

Міністерство освіти і науки України  
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
Фізико-математичний факультет  
Кафедра інформатики

**Дипломна робота бакалавра**  
з теми: **«Дослідження задачі розподілу ресурсів з  
обмеженим діапазоном»**

Виконав: студент IV курсу, групи Inf1-b15  
напряму підготовки 6.040302 Інформатика

**Венгер Назарій Володимирович**

Керівник: **Щирба В. С.**, кандидат  
фізико-математичних наук,

доцент, професор кафедри інформатики

Рецензент: **Кріль С. О.**, кандидат

фізико-математичних наук,

доцент, доцент кафедри математики

Кам'янець-Подільський – 2019 р.

## Зміст

Вступ.....	3
Розділ I. Фізико-технологічні задачі і процеси, пов'язані з обмеженнями на характеристичні параметри, та їх математичні моделі .....	7
1.1 Передмова .....	7
1.2 Математичні задачі електроенергетики.....	8
1.3 Задача пошуку джерел екозабруднення .....	15
1.4 Проблема ініціалізації алгоритму у методі внутрішньої точки .....	19
Розділ II. Методи та алгоритми пошуку розв'язків задачі з діапазонними обмеженнями.....	21
2.1 Передмова .....	21
2.2 Метод розбиття невідомих на комплексні складові.....	22
2.3 Метод проектування в діапазоні області .....	23
2.4 Приклади пошуку точки з діапазонної області методом проектування.....	29
Розділ III. Експериментальні дослідження задачі розподілу ресурсів з обмеженим діапазоном .....	34
3.1 Передмова .....	34
3.2 Пошук часткового розв'язку системи рівнянь .....	34
3.3 Експериментальні дослідження з прикладами математичних моделей.....	35
Висновки .....	39
Література .....	40
Додатки .....	42

## Вступ

Актуальність дипломного дослідження можна аргументувати в багатьох напрямках, зокрема, можливістю використання результатів роботи у навчальному процесі фізико-математичного факультету, враховуючи сучасні принципи освіти. Головним мотивом вибраної тематики виступає потреба вдосконалення алгоритмів роботи пошуку розв'язків ряду прикладних програм.

В науково-публіцистичних роботах, аналізуючи сучасний стан та тенденції розвитку суспільства, все частіше серед визначальних факторів росту виділяють стрімку еволюцію технологій і подають, як очевидне, що незабаром найбільш популярними і перспективними на планеті фахівцями стануть програмісти, ІТ-фахівці, інженери, майстри в галузі високих технологій. Навіть така потужна держава як Німеччина сьогодні готова прийняти тисячі фахівців з цього напрямку.

У віддаленому майбутньому з'являться професії, про які зараз навіть уявити важко, оскільки всі вони будуть пов'язані з технологією і високо технологічним виробництвом на стику з природничими науками. Тому уже сьогодні будуть особливо великі потреби в фахівцях ІТ-, біо- і нанотехнологій.

Не можна не помітити, що сучасний фахівець будь-якої галузі повинен володіти компетентостями пов'язаними з ІТ-технологіями. Тут уже не обійтись лише навичками користувача комп'ютерної техніки. Передбачається творча, науково-дослідницька робота з використанням комп'ютерної техніки.

Стрімкий розвиток досягнень нанотехнологій та сучасного високо технологічного виробництва вимагає кардинальних змін і у процесі освоєння природничо-математичних дисциплін. Тут також не обійтись без навчально-дослідницької та науково-дослідницької роботи з використанням ІТ-

технологій. В світовій навчальній практиці широко стала використовуватися STEM-освіта.

STEM-освіта – це одна з основних тенденцій у світовій системі освіти. Акронім STEM вживається для позначення популярного освітнього напрямку, що охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics). Він спрямований на посилення реалізації навчальних програм природничо-наукового компоненту за допомогою інноваційних технологій. Технології використовують навіть у вивченні творчих та мистецьких дисциплін із зосередженістю на науці, технології, інженерії та математиці. Потреби в STEM-спеціалістах ростуть в 2 рази швидше, ніж в інших професіях, тому що STEM розвиває здібності дослідницької, аналітичної роботи, експериментування і критичного осмислення.

Виходячи із цього, ми в дипломній роботі запланували поєднання теоретичного матеріалу з ряду прикладних фізичних, технологічних та математичних задач, процедур побудови концептуальних та математичних моделей, розробку комп'ютерної моделі і акцентували увагу на мало вивченій проблемі вибору елемента з обмеженої множини загального розв'язку системи рівнянь чи нерівностей, розглянувши ітераційний алгоритм проектування допустимого розв'язку.

Найбільш цінною в дослідницькій роботі виступає експериментальна частина з мотивованими висновками.

**Об'єктом дослідження** є прикладні задачі, математичні моделі яких зводяться до розв'язування систем лінійних рівнянь чи нерівностей.

**Предметом дослідження** є пошук ефективних методів визначення розв'язків систем лінійних рівнянь, що задовольняють діапазонним обмеженням.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених у роботі завдань використовувалися методи математичного моделювання, що базуються на теорії графів чи побудові систем диференціальних рівнянь.

У першому розділі досліджуються задачі, де обов'язково доводиться враховувати обмеження на використання певного виду ресурсів. Мова йде не лише про те, що запаси різного роду продукції чи сировини не є необмеженими і потрібно економити їх використання, але й про необхідність враховувати, що зміна інтенсивності їх використання також має свої обмеження.

В роботі здійснено моделювання задач з обмеженнями ресурсів на прикладах задач електропостачання, екології та проблемі пошуку стартової точки при розв'язуванні задачі лінійного програмування. Кожна з цих загальних задач має масу різновидів, а отже і різні математичні моделі.

В першій задачі розглядається випадок дослідження стабільних (або їх ще називають нормальних чи усталених) режимів роботи систем електропостачання. Особливістю такої моделі є те, що з усіх можливих розв'язків задачі нас цікавить будь-який частковий розв'язок, яких забезпечує стабільне електрозабезпечення, що гарантує дотримання певних технічних параметрів. Наприклад, для побутових приладів напруга в мережі повинна бути  $220 \pm 10$  В. Це буде статистична задача, де не розглядаються зміни параметрів системи у різні проміжки часу.

В другій задачі (екологічній задачі) використовується часова змінна і обмеження накладаються не лише на змінні, але й на похідні. Та цікавою є не ця особливість. Головне встановити факт чи задача вибору допустимих параметрів має розв'язки.

Третя задача пов'язана з проблемою ініціалізації алгоритму внутрішньої точки, коли потрібно вибрати таку стартову допустиму точку щоб частинна змінних задовольняла умові Слейтера (стартові координати

повинні бути строго додатними). Це суто математична задача, яка виникла в теорії алгоритмізації.

У другому розділі розглядається алгоритмічна реалізація математичних моделей. Оскільки можливі три випадки: система рівнянь має один єдиний розв'язок, не має жодного розв'язку або має безліч розв'язків, то розглядати методи та алгоритми пошуку розв'язків задачі з діапазонними обмеженнями має сенс лише в тому випадку, коли система має безліч розв'язків.

В роботі виділено декілька методів пошуку розв'язків задачі з діапазонними обмеженнями.

Одним із них – побудова задачі лінійного програмування, яка визначатиме аргумент або один із аргументів (якщо задача має безліч розв'язків), на якому досягається мінімум відхилення множини розв'язків системи лінійних рівнянь від множини точок із заданого діапазону. Але цей метод не становить для нас особливого інтересу, бо, як правило, задача лінійного програмування, яка при цьому одержується, має велику розмірність. Тоді її розв'язувати доведеться методом внутрішньої точки, що в свою чергу вимагатиме пошуку стартової точки, яка задовольняє умовам Слейтера (див. пункт 4 попереднього розділу) і ми прийдемо до нової задачі пошуку розв'язків задачі з діапазонними обмеженнями.

Більш цікавими є наведені метод побудови комплексних змінних та метод проектування в діапазону область.

У третьому розділі розглядається чисельна реалізація ряду задач, які демонструють роботу алгоритму, виділяють вузькі місця (наприклад, зациклення) та наведено рекомендації з вдосконалення алгоритму.

## Висновки

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що значний клас задач потребує дослідження математичної моделі, яке описується системою звичайних лінійних рівнянь чи нерівностей. При цьому на розв'язки накладаються додаткові умови, які, в силу фізичних властивостей компонент або інших причин, не можна приєднати до загальних обмежень. Найпростіше довільний розв'язок такої системи подати у вигляді комбінації декількох додаткових змінних, що будуть попадати в задані діапазони, але для моделей, які описують фізичні процеси чи об'єкти, цей метод, як правило, не придатний.

Тому напрошується рекомендація використовувати метод проектування, який в проведених у роботі експериментах показав хорошу збіжність. В роботі показано, що потрібно враховувати можливість зациклення або безмежність ітераційного процесу, вказано шляхи реалізації цих нюансів.

Цікавими постають задачі продовження дослідження даної теми, наприклад, вплив похибок постановки задачі на величину кінцевого результату, методи визначення кількості ітерацій при розв'язуванні задачі з наперед заданою точністю тощо.

## Література

1. Бейко І. В. Задачі, методи та алгоритми оптимізації / І.В. Бейко, П.М. Зінько, А.Г. Наконечний. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2012. – 799 с.
2. Бурбело М. Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навчальний посібник / М. Й. Бурбело. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
3. Голиков А.И. Применение метода Ньютона к решению задач линейного программирования большой размерности / А.И. Голиков, Ю.Г. Евтушенко, Н. Моллаверди // Ж. вычисл. матем. и матем.физ. — 2004. — Т. 44. № 9. — С. 1564—1573.
4. Згуровский М. З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова. — К. : Изд-во Наук. думка, 2011. — 728 с.
5. Сергиенко И.В. Системный анализ многокомпонентных распределенных систем / И.В. Сергиенко, В.С. Дейнека. – Киев: Наук. думка, 2007. – 639 с.
6. Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронне видання]: навч. посіб. / О.В. Хоменко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с. електронний ресурс [http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/15649/1/Matem\\_zadachi\\_energetuku.pdf](http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/15649/1/Matem_zadachi_energetuku.pdf)
7. Щирба О. В. Моделювання дифузійних процесів та його реалізація методом внутрішньої точки / О.В. Щирба // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет, 2010. – Вип. 3. – С. 213 – 222.

8. Щирба О. В. Побудова математичних моделей для обчислення фазових траєкторій літальних апаратів в умовах захисних маневрів / О.В. Щирба // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет, 2016. – Вип. 13. – С. 201 – 212.
9. Щирба О.В. Прикладні аспекти використання алгоритмів розв'язання задач лінійного програмування. // Збірник наукових праць молодих вчених Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. – Випуск 1. – 314 с. 145 – 146