіз результатів задачі завантаженні з рівномірними вхідними параметрами

Для того, щоб прийняти остаточне рішення, який план дає максимальний прибуток для 50% розподілу, потрібно задати критерії оптимальності.

Розробимо наступні критерії:

- Кількість з'явлення відповідного плану у відсотках.

- Середньоарифметичний прибуток.
- Імовірність того, що буде отримано прибуток, більше ніж 75 одиниць.
- Імовірність того, що буде отримано прибуток, більше ніж 80 одиниць.
- Імовірність того, що буде отримано прибуток, більше ніж 85 одиниць.
- Імовірність того, що буде отримано прибуток, більше ніж 90 одиниць.

Аналіз результатів наведено у таблицях 2.1–2.4.

Таблиця 2.1 –Аналіз планів за критеріями для 1000 запусків.

Критерій \ План	1,1,0	0,0,5	1,0,2	0,2,1
Кількість з'явлення відповідного плану у відсотках	18,2000	39,1000	13,0000	29,7000
Середнє значення відповідного плану	89,2500	92,0209	83,8965	86,9462
Імовірність отримати прибуток більший за 75 одиниць у відсотках	90,6593	85,1662	70,7692	81,8182
Імовірність отримати прибуток більший за 80 одиниць у відсотках	81,3187	78,0051	57,6923	68,0135
Імовірність отримати прибуток більший за 85 одиниць у відсотках	72,5275	72,6343	50,7692	57,5758
Імовірність отримати прибуток більший за 90 одиниць у відсотках	50,0000	60,8696	35,3846	48,4848

Таблиця 2.2 –Аналіз планів за критеріями для 2000 запусків.

Критерій \ План	1,1,0	0,0,5	1,0,2	0,2,1
Кількість з'явлення відповідного плану у відсотках	19,1500	38,6500	13,4500	28,7500
Середнє значення відповідного плану	89,1785	92,1592	83,9656	86,9955
Імовірність отримати прибуток більший за 75 одиниць у відсотках	88,7728	85,3816	72,1190	81,7391
Імовірність отримати прибуток більший за 80 одиниць у відсотках	79,6345	78,3959	60,2230	69,3913
Імовірність отримати прибуток більший за 85 одиниць у відсотках	71,2794	72,8331	52,7881	58,7826

Імовірність отримати прибуток більший за 90 одиниць у відсотках	52,7415	61,8370	36,0595	48,1739
--	---------	---------	---------	---------

Таблиця 2.3 –Аналіз планів за критеріями для 3000 запусків.

Критерій \ План	1,1,0	0,0,5	1,0,2	0,2,1
Кількість з'явлення відповідного плану у відсотках	19,8000	38,5667	13,4000	28,2333
Середнє значення відповідного плану	89,2468	92,2166	84,0191	86,8070
Імовірність отримати прибуток більший за 75 одиниць у відсотках	88,2155	85,4797	72,6368	81,2279
Імовірність отримати прибуток більший за 80 одиниць у відсотках	78,9562	78,5653	60,4478	69,1854
Імовірність отримати прибуток більший за 85 одиниць у відсотках	70,7071	73,1201	53,2338	58,4416
Імовірність отримати прибуток більший за 90 одиниць у відсотках	53,7037	62,0570	35,5721	47,6978

Таблиця 2.4–Аналіз планів за критеріями для 4000 запусків.

Критерій \ План	1,1,0	0,0,5	1,0,2	0,2,1
Кількість з'явлення відповідного плану у відсотках	19,6250	38,6000	13,3000	28,4750
Середнє значення відповідного плану	89,3591	92,4195	83,8699	86,7110
Імовірність отримати прибуток більший за 75 одиниць у відсотках	88,0255	85,6865	72,9323	80,5970
Імовірність отримати прибуток більший за 80 одиниць у відсотках	78,5987	78,8860	60,9023	69,1835
Імовірність отримати прибуток більший за 85 одиниць у відсотках	70,5732	73,5104	53,1955	58,5601
Імовірність отримати прибуток більший за 90 одиниць у відсотках	54,5223	62,5648	34,9624	47,4978

Як бачимо за результатами найкращим планом є (0,0,5), тому що за кількістю з'явлення плану у відсотках та середнім значенням прибутку він

значно кращий за інші. Хоча план $(1,1,0)$ має більшу імовірність отримати прибуток більший за 75 та 80 одиниць у відсотка ніж план $(0,0,5)$, але імовірність отримати прибуток більший за 85 та 90 одиниць у відсотка завжди більший у плану $(0,0,5)$. Також зі збільшенням вибірки план $(0,0,5)$ стає більш кращим за план $(1,1,0)$. Тому слід обрати план $(0,0,5)$.

Якщо обрати інші критерії оптимальності, можливо результат зміниться.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Планування науково-дослідних робіт

У дипломному проекті було розглянуто задачу про завантаження рюкзака. У загальному вигляді задача про рюкзак формулюється в такий спосіб: є рюкзак певного об'єму і необмежена кількість предметів. Для кожного предмета відомий його об'єм (вага) і цінність. У рюкзак можна покласти ціле число предметів різного типу. Мета полягає в тому, щоб сумарна цінність всіх, що знаходяться в рюкзаку, предметів була максимальна, а їх об'єм (вага) не перевищував заданої величини.

Задача про рюкзак може служити моделлю для розміщення вантажів на складі мінімальної площі, завантаження літака тощо. Тому стейкхолдерами можуть вважатися різноманітні авіакомпанії, власники складських приміщень та ін.

Щоб розрахувати економічну ефективність необхідно вибрати методику розрахунку економічної ефективності серед багатьох існуючих. Для цього слід розробити такі напрямки:

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

Весь комплекс науково-дослідних робіт можна підрозділити на типові етапи - таблиця 3.1. При кожному етапі вказуються виконавці і тривалість виконання робіт.

Таблиця 3.1 – Етапи роботи

Номер етапу	Назва етапу	Тривалість, днів	Зміст роботи
I	Початковий	4	Отримання завдання. Підбір і аналіз літератури. Розробка, уточнення завдання та затвердження технічного завдання.
II	Виконання теоретичних розробок по темі	10	Складання методики. Розробка питань теми, напрямку робіт і перелік питань для досліджень.
III	Проведення розрахункових досліджень	15	Виконання розрахунків. Внесення уточнень у розроблені програми.
IV	Узагальнення отриманих даних	10	Узагальнення отриманих даних, досліджень.
V	Заключний	5	Складання звіту, обговорення його затвердження.

Для проведення робіт необхідні програміст та економіст, так як, при даній роботі, виникає необхідність в консультації програміста та економіста через специфіку і вимоги.

Таблиця 3.2 – Тривалість етапів НДР

Етап НДР	Трудовісткість		Виконавці		Тривалість, днів
	Людино- днів	% до підсумку	Спеціальність	Кількість, чол.	
I	8	16,3	Програміст	1	8
II	10	20,4	Консультант	1	10
III	15	30,6	Консультант	1	15
IV	10	20,4	Консультант	1	10
IV	5	10,2	Програміст	1	5
V	1	2,1	Консультант	1	1
Разом	49	100		2	49

3.2. 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.

3.2.1. 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 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок основної заробітної плати

Посада виконавця	Чисельність, чол.	Місячний оклад	Кількість місяців роботи	Сума заробітної плати, грн.
Консультант	1	10 400	1,6	16 640
Програміст	1	11000	0,5	5500
Разом	2			22 140

3.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітну плату отримують як 8% від основної заробітної платні робітників

$$ЗП_{\text{доп}} = 22\,140 * 0,08 = 1\,771 \text{ грн} \quad (3.1)$$

3.2.3 Відрахування на єдиний соціальний внесок

Ці відрахування складають 22% і беруться від суми основної та додаткової зарплати.

$$СВ = (22\,140 + 1\,771) * 0,22 = 5\,260,42 \text{ грн} \quad (3.2)$$

3.2.4 Визначення витрат на матеріали

У цю статтю включають вартість основних і допоміжних матеріалів, що купуються, і комплектуючих виробів, необхідних для розробки програми (папір, диски, картридж тощо). При виконанні дослідження використовується 3 найменування матеріалів: флеш-пам'ять USB - 150 грн .; фарба на принтер - 130 грн. і папір 100 грн. (1 упаковка).

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

$$M=(150+130+100) * (1+0,05) = 399 \text{ грн.} \quad (3.3)$$

Отже, витрати складають 399 грн.

3.2.5 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 преїскурантах. Результати розрахунку занесені до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок вартості спецобладнання

Устаткування	Марка, ДСТ	Кількість на тему	Ціна за одиницю, грн.	Вартість, грн.
1. Ноутбук	PRESTIGIO SmartBook 141 C5	1	9 999	9 999
2. Принтер	Canon TS704	1	2 688	2 688
Разом				12 687

Розрахуємо суму амортизаційних відрахувань. Оскільки основна робота проводиться програмістом на комп'ютері, тоді розрахуємо амортизаційні відрахування для обладнання. Вартість обладнання – 12 687 грн.

Варто зазначити, що з 23.05.20 р. стартували зміни до пп. 14.1.138 Податкового кодексу, згідно з якими вартісний критерій для основних засобів змінено з 6000 грн на 20000 грн. Тож, ті матеріальні цінності, строк корисного використання яких – більше року, але вартість менша чи дорівнює 20000 грн, визнаються малоцінними необоротними матеріальними активами (далі – МНМА). Для них у пп. 138.3.3 ПК передбачено групу 11 «Малоцінні необоротні матеріальні активи», термін використання для яких не визначено. Отже, нарахування амортизації здійснюється за принципом 50/50 (при надходженні - 50% і 50% - при списанні) або ж 100% при надходженні.

Таблиця 3.5 – Розрахунок амортизації

Група основних засобів	Норма амортизації, %	Первісна вартість, грн.	Сума амортизації , грн.
PRESTIGIO SmartBook 141 C5	50	9 999	4 999,5
Canon TS704	50	2 688	1 344
Разом	x		6 343,5

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

$$C_e = N_H \cdot \Phi_{ef} \cdot K_{зч} \cdot K_{зн} \cdot C_e \quad (3.4)$$

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. Ефективний фонд часу роботи ЕОМ протягом проекту становить 392 години. Середні коефіцієнти завантаження за часом і за потужністю рівні відповідно 0,8 і 0,4. Тариф однієї кіловат-години електроенергії становить 1,68 грн.

Отримуємо:

$$C_B = 0,5 * 392 * 0,8 * 0,4 * 1,68 = 105,37 \text{ грн.} \quad (3.5)$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання і становить 380,6 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною 3% від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 3 657,73 грн. 3% від суми складають 109,7 грн.

Розраховані статті витрат на утримання і експлуатацію обладнання внесені в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Кошторис витрат на утримання і експлуатацію обладнання

Найменування статті витрат	Сума, грн
Амортизація обладнання	6 343,5
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	105,37
Поточний ремонт обладнання	380,6
Інші витрати	109,7
Разом	6 939,17

3.2.6 Розрахунок загальновиробничі витрати

До загальновиробничих витрат відносяться витрати на загальне управління і загальногосподарські потреби, утримання та експлуатацію будівель. Загальновиробничі витрати включаються до вартості розробки програми непрямым шляхом – у відсотках до основної заробітної плати розробників. В даному випадку загальновиробничі витрати становлять 25% до основної заробітної плати розробників, що складає 5 535 грн.

Таблиця 3.7 – Кошторис витрат на виконання НДР

Вид витрат	Сума витрат, грн.	Процент витрат, %
Основна заробітна плата	22 140	52,7
Додаткова заробітна плата	1 771	4,2
Єдиний соціальний внесок	5 260,42	12,5
Основні матеріали	399	0,95
Витрати на експлуатацію обладнання	6 939,17	16,5
Загальновиробничі витрати	5 535	13,15
Разом	42 044,59	100

Виконання цієї роботи буде сприяти задоволенню економічних потреб стейкхолдерів, а саме отриманню найкращого результату при завантаженні літака або розподіленню вантажів на складі.

Робота виконана в наукових цілях, тому розрахунки щодо реалізації проекту проводитися не будуть.

Джерелами фінансування цього проекту можуть бути:

- Бізнес-партнерство;
- Модель «ЗД»: домашні, друзі, дурні;
- Кредитування;
- Краудфандинг.

Обрано було варіант бізнес-партнерства, бо таким способом можливо знизити ризики і отримати надійного однодумця з цікавими пропозиціями для проекту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Для виконання трудових обов'язків з урахуванням положень нормативних вимог з безпеки праці, та для практичної реалізації теми: «Задача про завантаження рюкзака 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, принтер-сканер, настільна лампа, кондиціонер.

4.1. 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 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;
- 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;
- захворювання кістково-м'язового апарату, у зв'язку з тривалим статичним напруженням м'язів спини, шиї, рук і ніг;
- недостатнє або надмірне освітлення робочих місць, що призводить до погіршення зору або ефекту засліплення;
- дискомфортний рівень шуму, 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;

4.2. Заходи із 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.

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 пожежебезпечної 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 І 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 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Ймовірність механічного травмування може виникнути внаслідок не раціонального розташування робочих місць, захаращення робочих місць або у зв'язку з недбалістю та неуважністю обслуговуючого персоналу. Для виключення травматизму згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електроннообчислювальних машин» зроблено більш зручне та раціональне розташування робочих місць, таким чином збільшена відстань між ними, яка відповідає нормованим значенням (площа на одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³).

4.3. Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Внаслідок роботи за 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.

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.

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 $A \times B \times C = 16,5 \times 8 \times 3,0$ м, з висотою робочої поверхні $h_p = 0,9$ м, нормованим значенням штучного освітлення для кабінету $E_n = 300$ лк.

1. Розраховуємо кількість рядів світильників у приміщенні N_p :

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \cdot [L / h]} , \text{ шт}; \quad (4.1)$$

де: B – ширина приміщення, м;

H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні, м;

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

$$N_p = \frac{8}{(3.0 - 0.9) \cdot 1.4} = 2.7, \approx 3. \quad (4.2)$$

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

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p} , \text{ м}; \quad (4.3)$$

де: B – ширина приміщення, м;

N_p – кількість рядів світильників у приміщенні, шт;

$$L_{\max} = 8/3 = 2.7 \text{ м.}$$

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

$$i = \frac{A \cdot B}{(H - h_p) \cdot (A + B)} ; \quad (4.4)$$

де: A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні, м;

$$i = \frac{16.5 * 8}{(3.0 - 0.9) * (16.5 + 8)} = 2.57 \quad (4.5)$$

4. Визначаємо значення коефіцієнта використання світлового потоку η , створюваного растровим світильником типу ЛВО. Вибирається з урахуванням відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення і дорівнює $\eta = 56\%$.
5. Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному приміщенні Φ_{Σ} :

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot A \cdot B \cdot k_z \cdot z}{\eta}, \text{ лм}; \quad (4.6)$$

де: E_n – рівень нормованого загального освітлення, лк;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

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

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;

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{300 * 16.5 * 8 * 1.4 * 1.1}{0.56} = 108900, \text{ лм}. \quad (4.7)$$

6. Визначаємо загальну кількість світильників у приміщенні $N_{св}^*$:

$$N_{св}^* = \frac{A \cdot B}{L_{\max}^2}, \text{ шт}; \quad (4.8)$$

де: A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

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

$$N_{св} = (16,5 * 8) / 2,72 = 18,1 \text{ шт}. \quad (4.9)$$

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

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}^*}, \text{ лм}; \quad (4.10)$$

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

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

$$N_{\text{л}}^* = N_{\text{св}}^* \cdot n, \text{ шт}; \quad (4.11)$$

де: n - кількість ламп у світильнику, шт;

$$N_{\text{св}} = 18,1 \cdot 4 = 72,4 \text{ шт}; \quad (4.12)$$

$$\Phi_{\text{л}} = 108900 / 72,4 = 1504 \text{ лм}. \quad (4.13)$$

8. Знаходимо коефіцієнт m - співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{\text{л}}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$ (ЛБ-20, $\Phi_{\text{л}} = 1500$ лм):

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}}; \quad (4.14)$$

$$m = 1504 / 1500 = 1. \quad (4.15)$$

9. Визначаємо оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні $N_{\text{св}}$:

$$N_{\text{св}} = N_{\text{св}}^* \cdot m, \text{ шт}; \quad (4.16)$$

де: $N_{\text{св}}^*$ – умовна загальна кількість світильників у приміщенні, шт;

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

$$N_{\text{св}} = 18,1 \cdot 1 \approx 18 \text{ шт.} \quad (4.17)$$

10. Визначаємо фактичну кількість лампи у приміщенні $N_{\text{л}}$:

11.

$$N_{\text{л}} = N_{\text{св}} \cdot n, \text{ шт;} \quad (4.18)$$

де: $N_{\text{св}}$ – оптимальна (фактична) кількість світильників у приміщенні, шт;

n – кількість ламп у світильнику, шт;

$$N_{\text{л}} = 18 \cdot 4 = 72 \text{ шт.} \quad (4.19)$$

12. Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщення, що створюється при застосування стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}} \cdot \eta}{A \cdot B \cdot k_3 \cdot z}, \text{ лк;} \quad (4.20)$$

де: $\Phi_{\text{л}}$ – фактичний світловий потік вибраної стандартної лампи, лм;

$N_{\text{л}}$ – фактична кількість ламп у приміщенні, шт;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

k_3 – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

$$E_p = (1500 \cdot 72 \cdot 0,56) / (16,5 \cdot 8 \cdot 1,4 \cdot 1,1) = 297,5 \text{ лк.} \quad (4.21)$$

Виходячи з розрахунку загальне штучне освітлення в приміщенні офісу дорівнює 297,5 лк, що відповідає нормованому значенню освітлення і яке забезпечується за допомогою 18 растрових світильників типу ЛВО.

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 може призвести 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 раб очей зоны».

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

- у холодний період року: температура 22-24°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
- у теплий період року: температура 23-25°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.

4.4 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі.

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 небезпеки, 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 пожежанебезпечної 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». Яка 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.

4.4.2 Заходи з цивільного захисту

Заходи безпеки при проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт.

Сутність рятувальних та інших невідкладних робіт – це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення

життєзабезпечення населення, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків. Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт. РІНР поділяють на рятувальні роботи і невідкладні роботи.

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 завалах 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.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було зроблено наступне:

- Методами комп'ютерного моделювання досліджено одну з важливих задач оптимального керування та планування – задачу завантаження в умовах статистичної невизначеності.
- Розроблено різні варіанти критеріїв оптимальності та модифіковано авторську програмну реалізацію розв'язання задачі завантаження в умовах статистичної невизначеності.
- Здійснено моделювання впливу статистичної невизначеності на оптимальний розв'язок на прикладі задачі завантаження з рівномірними вхідними параметрами для 50% відхилення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. **Беллман Р.** Динамическое программирование и современная теория управления [Текст] / Р. Беллман, Р. Калаба; Издательство «Наука». – Пер. с англ. – Главная редакция физико-математической литературы. – 1969. – 118с.
2. **Пападимитриу Х.** Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность[Текст] /Х.Пападимитриу, К.Стайглиц; Мир, 1984. - 510 с.
3. **Окулов С. М.** Программирование в алгоритмах [Текст] / С. М. Окулов.; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. — 341 с.
4. **Левитин А. В.**Алгоритмы: введение в разработкуи анализ.[Текст] / А. В. Левитин; Издательский дом "Вильяме", 2006. — 576 с.
5. **Таха, Х.А.** Т24 Введення в дослідження операцій [Текст] / Х.А. Таха, А. Хемді; 7-е видання.: Пер. з англ. — М.: Видавничий дім "Вільяме". – 2005. — 912 с.
6. **Грешилов А.А.** Математические методы принятия решений: учеб. пособие[Текст] / А.А. Грешилов; Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2014.— 647с.
7. **Солтис М.** Введение в анализ алгоритмов [Текст] / М. Солтис; ДМК Пресс, 2019. – 278 с.
8. **Канцедал, С.А.** Конструювання й дослідження алгоритмів рішення задачі про рюкзак [Текст] / С.А. Канцедал // Автомобильный транспорт. – 2015. - № 36. – С. 154 – 160.
9. **Трапезніков В.А.**[Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2019-69-2/54-64.pdf> – Назва з екрану.
10. **Кагиров, Р.Р.** Многомерная задача о рюкзаке: новые методы решения[Текст] / Р.Р. Кагиров // Вестник Сибирского государственного

- аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева.
Математика, механика, информатика. – 2015. – № 5. – С. 16 – 20.
11. **Дьяконов, В.П.** MATLAB. Полный самоучитель [Текст]/ В.П. Дьяконов
// Пер. с англ. — М.: ДМК Пресс. – 2012. – 768 с.
12. **Гонсалес, Р.С.** Цифровая обработка изображений в среде MATLAB
[Текст] /Р.Гонсалес, Р. Вудс, С.Эддинс // Техносфера.–2006. – 616 с.
13. **Шипунов, А.Б.** Наглядная статистика. Используем R! [Текст] / А.Б.
Шипунов, Е.М. Балдин, П.А. Волкова // Финансы и статистика. – 2014. –
297с.

ДОДАТОК А

Код програми методу перебору даних

```

format compact; clc
c = [unifrnd(22.5,67.5) unifrnd(15, 45) unifrnd(7.5, 22.5)]
a = [3 2 1]
b=5;
y1=b;
n=length(a);
s9 = y1 + 1;
u9 = 1 + floor(b/ min( a ));
x_min = zeros(1, n);
x = x_min;
x_max = floor(b./ a);
f_opt = -inf;
j = n;
while 1
if x( j ) <= x_max(j)
if a*x' <= b
    f = c*x';
if f_opt< f
%disp('f_opt, f,')
f_opt = f;
x_opt = x;
%disp(' ')
elseif f == f_opt
%disp ('f_opt == f ==')
f_opt;
x_opt = [x_opt; x]

```

```

%disp ( ' ')
end
end
    j = n;
else
x ( j ) = x_min( j );
    j = j - 1;
if j < 1e - 5, break, end
end
x( j ) = x( j ) + 1;
end
%disp ( 'ответ:');
disp ( '===');
x_opt
f_opt

```