

## ВСТУП

У своєму житті людина часто стикається із ситуацією, коли їй з певної сукупності можливих варіантів своєї поведінки або ухвалення рішення необхідно вибрати один варіант. Впродовж століть люди, намагаючись здійснити свої наміри, розмірковували над їх можливими наслідками і ухвалювали рішення, підбираючи тим чи іншим способом залежні від їх діяльності параметри, щоб одержати найкращий результат. До певного часу рішення могли ухвалювати без спеціального математичного аналізу на підставі досвіду та здорового глузду.

Стрімкий розвиток та ускладнення техніки, а також широке впровадження автоматизації у сферу управління створює умови для наукового аналізу складних цілеспрямованих процесів з метою удосконалення структури та організації діяльності людини для підвищення її ефективності. Пошук оптимального (найкращого за тим чи іншим критерієм) рішення передбачає побудову математичної моделі і використання для її аналізу певного математичного апарату.

Для цього застосовують спеціальні наукові методи, об'єднані спільною назвою “Дослідження операцій”. Як самостійний науковий напрям “Дослідження операцій” виникло та одержало свою назву під час Другої світової війни для вирішення проблем та найкращої організації бойових дій, а також прогнозування їхніх наслідків. За допомогою вказаних методів планували стратегічні та тактичні операції в умовах неповноти знань про стан збройних сил противника.

Після Другої світової війни методи дослідження операцій отримали широке застосування під час планування науково-дослідних робіт, проектування різних об'єктів, управління виробничими та технологічними процесами, прогнозування розвитку промисловості.

Дослідження операцій – комплексна наукова дисципліна, в якій застосовуються наукові принципи, математичні (кількісні) методи для обґрунтування рішень у всіх сферах цілеспрямованої

людської діяльності. Основним завданням цієї науки є пошук найкращих або хоча б задовільних шляхів досягнення поставленої мети. Головний метод дослідження операцій – системний аналіз цілеспрямованих дій (операцій) і об’єктивне порівняльне оцінювання можливих результатів цих дій. Отже, суть задач дослідження операцій полягає у пошуку шляхів раціонального використання наявних ресурсів для реалізації поставленої мети.

Моделі дослідження операцій, які, крім функціональних зв’язків, розглядають ще й наявні обмеження як у детермінованому, так і у стохастичному середовищі, є близькими до реальності.

У контексті швидкозмінних технологічних реалій і постійного зростання складності та взаємопов’язаності різноманітних завдань, зокрема у сфері програмної інженерії, використання основних методів та інструментів дослідження операцій стає вирішальним, починаючи від оптимізації процесів розробки, планування ресурсів, моделювання та закінчуючи ухваленням ефективних стратегій управління проектами. Тому дослідження операцій є невід’ємною складовою сучасної інженерії програмного забезпечення.

Дослідження операцій є важливим інструментом для вирішення складних проблем, які виникають у процесі розробки та експлуатації програмного забезпечення. Наприклад, для планування процесами розробки та тестування нового програмного забезпечення з метою скорочення часу до виходу на ринок (визначення оптимального порядку виконання завдань, розподілу ресурсів між розробниками, управління ризиками); оптимізації продуктивності програмного забезпечення (визначення оптимального розподілу ресурсів комп’ютера, оптимізації алгоритмів); управління розподілом та роботою серверів і дата-центрів, на яких працює програмне забезпечення, для забезпечення оптимальної продуктивності, підвищення пропускну здатності та зниження витрат на електроенергію.

Навчальна дисципліна “Дослідження операцій” внесена до циклу професійної підготовки бакалаврів за спеціальністю 121 “Інженерія програмного забезпечення” з метою поглиблення та

розширення предметних галузей і методологічних засобів навчальних дисциплін “Математичний аналіз”, “Лінійна алгебра та геометрія”, “Комп’ютерна дискретна математика”, “Програмування”, “Алгоритми і структури даних”, “Чисельні методи”.

Ця дисципліна допомагає студентам розвинути критичне мислення та аналітичні здібності, вміння формалізувати проблеми та шукати оптимальні рішення за допомогою математичних моделей та алгоритмів, відкриває нові горизонти для розуміння складних систем та процесів, що є важливим для розробки програмного забезпечення в реальних умовах.

**Предмет вивчення** дисципліни “Дослідження операцій” - математичні властивості та закономірності пошуку екстремуму функцій з додатковими обмеженнями, методи та алгоритми оптимізації.

**Мета** вищезазначеної навчальної дисципліни - забезпечення базової професійної підготовки з питань використання сучасних математичних методів та програмних засобів розв’язування задач дослідження операцій, а також оволодіння практичними вміннями та набуття навичок у застосуванні математичних методів цього напрямку для вирішення практичних завдань певних галузей науки і техніки.

У процесі вивчення дисципліни у студентів мають сформуватися теоретичні знання та практичні навички щодо одержання розв’язків та аналізу результатів.

**Завдання** дисципліни:

- ознайомлення з різними напрямками та методологією дослідження операцій;
- навчання майбутніх фахівців використанню математичних (кількісних) методів для обґрунтування рішень у всіх галузях цілеспрямованої діяльності;
- формування теоретичних знань та набуття практичних навичок для формалізації завдань, що виникають у різних сферах людської діяльності;

- розвинення навичок математичного моделювання;
- формулювання та розв'язування широкого кола задач, пов'язаних із пошуком оптимальних рішень, що стосуються всіх сфер людської діяльності.

Після засвоєння матеріалу навчальної дисципліни студент

має:

**а) знати:**

- основні особливості методів дослідження операцій, умови їх правильного використання, можливості адаптації до конкретних завдань певних галузей науки і техніки;
- як вибирати та застосовувати вивчені методи та програмні засоби для розв'язання конкретних прикладних завдань, забезпечувати необхідні умови їх застосування з погляду використовуваних ресурсів, оцінювати та аналізувати результати;

**б) уміти:**

- формалізувати завдання ухвалення рішень у своїй галузі, обґрунтовано вибирати відповідний метод дослідження операцій залежно від структури математичної моделі, грамотно застосовувати методи для розв'язування практичних задач;
- критично оцінювати результати моделювання та робити обґрунтовані висновки на основі отриманих результатів досліджень та аналізу;
- самостійно вирішувати поставлені завдання професійної діяльності із залученням сучасних методів дослідження операцій, спеціалізованої методичної та наукової літератури, використанням сучасних програмних інструментів та пакетів для моделювання і розв'язування задач дослідження операцій.

Запропонований підручник “Дослідження операцій” відображає багаторічний досвід викладання цієї дисципліни на кафедрі програмного забезпечення Національного університету “Львівська політехніка” і є продовженням та узагальненням методичних праць [11- 14].

За структурою підручник складається із 17 розділів. Перші 11 розділів як у теоретичному, так і у практичному аспекті охоплюють основні теми, присвячені висвітленню ключових понять і положень лінійного та нелінійного програмування. Значну увагу приділено основним поняттям, принципам і методиці дослідження операцій, методам нецілочислового, цілочислового, змішаного, булевого програмування та задачам оптимізації на мережах, зокрема, транспортним, про призначення, пошуку найкоротших шляхів у мережі та максимальних потоків, а також теорії матричних ігор. Розглянуто теоретичні основи та принципи побудови моделей квадратичного, опуклого, динамічного та стохастичного програмування.

У кожному з цих розділів сформульовані мета та професійні компетентності, що формуються під час вивчення тем розділу. Теоретичний матеріал, що містить основну термінологію, теореми та конкретні методи й алгоритми, супроводжується прикладами розв'язування практичних задач. Для самоперевірки засвоєного матеріалу наприкінці кожного розділу наведено тестові завдання та задачі для самостійного розв'язування, відповіді та методичні рекомендації до їх виконання (наведено у розділах 13- 17) і контрольні запитання.

У розділі 12 подано завдання для лабораторних робіт: розв'язання задач оптимального управління звичайним та двоїтим симплекс-методом, транспортних задач методом потенціалів та диференціальних рент, задач оптимізації на мережах алгоритмами Дейкстри, Флойда та Гоморі-Ху, лінійних задач змішаного програмування методом Гоморі та ігрових задач, які можуть бути зведені до задач лінійного програмування. Кожна з 8 лабораторних робіт містить 30 індивідуальних варіантів, а приклади розв'язання відповідних задач наведено у розділах 13- 17.

Виконання лабораторних робіт дає змогу студентам розширити і закріпити лекційний матеріал, отримати практичні навички, розв'язуючи задачі різними методами, та використати отримані знання під час розробки та відлагодження відповідних програмних продуктів для їх реалізації.

Для полегшення користування підручником наприкінці подано глосарій, у якому викладено основні теоретичні відомості з тем та предметний вказівник термінів, основних визначень та понять, на яких базується викладення матеріалу.

Опрацювання викладеного матеріалу дає змогу сформувати у здобувачів вищої освіти визначену систему компетентностей та досягти очікуваних результатів навчання, які передбачені освітньо-професійною програмою для спеціальності 121 “Інженерія програмного забезпечення”.

Завдяки цьому підручнику студенти зможуть не лише якісніше здійснювати самостійне навчання, раціонально і оперативно поєднувати вивчення теорії з вирішенням практичних завдань, а й отримати необхідні вміння і навички, що дають змогу ефективно використовувати набуті знання у професійній діяльності. Безумовно, опис усіх задач, що виникають у сфері програмної інженерії і можуть бути розв’язані методами дослідження операцій, неможливий у межах однієї книги, тому для поглибленого вивчення дисципліни студентам варто ознайомитись із рекомендованою літературою.

Автори сподіваються, що ця праця стане основою для подальшого вивчення дослідження операцій, удосконалення і поглиблення отриманих знань та застосування їх на практиці, що забезпечить підготовку здобувачів вищої освіти до майбутньої професійної діяльності в умовах бурхливого розвитку сучасного суспільства.

Підручник може бути корисним не лише студентам вищих навчальних закладів, які вивчають дисципліни “Дослідження операцій”, “Математичне програмування”, а й усім, хто вивчає основи моделювання технологічних, виробничих, економічних та інших процесів людської діяльності та цікавиться можливими шляхами розв’язання відповідних задач із застосуванням комп’ютерних розрахунків.