

В. С. Щирба¹, Р. В. Моцик², О. В. Фуртель³

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
e-mail: ¹victor.shchyrba@gmail.com, ²motsyk@kpnpu.edu.ua, ³shchyrba.lesya@kpnpu.edu.ua;
ORCID: ¹0000-0002-2520-5825, ²0000-0003-0947-3579

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ МОТИВАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУР СТУДЕНТАМИ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 122 КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

Математика – цариця наук. Вона є теоретичним фундаментом у багатьох галузях науки і особливо актуальна для комп'ютерних наук. Чільне місце серед математичних дисциплін займає дискретна математика. Її освоєння студентами є передумовою формування фахових компетентностей, пов'язаних, зокрема, з математичним моделюванням. Разом з тим, студенти молодших курсів, які лише розпочинають свій, в якійсь мірі, професійний шлях у комп'ютерних науках, досить часто скаржаться, що «замість потрібних предметів їх заставляють вивчати якусь математику». Постає завдання формування професійної мотивації студентів напряму підготовки 122 Комп'ютерні науки до вивчення математичних дисциплін взагалі та дискретної математики зокрема.

У роботі аналізується етап становлення та формування структури дискретної математики як фахового предмету, сильні та слабкі місця наявної навчально-методичної літератури. Для формування професійної мотивації вивчення цього предмету на основі конкретного практичного використання результатів дискретної математики надаються рекомендації включати в теоретичний матеріал її прикладні аспекти.

Ключові слова: фахова підготовка майбутніх спеціалістів напряму комп'ютерних наук, дискретна математика, мотивація вивчення математики.

Колеги з кафедри комп'ютерних наук, обговорюючи питання моніторингу освітніх програм, неодноразово наголошували, що студенти молодших курсів, які лише розпочинають свій особистий, так би мовити, професійний шлях у комп'ютерних науках, досить часто скаржаться, що «замість потрібних предметів їх заставляють вивчати математику». Навіть досвідченим викладачам іноді досить важко пояснити декому з них для чого взагалі їм потрібна математика і що програміст це не лише, як іноді говорять, «професіонал з клацання по клавіатурі».

Проблема мотивації студентів напряму підготовки 122 Комп'ютерні науки до вивчення математичних дисциплін спонукала нас підготувати цю статтю на основі набутого власного педагогічного досвіду, зокрема при викладанні дисципліни «Дискретні структури».

Безумовно, математика є теоретичним фундаментом у багатьох галузях науки, а для комп'ютерних наук вона особливо актуальна. Тому значна увага при підготовці фахівців приділяється в першу чергу цій галузі. Майже третина базових предметів навчального плану підготовки фахівців цього напряму пов'язана з математикою. Чільне місце тут займає дискретна математика (інші використовують назви: дискретний аналіз, скінченна математика, дискретні структури), оскільки саме з неї виростають такі напрямки програмної інженерії, як моделювання, алгоритмізація, програмування, бази даних і ін.

Дискретна математика не виникла сама по собі. Сучасна математика в багатьох випадках переорієнтовується на вузькопрофільні дослідження, набуваючи прикладного характеру. По відношенню до комп'ютерних наук з'явилися специфічні напрямки, зокрема, кібернетика, системний аналіз тощо.

У свою чергу, проблеми прикладного характеру, викликані потребами використання комп'ютера, не могли не мати зворотного впливу на саму математику, адже комп'ютерна практика сприяє появі нових дисциплін і напрямів математичних досліджень. Відбулося певне збагачення класичної математики, стався перерозподіл уваги й зацікавленості математи-

ків предметом досліджень. Так з'явився окремий розділ сучасної математики – дискретна математика, що становить розділ сучасної математики, в якому дослідження започатковані ще у стародавні часи направлені на проектування та використання комп'ютерної техніки і програмування.

Незважаючи на свою давню історію, структура дискретної математики (структур) остаточно ще не встановилася і заслуговують на увагу питання методики вивчення цього предмету. Вперше про неї, як про окремий напрямок, заговорили в кінці 90-х років минулого століття. Загальноприйнятою умовою було визнано те, що ці розділи математичної складової є передумовою вивчення цілого ряду предметів професійної підготовки, в значній мірі математичного моделювання.

При підготовці фахівців природничого профілю на сучасному етапі особлива увага приділяється освоєнню технологій математичного моделювання, одному із найважливіших предметів професійної підготовки. Найяскравіше це проявляється на фізикоматематичному факультеті при плануванні навчального процесу для студентів, які вибрали напрямок підготовки 122 Комп'ютерні науки. Зокрема, в освітньо-професійній програмі «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» передбачено набуття п'яти компетенцій, які, в якійсь мірі, пов'язані з математичним моделюванням: СК 01, СК 04, СК 05, СК 06. Досить суттєвими є і вимоги до програмних результатів навчання, зокрема: ПРН 07, ПРН 09.

Теорія моделювання – це наука про методи математичного дослідження властивостей об'єктів. Серед розмаїття видів моделей (наприклад, фізичні, вербальні) особлива роль, можна навіть сказати універсальна роль, відводиться математичним моделям. Як відомо, математична модель ставить у відповідність об'єкту чи процесу (фізичному, технологічному, економічному, соціальному чи будь-якому іншому) деяку систему математичних співвідношень (як правило, рівнянь чи нерівностей), розв'язання яких надає можливість одержати інформацію про поведінку об'єктів (процесів) без натурних експериментів над ними, які часто є

недопустимими (тут можуть бути як катастрофічні наслідки для об'єкту, так і пов'язані з передбаченням на майбутнє) або мати ряд інших причин, наприклад, висока вартість.

Виходячи з цього, розробник моделей повинен мати широкий кругозір, бути обізнаним у відповідній галузі. У зв'язку з цим при підготовці фахівців з комп'ютерного моделювання на фізико-математичному факультеті нашого університету особлива роль надається STEM-освіті, яка поєднує в собі науку, технології, інженерію та математику. Підтвердженням цього може слугувати, зокрема, багатопрофільність дисциплін, які передбачають вивчення як соціально-економічних закономірностей, так і інженерних та фізичних. В останніх акцент робиться на використанні математичного апарату.

Не дивлячись на те, що усі моделі носять скінчений, а отже і дискретний характер, завдання дисципліни «Дискретні структури» набагато ширші. Скінченність моделі полягає лише в обмеженості кількості параметрів, тобто модель відтворює в собі лише скінчену кількість різного роду властивостей та відношень, і завдяки цьому вона є більш простою, зручнішою для дослідження ніж оригінал.

Мета ж вивчення навчальної дисципліни «Дискретні структури» – показати дискретний характер організації роботи комп'ютера, математичні засади його будови та принципів роботи, прикладний характер математичної теорії при розв'язанні різного роду задач, які виникають в різних областях науки, техніки і виробництва, закласти основи для математичного моделювання прикладних задач, основ алгоритмізації. Вона («Дискретна математика») спрямована на формування математичної бази вивчення інформаційних дисциплін. Разом з тим Дискретні структури більше ніж «Дискретна математика» зорієнтовані на підготовку фахівців у галузі комп'ютерних наук. Знання і навички, одержані при вивченні цього курсу, стануть у нагоді при освоєнні, зокрема, таких курсів, як «Алгоритми та структури даних», «Програмування».

Хочеться ще раз підкреслити, що, незважаючи на свою чималу, орієнтовно 30-річну, історію структура дискретної математики остаточно ще не встановилася і, що вона включає в себе не стільки нові, скільки давні класичні фундаментальні дослідження, які направлені у даний період на розвиток досліджень у галузі комп'ютерних наук, а також, можливо і більше, на формування базових понять при підготовці фахівців у цьому напрямку.

Початок цього напрямку пов'язаний із фундаментальними працями Д. Кнута, зокрема [7] а, можливо більше [5]. Були і окремі підручники із назвою дискретна математика.

Зокрема, в Україні цим напрямком займався Ядренко М.Й. та Оленко А.Я. (див. їх спільну працю [10] та [15]), але великою популярністю їх праці не користувалися. Причина, очевидно, в тому, що навчально-методичні посібники були вузькопрофільними. Будучи націленими на підготовку з курсу «Дискретна математика», вони призначалися для студентів першого курсу із спеціальності «Математика». Разом з тим, зміст і розміщення матеріалу відповідають сучасним програмам курсу. У методичних посібниках подані задачі, розв'язок яких необхідний для успішного засвоєння курсу.

Особливої популярності тоді набула праця Ф.А. Новикова «Дискретная математика (для программистов)» [9]. Дійсно, основні питання дискретної математики автор намагався пов'язувати з деталями програмної реалізації.

Перший випуск цього підручника вийшов у світ у 2000 році. У цей час випуск навчально-методичної літератури ще не набув масовості і перелік навчальної літератури з дискретної математики був незначний. Книга виявилася актуальною, про що свідчить тираж та періодичне перевидання її.

Та, мабуть, особлива популярність завдячує саме професійній орієнтації цього підручника. Будь-яка література для програмістів в той час досить високо цінилася. Разом тим можна лише поспівчувати усім тим (особливо студентам-першокурсникам), хто перше знайомство з дискретною математикою вирішив розпочати з цього підручника. Як відмітив сам автор у передмові до другого видання цього підручника, у першому виданні було помічено більш як 200 помилок і це всього на 300 сторінок тексту. У ті роки тексти книг ретельно перевірялися і навіть одна єдина помилка на сотні сторінок була великою рідкістю. Тому студенти-першокурсники були шоковані, гортаючи сторінки цього підручника. У своїй роботі ми намагаємося навіть не згадувати про нього в рекомендованій літературі для студентів.

Крім того текст підручника оформлено у вигляді короткого конспекту лекцій. Теоретичні викладки досить лаконічні і дуже часто малозрозумілі (плюс ще й море помилок).

Ще одна недоречність з методичної точки зору. Курс «Дискретна математика» викладається на першому курсі і мабуть для першокурсників не доцільно пояснення замінювати на словосполучення «легко бачити, що ...».

Разом з тим підручник став у якійсь мірі орієнтиром про структуру навчального курсу. Хоча, не дивлячись на досвід автора, вона не була зразковою. Якщо в першому виданні було 12 розділів, то в наступному їх стало уже на два менше. Автор сам їх назвав зайвими. На нашу думку, зайвим залишився ще один – другий розділ «Алгебраїчні структури», а інші варто було б об'єднати. Наприклад, розділи 7 «Графи», 8 «Зв'язність», 9 «Дерева», 10 «Цикли», незалежність і розфарбовування є частиною розділу Графи та їх застосування.

Зміст інших розділів є перенасиченим. Зокрема, на наш погляд, дуже багато матеріалу поміщено у розділ «Множини і відношення». Наприклад, функціональні відношення фактично не використовуються в інформатиці.

Практично в цей же час (у 2002 році, але допущено до друку як підручник Міністерством освіти і науки України ще у 1998 році) вийшов з друку україномовний підручник «Основи дискретної математики» Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцкий Г.М., Песурін М.К. «Основи дискретної математики». Київ: Наукова думка, 2002.

Метою підручника, як зазначили автори, було систематичне викладання методів та засобів дискретної математики як інструментарію при обробці інформації в комп'ютерах. Підручник присвячувався засновнику Інституту кібернетики Глушкову Віктору Михайло-

вичу. Можливо, поспішність підготовки підручника приуроченого до певних дат спонукала цьому тому, що він містить чимало помилок. Особливої зацікавленості він не викликав і більше не перевидавався.

Нас, як викладачів, цікавить структура та послідовність викладу матеріалу. Скажемо відразу, що він перенасичений теоретичним матеріалом. Для основ дискретної математики, а тим більше для програмістів, основи штучного інтелекту, формальні логіки, теорія автоматів, алгебри та й ряд інших теорій не є актуальними. Вони носять більш формалізований характер. З ними можна знайомити студентів хіба що на старших курсах.

В обох підручниках виклад матеріалу розпочинається з теорії множин, а це, на наш погляд, не раціонально. Для програмістів (фахівців у галузі комп'ютерних наук) доцільніше розпочати викладки з математичної логіки, зосередивши основну увагу на булевих функціях. Справа не тільки в тому, що найважливішим умінням, яким повинен оволодіти фахівець з інформаційних технологій, є уміння логічно мислити. Фахівці цієї галузі повинні розуміти, що булеві функції фактично є математичною моделлю самого комп'ютера. Тому розробляти, досліджувати та вдосконалювати його можна за допомогою математики.

Тут знову хороша нагода пояснити студентам пряму комп'ютерні науки, що без освоєння математики, зокрема дискретної математики, вони не зможуть бути висококваліфікованими фахівцями в галузі інформаційних технологій, повноцінно працювати з комп'ютером. Потрібно постійно, де лише це стає очевидним, систематично шукати шляхи формування професійної мотивації при вивченні дискретних об'єктів, структур.

Враховуючи недоліки названих вище підручників, відсутність у них належного матеріалу для практичних занять та самостійної роботи студентів, ми заняття проводили використовуючи навчальні посібники, які покривають окремі розділи дискретної математики, але не містять помилок у викладі теоретичного матеріалу, є досить зрозумілими, доступно подають матеріал, з поміж інших підручників найбільше подобаються студентам. Так, зокрема, з математичної логіки ми рекомендуємо [13].

Пізніше з'явився цілий ряд підручників з дискретної математики, зорієнтованих на підготовку студентів напряму підготовки комп'ютерні науки. Заслуговує на увагу, зокрема, підручник підготовлений викладачами Національного університету «Києво-Могилянська академія» [1].

Цей посібник розрахований в першу чергу на тих, хто тільки починає свій шлях в освоєнні комп'ютерних наук, тобто на студентів першокурсників. Матеріал, що викладається, не потребує вивчення додаткових предметів, оскільки він спирається лише на шкільні курси математики та інформатики і сприймається студентами досить легко.

Приємно, що починається посібник саме з розділу логіки, який закінчується матеріалом про релейно-контактні схеми. Вони фактично підкреслюють важливість дискретних структур у професійній роботі комп'ютерщиків. Можна було б виділити ще цілий ряд позитивних моментів у цьому посібнику.

Разом з тим вважаємо за доцільне вказати і на деякі недоліки, які відображені в самій структурі цієї

книги, а отже і у структурі запропонованого лекційного курсу.

Наприклад, другий розділ присвячений методу математичної індукції та рекурентним співвідношенням. Як зазначають самі автори, «в школі мало або зовсім не приділяється уваги методу математичної індукції, який є потужним засобом доведення математичних теорем, і без ґрунтовного розуміння його природи важко зрозуміти не тільки доведення, а і зміст самих теорем».

Підкреслимо в цій фразі, що метод математичної індукції є засобом доведення математичних теорем, а для прикладної математики доведення теорем не є актуальним питанням. Отже, для програмістів наповнення посібника цим матеріалом є недоречним.

Є питання щодо змісту інших розділів, зокрема, до розділу множини, наприклад, чи доцільно програмістам наголошувати про континуальні множини чи про парадокс Рассела.

Проаналізувавши цілий ряд сучасних підручників та навчально-методичних посібників, чимало з яких є у відкритому доступі через мережу Інтернет, можна зробити висновок, що вони обмежуються викладом матеріалу чотирьох розділів:

1. Елементи математичної логіки.
2. Елементи теорії множин.
3. Комбінаторний аналіз.
4. Теорія графів.

У підручниках можуть бути і додаткові розділи пов'язані із дискретними структурами та їх застосуванням в інформатиці. У навчально-методичних посібниках, як правило, цього немає, лише окремі розділи можуть поділятися на декілька. Наприклад, в останньому розділі можуть окремо розглядатися дерева чи зв'язні графи. Така обмеженість, очевидно, пов'язано із лімітом часу в навчальних планах на вивчення дискретних структур. Порядок викладу матеріалу може відрізнятися хіба що першими розділами за уподобанням авторів. Ми обрали у своїй роботі саме таку структуру.

Щодо наповненості цих розділів, то пропонуємо в перший розділ помістити матеріал про висловлення та булеві функції. При вивченні висловлень традиційно включаємо операції над ними і таблиці істинності, а от другий пункт доцільніше модифікувати від традиційного, назвавши так: «Двійкові системи числення та булеві функції». При цьому наголошуємо, що комп'ютер працює з двійковими кодами і булеві функції є математичною моделлю комп'ютера. Тут актуальним постає питання мінімізації булевих функцій на прикладі релейно-контактних схем. Ще один пункт («Застосування алгебри висловлень. Предикати») підведе студентів до поняття штучного інтелекту та основ робототехніки, що важливо для фахівців напряму комп'ютерні науки.

В матеріалах міститься достатня кількість фактів прямого використання результатів дослідження математики дискретних структур у комп'ютерних технологіях. Цим самим уже на початку освоєння курсу студенти отримують позитивну мотивацію вивчення математичних дисциплін. В інших розділах уже можна не так наполегливо обговорювати питання мотивації вивчення теоретичного матеріалу.

У другому розділі («Елементи теорії множин») доцільно наголосити, що множини є основою формування баз даних і, особливо, без поняття відношення неможливо встановлювати зв'язки в структурі баз даних. Пізніше бінарні зв'язки дозволятимуть програмувати алгоритми обробки візуальних моделей (графів).

Дуже важливо при дослідженні комбінаторних конфігурацій виробити навички побудови концептуальних моделей, як одного з етапів побудови математичних моделей, про важливість яких ми говорили на самому початку. Також можна наголосити, що знання основ комбінаторики може знадобитися при визначенні межі підрахунків у циклах з параметром.

Щодо графів, то тут явною мотивацією може бути алгоритмічне дослідження різного роду мереж.

Список використаних джерел:

1. Боднарчук Ю.В., Олійник Б.В. Основи дискретної математики (для студентів-інформатиків). Київ: НаУКМА, 2007. 138 с.
2. Виленкин Н.Я. Индукция. Комбинаторика. Москва: Просвещение, 1976. 48 с.
3. Виленкин Н.Я., Виленкин А.Н., Виленкин П.А. Комбинаторика. Москва: ФИМА, МЦНМО, 2006. 400 с.
4. Волкова Н.П. Педагогіка : навчальний посібник. Київ: Академвидав, 2003. 403 с.
5. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Москва, Мир, 1998. 703 с.
6. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцикий Г.М., Песурін М.К. Основи дискретної математики. Київ: Наукова думка. 2002. 145 с.
7. Кнут Д. Искусство программирования. В 4-х томах. Пер. с англ. 3-е изд. Москва: Вильямс, 2006. 682 с.
8. Коноваленко О.Є., Ткачук М.А., Грабовський А.В. Дискретна математика : навч.-метод. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2016. 84 с.
9. Новиков Ф.А. Дискретная математика (для программистов). Санкт-Петербург: Питер, 2000. 304 с.
10. Оленко А.Я., Ядренко М.Й. Дискретна математика : навчально-методичний посібник. Київ: Видавництво НаУКМА, 1996. 82 с.

11. Столл Р. Множества. Логика. Аксиоматические теории. Москва: Просвещение, 1968. 232 с.
12. Уилсон Р. Введение в теорию графов. Москва: Мир. 1977. 208 с.
13. Хромой Я.В. Математична логіка. Київ: Вища школа, 1983. 208 с.
14. Холл М. Комбинаторика, Москва: Мир, 1970. 138 с.
15. Ядренко М.Й., Оленко А.Я. Дискретна математика. Київ: Київський національний університет, 1995. 83 с.
16. Ядренко М.Й. Дискретна математика : навчально-методичний посібник. Київ: Вид. поліграф. цент «Експрес», 2003. 44 с.

Victor Shchyrba, Rostyslav Motsyk, Olesia Furtel

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University

FORMATION OF PROFESSIONAL MOTIVATION IN THE STUDY OF DISCRETE STRUCTURES BY STUDENTS IN THE FIELD OF TRAINING 122 COMPUTER SCIENCES

Mathematics is the theoretical foundation in many fields of science and is especially relevant to computer science. The leading place among mathematical disciplines is occupied by discrete mathematics. Its mastering by students is a prerequisite for the formation of professional competencies related to mathematical modelling. At the same time, junior students just starting their professional path in computer science quite often complain that "instead of necessary subjects they are forced to study some mathematics". There is a problem of forming professional motivation of Computer Science students to study mathematical disciplines in general and discrete mathematics in particular.

The paper analyses the stage of formation and formation of the structure of discrete mathematics as a professional subject, the strengths and weaknesses of the available educational and methodological literature. In order to form professional motivation for research of this subject on the basis of concrete practical use of the results of discrete mathematics we advise to include its applied aspects in the theoretical material.

Key words: professional training of future specialists in computer science, discrete mathematics, motivation to study mathematics.

Отримано: 27.09.2021