

УДК 378

Ліщина Н.М., Ліщина В.О.

Луцький національний технічний університет

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ" ДЛЯ БАКАЛАВРІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ "КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ"

Ліщина Н.М., Ліщина В.О. Деякі аспекти викладання дисципліни "Дослідження операцій" для бакалаврів спеціальності "Комп'ютерні науки". У статті розглядаються проблеми професійної підготовки майбутніх програмістів у контексті вивчення дисциплін фундаментального циклу. Описані основні теми та задачі курсу «Дослідження операцій». Визначено роль знань і вмінь з дослідження операцій у підготовці фахівця з комп'ютерних наук.

Ключові слова: професійна підготовка, комп'ютерні науки, дослідження операцій, задачі оптимізації, оптимальний розв'язок.

Лищина Н.М., Лищина В.О. Некоторые аспекты преподавания дисциплины "Исследование операций" для бакалавров специальности "Компьютерные науки". В статье рассматриваются проблемы профессиональной подготовки будущих программистов в контексте изучения дисциплин фундаментального цикла. Описаны основные темы и задачи курса «Исследование операций». Определена роль знаний и умений по исследованию операций в подготовке специалиста по компьютерным наукам.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, компьютерные науки, исследования операций, задачи оптимизации, оптимальное решение.

Nataliia Lishchyna, Valeriy Lishchyna. Some aspects of teaching the discipline "Investigation of operations" for bachelors of specialty "Computer Science". The article report deals with the problems of professional training of future programmers in the context of studying the disciplines of the fundamental cycle. The main topics and tasks of the course "Exploration of operations" are described. The role of knowledge and skills in the research of operations in the preparation of a specialist in computer sciences is determined.

Keywords: professional training, computer science, operations research, optimization tasks, optimal solution.

Постановка проблеми. В умовах інформаційного суспільства математична освіта відіграє важливу роль у підготовці фахівців практично усіх галузей життя. У науковій літературі постійно обговорюються питання призначення, проблем, змісту математичної освіти, пошуку ефективних організаційних форм навчання, використання педагогічних інновацій та інформаційно-комунікаційних технологій у викладанні дисциплін математичного циклу та ін.

Вимоги до математичної освіти сучасного фахівця зазнали суттєвих змін: послабла роль деяких розділів класичної математики; з'являються нові навчальні математичні дисципліни. Безумовним залишається вплив навчання математики на формування певного рівня математичної культури, інтелектуального розвитку, наукового світогляду, розуміння сутності практичної спрямованості математичних дисциплін, оволодіння методами математичного моделювання. Особливо гостро проблема навчання математиці постає для ІТ-фахівців, оскільки основу програмування складає не тільки знання певної мови програмування, а й уміння побудови математичної моделі, знання ефективних алгоритмів, процесу створення алгоритмів для розв'язання поставленого завдання.

Таким чином, математична підготовка – це складний процес, основними компонентами якого є: одержання певної системи математичних знань; оволодіння певними математичними вміннями та навичками; розвиток математичного мислення. Це процес, який дозволяє збалансувати тенденції фундаменталізації та професіоналізації. Він повинен бути неперервним: на молодших курсах студент засвоює фундаментальні поняття та навички, а на старших – оволодіває професійними знаннями та прийомами, які базуються на спеціальних розділах математики.

Якісна підготовка фахівців, у тому числі математична, нині базується, в першу чергу, на самостійній навчальній діяльності, яка стає провідною в умовах інтеграції навчального процесу до стандартів Європейської системи освіти, яка запроваджує скорочення аудиторного навантаження та збільшення обсягу самостійної роботи, як основної форми навчання. Але при цьому важливо розуміти, що самостійна навчальна діяльність – це не самоосвіта студента за власним планом, а організована та керована викладачем діяльність, що спрямована на досягнення визначеної мети навчання. Курси математичних дисциплін достатньо складні та в основному викладаються на молодших курсах, і студенти не в змозі вивчити навчальний матеріал без допомоги викладача [2].

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Аналізом специфіки задач у галузі програмування і питанням професійних якостей програмістів у різний час займалися психологи і педагоги Ф. Брукс, Г. Вейнберг, Н. Вірт, Л. Гришко, Е. Дейкстра та ін.

Розв'язання задач управління тісно пов'язане з ускладненням самого об'єкта аналітичного дослідження та функцій управління, що, у свою чергу, вимагає від дослідника все більш ширших та ґрунтовних знань у сфері застосування різноманітних методів для побудови адекватних економіко-математичних моделей. Цій проблематиці присвячено дуже багато праць як вітчизняних, так і зарубіжних вчених, зокрема: Б. Є. Бачевського, В. В. Вітлінського, Г. І. Великоіваненко, В. К. Галіцина, Н. Е. Єгорової, О. Д. Шарапова та інших.

Формування мети дослідження. Метою дослідження є визначення деяких аспектів викладання дисципліни "Дослідження операцій" для бакалаврів спеціальності "Комп'ютерні науки", розгляд проблем професійної підготовки майбутніх програмістів у контексті вивчення дисциплін фундаментального циклу, формулювання ролі знань і вмінь з дослідження операцій у підготовці фахівця з комп'ютерних наук.

Виклад основного матеріалу. Сучасна галузь програмування потребує висококваліфікованих спеціалістів, які здатні розробити програмне забезпечення для будь-якої сфери діяльності, галузі виробництва чи особистих потреб людини. Спектр запитів суспільства та економіки на якісні та зручні програми для задоволення професійних і життєвих потреб достатньо широкий. Тому нині програмування є досить розвинутою і складною сферою діяльності, що вимагає пошуку нових підходів до професійної підготовки майбутніх програмістів.

Особливістю роботи програміста є необхідність розв'язувати різні за типом завдання відповідно до певної предметної галузі та будувати математичні моделі. Наприклад, задачі оптимізації вимагають від програміста знання чисельних методів. Під час розв'язування завдань управління ресурсами від програміста вимагається знання щодо роботи з великими масивами даних, баз даних. Завдання ВНЗ, з метою підвищення конкурентоспроможності випускника, підготувати фахівця, який усвідомлює увесь спектр і специфіку завдань, з якими найчастіше стикаються програмісти та з певним досвідом.

У підготовці бакалаврів з комп'ютерних наук важливим є фундаментальний цикл дисциплін. Дисципліна «Дослідження операцій» відображає важливий напрям розвитку сучасної математики. В ній розглядаються питання, пов'язані з використанням кількісних методів для прийняття найкращого рішення у різних галузях діяльності людини. Дана дисципліна сприяє подальшому підвищенню рівня фундаментальної математичної і комп'ютерної підготовки студентів [2].

У навчанні дослідження операцій нерозривно поєднуються різні компоненти: науковий, технічний та технологічний, які по різному подаються в залежності від рівня та цілей навчання. Але на кожному рівні обов'язково має бути знайдене місце для фундаментальних знань, роль яких часто недооцінюється. У педагогічній практиці навчання введеться переважно в технологічному напрямку.

Разом з тим, ключову роль у процесі фундаменталізації змісту навчання відіграють фундаментальні поняття, які також тісно пов'язані з базовими поняттями суміжних дисциплін. Тому, виокремлення фундаментальних понять дослідження операцій, їх усвідомлення і закріплення через досвід дослідницької діяльності є інтегративним компонентом організації навчання дисципліни, створення міжпредметних зв'язків, формування у студентів цілісної системи знань і уявлень як про теоретичні основи, так і про шляхи застосування отриманих знань на практиці.

Фундаментальними у цій дисципліні постають поняття: операція, модель, алгоритм, граф, а також тісно пов'язані з ними поняття методу, процедури, функції, що загалом формують фундаментальне ядро навчання. До того ж, у змісті навчання важливу роль відіграють так звані фундаментальні алгоритми, якими треба опанувати при розв'язанні певного набору класичних задач. До них відносимо: задачі розподілу ресурсів (транспортна задача, задача про призначення); задача мережного планування; задача вибору маршруту (задача комівояжера); задачі теорії ігор. На прикладі навчання цієї дисципліни можна продемонструвати взаємозв'язок математичних методів і реалізації відповідних до них операцій і алгоритмів з візуалізацією результатів, через які відображаються співвідношення певних об'єктів та їх властивостей[4].

При вивченні навчальної дисципліни «Дослідження операцій» звертається увага на: ознайомлення студентів з основами математичного апарату, необхідного для розв'язання теоретичних і практичних задач, пов'язаних з оптимізацією; розвиток логічного мислення та підвищення загального рівня математичної культури; здобуття навичок дослідження прикладних питань та уміння перевести задачу на математичну мову; формування навичок самостійного

вивчення учбової літератури з дослідження операцій; застосування отриманих знань для аналізу, моделювання і розв'язання прикладних задач із застосуванням комп'ютерної техніки [3].

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач з використанням спеціалізованих оптимізаційних методів.

Навчання дослідження операцій у системі підготовки фахівців з комп'ютерних наук відіграє особливу важливу роль, бо поєднує в собі як фундаментальні поняття і принципи різних математичних та комп'ютерних дисциплін, так і прикладні моделі й алгоритми їх застосування. У ній реалізуються основні наукові підходи до математичного моделювання процесів, обґрунтування рішень, математичного опису базових понять і принципів реалізації інформаційних процесів опрацювання даних, що власне і є предметом комп'ютерного моделювання в інформатиці [5].

Згідно робочої навчальної програми дисципліни рекомендується розглянути основні принципи та задачі дослідження операцій, теоретичні основи лінійного програмування, симплексний та двоїтий симплексний методи розв'язування задач лінійного програмування, метод штучного базису знаходження опорного розв'язку задач лінійного програмування. Детально розглядається теорія двоїстості у лінійному програмуванні та її економічний зміст. Розглядається транспортна задача лінійного програмування, а також задача цілочисельного лінійного програмування, задача комівояжера, задачі динамічного програмування, система масового обслуговування, теорія ігор.

Потрібно під час вивчення дисципліни дослідження операцій ознайомити студентів з основними задачами дослідження операцій. Типовими класами задач дослідження операцій є:

Управління запасами. Із збільшенням запасів створюються умови для більш ритмічної роботи виробництва. Запас – це гарантія можливості виконання будь-якого замовлення. Якщо запасів не вистачає, то можливі значні збитки за рахунок невиконання зобов'язань. Але разом з тим збільшується змертвілий капітал і витрати на зберігання. Недаремно існують підприємства, які зовсім не мають складів: їх замінюють майданчики для розвантаження отриманої та відвантаження виготовленої продукції. Виникає проблема управління запасами при найменших витратах.

Розподіл ресурсів. Ресурси – це гроші, матеріали, людська праця і т.п. Ресурси завжди обмежені і в різних виробках забезпечують різний прибуток. Наприклад, ми маємо матерію, з якої можна виготовити або чоловічий, або жіночий, або дитячий одяг за різними цінами та прибутками. Виникає проблема розподілу людей, матерії та інших ресурсів між виробами з метою отримання найбільшого прибутку.

Ремонт та заміна обладнання. Застаріле обладнання вимагає витрат на ремонт і має знижену продуктивність. Потрібні розрахунки для прийняття рішення по визначенню термінів ремонту та заміни обладнання, які забезпечують найбільший прибуток.

Задачі масового обслуговування: розглядають питання створення та функціонування черг (на заводському конвейері; у залізничній касі; для літаків над аеропортом, що йдуть на посадку; клієнтів в ательє побутового обслуговування; абонентів міської телефонної станції). Потрібно розв'язати проблеми якісного обслуговування при мінімальних витратах на обладнання.

Задача рюкзака: рюкзак (вантажна машина, вагон, судно, літак) має обмежену вантажність. Потрібно так заповнити рюкзак, щоб отримати максимальний прибуток [1].

Задачу пакування рюкзака використовують для моделювання різних проблем, зокрема:

— у системах підтримки управління портфелем для балансування та диверсифікації вибраних капіталовкладень із метою пошуку найкращого балансу між ризиками та ефективністю вкладів у різні фінансові активи;

— при завантаженні човна або літака: вибір багажів для оптимального завантаження транспортного засобу;

— у кроєнні різних матеріалів (тканини, сталеві листи тощо): вибір оптимальної схеми розкрою матеріалів з метою зменшення кількості відходів.

Також дослідження цієї задачі корисне для пошуку розв'язків методом генерування стовпчиків та в задачі завантаження контейнерів.

Студентам програмістам важливо запропонувати на практичних заняттях реалізувати алгоритми дослідження операцій на практиці.

У загальному вигляді завдання можна сформулювати так: із заданої множини предметів з властивостями «вартість» і «вага», потрібно відібрати якесь число предметів таким чином, щоб

отримати максимальну сумарну вартість при одночасному дотриманні обмеження на сумарну вагу.

Нехай $P(i) > 0$ і $W(i) > 0$ — відповідно вартість і вага i -го предмету, де $i = 1, 2, 3, \dots, N$, а N — число предметів.

Потрібно знайти такий булевий вектор X розмірністю N , де

$X(i) = 1$, якщо предмет з номером i покладений в рюкзак;

$X(i) = 0$, якщо предмет з номером i не покладено в рюкзак;

щоб була максимальною сума $\sum P(i) X(i)$ і виконувалася нерівність $\sum W(i) X(i) \leq C$, де $C > 0$ — місткість рюкзака.

Розглянемо варіант алгоритму розв'язання задачі про рюкзак за умови, що ваги предметів є натуральними числами, а вартості предметів є дійсними числами. Наведемо опис алгоритму розв'язку задачі про рюкзак з елементами псевдокоду.

INPUT: // Вхідні дані

Масиви вихідних даних (ВД) містять цілі ваги W і дійсні вартості P предметів $W(1 \dots N) > 0$ і $P(1 \dots N) > 0$, де N число предметів і $C > 0$ — місткість рюкзака.

OUTPUT: // Вихідні дані

Масив S містить індекси елементів ВД складових оптимального розв'язку задачі про рюкзак.

START // початок алгоритму

Етап 1 // сортування ВД

Сортуємо ВД в порядку зменшення вартості предметів:

$P(1) / W(1) \geq P(2) / W(2) \geq \dots \geq P(i) / W(i) \geq \dots \geq P(N) / W(N)$, де $P(i) > 0$ вартість предмета i , $W(i) > 0$ вага предмета i .

Для зниження потреби в пам'яті для алгоритму визначаємо мінімальну вагу в наборі ВД

$W_{\min} = \min(W)$

Етап 2 // ініціалізація робочих масивів

Створюємо масив дійсних чисел LP розмірністю $(W_{\min} \dots C)$ і масив цілих чисел LCr розмірністю $(W_{\min} \dots C)$.

Заносимо в масив LP і LCr дані першого елемента з відсортованого списку ВД.

$LP(W(1)) = P(1)$

$LCr(W(1)) = 1$,

де $P(1)$ вартість і $W(1)$ вага першого предмету в відсортованому списку ВД.

Етап 3 // заповнення робочих масивів

FOR $i = 2$ TO N // цикл серед елементів, що залишилися ВД

Нехай $W(i)$ і $P(i)$ вага і вартість поточного елемента ВД.

Створюємо порожній масив дійсних чисел $Clone$ розмірністю $(W_{\min} \dots C)$.

Вносимо в масив $Clone$ вартість поточного елемента ВД

$Clone(W(i)) = P(i)$

Копіюємо в масив $Clone$ ненульові дані з масиву LP додаючи вартість $P(i)$ поточного елемента і збільшуючи його індекс на вагу $W(i)$, за умови що індекс в $Clone$ не перевищить місткості рюкзака C .

FOR $j = W_{\min}$ TO $(C - W(i))$

IF $LP(j) > 0$ THEN

$Clone(j + W(i)) = LP(j) + P(i)$

END IF

NEXT // кінець циклу копіювання

Проводимо модифікацію масивів LP , LCr на основі даних масиву $Clone$. Оновлюємо в масивах LP , LCr тільки ті елементи вартість яких у $Clone$ більше ніж у LP .

FOR $j = W_{\min}$ TO C

IF $Clone(j) > 0$ AND $Clone(j) > LP(j)$ THEN

$LP(j) = Clone(j)$

$LCr(j) = i$

END IF

NEXT // кінець циклу модифікації LP , LCr

NEXT // кінець циклу серед елементів що залишилися

Етап 4 // формування результату, зворотній спуск

Створюємо порожній масив цілих чисел S для заповнення його індексами предметів ВД. У масиві LP знаходимо максимальне значення вартості $P_{\max} = \text{MAX}(LP)$, це вартість знайденого оптимального розв'язку. Індекс знайденого в масиві елемента дорівнює вазі розв'язку, позначимо його W_r , тобто $LP(W_r) = P_{\max}$.

```
// цикл формулювання результату
UNTIL  $W_r > 0$  // если  $W_r = 0$ , результат сформульований
 $LCr(W_r) \rightarrow S$  // заносимо індекс ВД в результат
// змешуємо вагу розв'язку на вагу доданого в результат предмету
 $W_r = W_r - W(LCr(W_r))$ 
NEXT // кінець циклу формулювання результату
FINISH // кінець алгоритму.
```

Представлений алгоритм дозволяє отримати точний розв'язок цілочисельної задачі про рюкзак.

Задача комівояжера: полягає у знаходженні найвигіднішого маршруту, що проходить через вказані міста хоча б по одному разу. В умовах завдання вказуються критерій вигідності маршруту (найкоротший, найдешевший, сукупний критерій тощо) і відповідні матриці відстаней, вартості тощо. Зазвичай задано, що маршрут повинен проходити через кожне місто тільки один раз, в такому випадку розв'язок знаходиться серед гамільтонових циклів. Існує маса різновидів узагальненої постановки задачі, зокрема геометрична задача комівояжера (коли матриця відстаней відображає відстані між точками на площині), трикутна задача комівояжера (коли на матриці вартостей виконується нерівність трикутника), симетрична та асиметрична задачі комівояжера. Прості методи розв'язання задачі комівояжера: повний лексичний перебір, жадібні алгоритми (метод найближчого сусіда), метод включення найближчого міста, метод найдешевшого включення, метод мінімального кістяка дерева. На практиці застосовують різні модифікації ефективніших методів: метод гілок і меж і метод генетичних алгоритмів, а так само алгоритм мурашиної колонії. Всі ефективні (такі, що скорочують повний перебір) методи розв'язання задачі комівояжера — евристичні. У більшості евристичних методів знаходиться не найефективніший маршрут, а наближений розв'язок. Користуються популярністю так звані anytime алгоритми, тобто алгоритми, що поступово покращують деякий поточний наближений розв'язок.

Розв'язання будь-якої задачі дослідження операцій традиційним ручним способом (без залучення засобів обчислювальної техніки) потребує від спеціалістів великих затрат сил і часу для здійснення ітераційних процесів наближення до оптимального значення.

Існує ряд потужних інформаційних систем, що значно знижують ризик одержання помилкового результату і на декілька порядків скорочують час розв'язання задач. Для розв'язання задач дослідження операцій найбільш вдалим є використання сучасної інформаційної системи Microsoft Excel версії 7.0 і вище. Пояснюється це, насамперед, тим, що дана система є програмним інструментом для розв'язання інших (не зв'язаних із пошуком екстремуму) задач. Великою перевагою системи є її універсальність. Практично будь-які типи задач математичного програмування можуть бути успішно розв'язані за допомогою Microsoft Excel. Тут необхідно особливо підкреслити, що математичні моделі можуть носити дискретний характер. Однак при великій розмірності задачі її розв'язання за допомогою даної системи може бути неефективним через великі витрати часу. У цьому випадку при неперервному характері математичної моделі задачі можна використовувати інформаційну систему MathCAD. Вибір цих систем як інструментальних програмних засобів для розв'язання задач дослідження операцій багато в чому обумовлений їхньою широкою популярністю і доступністю [1].

Висновки. В результаті вивчення дисципліни «Дослідження операцій» студенти повинні отримати здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні рішення, будувати моделі оптимального вибору управління з урахуванням змін параметрів економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії. Бакалаври з комп'ютерних наук на практичних заняттях вчать формулювати мету управління організаційно-технічною та економічною системами, формувати систему критеріїв якості управління, будувати математичну модель задачі, вибирати та застосовувати відповідний метод розв'язування задачі оптимізації, знаходити її оптимальний розв'язок, коригувати модель й розв'язок на основі отриманих нових знань про задачу й операцію, виробляти управлінське рішення щодо досліджуваної операції й виконання цього рішення,

застосовувати програмні засоби для пошуку оптимальних рішень задач організаційно-економічного управління.

1. Самойленко М.І. Дослідження операцій (Математичне програмування. Теорія масового обслуговування): Навч. посібник / М.І. Самойленко, Б.Г. Скоков. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 176 с.
2. Круглик В. С. Міждисциплінарний підхід у професійній підготовці майбутніх програмістів [Електронний ресурс] / В. С. Круглик, В. В. Осадчий // Збірник наукових праць № 27, 2017 р.- 46-51с. – Режим доступу <http://pedosvita.kubg.edu.ua>
3. Стандарт вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня за галузю знань 12 «Інформаційні технології» спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу <http://mon.gov.ua/activity/education/reforma-osviti>.
4. Когут У. П. Фундаментальні поняття як інтегративний компонент організації навчання дослідження операцій майбутніх бакалаврів інформатики/ У. П. Когут // Інформаційні технології і засоби навчання, 2016. - Том 52, №2. –с. 36-51.
5. Жалдак М. І. Основи теорії і методів оптимізації : навч. посіб. для студ. мат. спец. вищ. навч. закл. / Жалдак М. І., Триус Ю. В. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 608 с.