

УДК 378.047

Когут У.П.

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України,
Київ, Україна**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ МАХІМА ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ БАКАЛАВРІВ ІНФОРМАТИКИ**

DOI: 10.14308/ite000547

В умовах формування інформаційного суспільства зростає роль підготовки висококваліфікованих фахівців, які здатні до продуктивної діяльності в цьому суспільстві. Тому актуальним завданням є формування ІКТ-компетентностей, що забезпечувало б можливість вирішувати особисті та професійні завдання в умовах інтенсивного розвитку сучасних технологій. Навчання дослідження операцій потребує особливої уваги, бо поєднує в собі як фундаментальні поняття і принципи різних інформатичних дисциплін, так і прикладні моделі й алгоритми їх застосування.

Володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями є суттєвою умовою опанування всіма навчальними, зокрема інформатичними, дисциплінами, формування наукового світогляду, цілісної наукової картини світу. Через це постає необхідність визначення шляхів використання ІКТ у процесі навчання дослідження операцій бакалаврів інформатики у педагогічному ВНЗ, осучаснення середовища навчання з урахуванням тенденцій розвитку науки і техніки, удосконалення методичних систем навчання, зокрема, шляхом використання систем комп'ютерної математики як засобів навчання.

Стаття присвячена аналізу експериментального дослідження ефективності методики використання системи Махіма у процесі навчання дослідження операцій бакалаврів інформатики. У статті визначено напрями педагогічного використання систем комп'ютерної математики (СКМ) при вивченні дослідження операцій та виявлення методичних аспектів застосування цих систем у процесі викладання даного курсу на прикладі СКМ Махіма.

Ключові слова: *бакалаври інформатики, дослідження операцій, системи комп'ютерної математики, Махіма.*

Постановка проблеми. Дослідження операцій – дисципліна, що має досить важливе методологічне значення в системі підготовки сучасного бакалавра інформатики. У ній реалізуються основні ідеї навчання математичних дисциплін на інформатичних спеціальностях – ідеї математичного моделювання процесів, обґрунтування рішень, вона стосується математичного опису реалізації інформаційних процесів опрацювання даних, що власне і є предметом комп'ютерного моделювання в інформатиці.

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. Методи та прийоми, що застосовуються, теоретично не обґрунтовуються і не аналізуються, тому їх опанування зазвичай перетворюється на ремесло [3].

Це відбувається тому, що в реальних інформаційних процесах об'єктивно складно виявити, явно та чітко охарактеризувати конкретні фундаментальні складові.

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 *інтегрувальним 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 [2].

Тому необхідним є пошук нових методичних підходів до організації навчання, що сприяли б глибокому засвоєнню і розумінню засадничих понять, правил, принципів і методів своєї дисципліни, їх взаємозв'язку з суміжними дисциплінами, а також шляхів їх використання на практиці. Перспективним напрямом видається залучення у процес навчання систем комп'ютерної математики (СКМ), за допомогою яких можна, з одного боку, автоматизувати деякі рутинні дії, зосередивши увагу студента на опануванні понять і принципів, що вивчаються, а з іншого боку, виявити міжпредметні зв'язки різних дисциплін, дослідивши, як ті чи інші фундаментальні поняття реалізуються у прикладних галузях.

Об'єкт дослідження: процес навчання бакалаврів інформатики із застосуванням СКМ.

Предмет дослідження: особливості використання СКМ Maxima у навчанні дослідження операцій

Метою дослідження є експериментальне дослідження методики використання СКМ Maxima як засобу навчання дослідження операцій бакалаврів інформатики.

Виклад основного матеріалу. *Провідною ідеєю дослідження* є положення про те, що цілеспрямована, спеціально розроблена система навчальних заходів з використанням традиційних форм та засобів навчання у поєднанні з сучасними інформаційними технологіями є передумовою успішного формування системи фахових компетентностей майбутніх бакалаврів інформатики.

Провідні ідеї дослідження відображенні у *гіпотезі*, яка ґрунтується на припущенні, що використання СКМ дасть змогу підвищити рівень фахової підготовки з дослідження операцій бакалаврів інформатики за умови запровадження спеціально розробленої методики, спрямованої на фундаменталізацію навчання [4].

З метою перевірки гіпотези дослідження було проведено педагогічний експеримент.

Метою будь-якого педагогічного експерименту є емпіричне підтвердження або спростування гіпотези дослідження, тобто обґрунтування того, що запропонований педагогічний вплив більш ефективний, ніж застосовні раніше, для цього добираються експериментальна і контрольна групи, які порівнюються між собою. Відмінність ефектів педагогічних умов буде обґрунтовано, якщо ці дві групи, які ідентичні за своїми характеристиками до початку експерименту, відрізняються після реалізації педагогічних впливів [161].

Підготовка та проведення експериментального дослідження передбачає не тільки окреслення цілей експерименту, а й формулювання завдань дослідно-експериментальної роботи.

Основними завданнями педагогічного експерименту даного дослідження є:

- виявлення вимог до інформатичної підготовки майбутнього фахівця за сучасних умов розвитку науки і техніки, інформатизації процесу навчання;
- дослідження проблеми фундаменталізації змісту навчання дослідження операцій майбутніх бакалаврів інформатики;
- виявлення засобів навчальної діяльності студентів та шляхів їх впровадження в навчальний процес;
- розроблення матеріалів, на основі яких можна було б перевірити гіпотезу дослідження;
- формувальний експеримент з проблеми дослідження та аналіз його результатів.

Дослідно-експериментальна робота щодо розробки та впровадження науково-обґрунтованої методичної системи навчання дослідження операцій з використанням СКМ у підготовці майбутніх бакалаврів інформатики проводилась як паралельний, природний педагогічний експеримент у наступні етапи: констатувальний (2010–2011 рр.), пошуковий (2011-2012 рр.), формувальний (2012–2014 рр.)

У ході етапів педагогічного експерименту здійснювалося наступне:

- підготовка педагогічного дослідження – вибір теми, визначення її актуальності та ступеня вивченості;
- розроблення програми дослідження – окреслення об'єкта та предмета дослідження, визначення мети, постановка завдань, розроблення робочої гіпотези, також визначення методів дослідження та календарний план;
- збирання емпіричних відомостей і їх кількісний та якісний аналіз;
- оформлення результатів, висновків і рекомендацій наукового дослідження;

Експериментальною базою дослідження був Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка. В експерименті брали участь студенти 1 – 4-тих курсів денної форми навчання.

На констатувальному дослідницькому етапі експерименту (2010-2011 рр.) було проведено:

- вивчення теоретичного стану досліджуваної проблеми, аналіз наукової, психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури;
- вивчення досвіду викладачів у навчанні дослідження операцій, визначення рівнів компетентностей;
- визначення умов фундаменталізації змісту навчання дослідження операцій з використанням СКМ.

При проведенні даного етапу були використані наступні методи дослідження: аналіз державних документів, навчальних планів і програм, навчально-методичної та психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження, вивчення результатів діяльності викладачів та навчально-пізнавальної діяльності студентів, спостереження за навчальним процесом, анкетування студентів та викладачів, бесіди зі студентами та викладачами, самостійна робота зі студентами.

Анкетування та бесіди проводились із студентами перших-четвертих курсів спеціальності "Інформатика" Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, та викладачами, які навчають природничо-математичних дисциплін; у анкетуванні взяли участь 150 респондентів (з них 30 – викладачів: кафедр інформатики та обчислювальної математики, інформаційних систем і технологій та математичного аналізу; 120 студентів: напрямів підготовки "Інформатика", "Комп'ютерні науки", "Математика").

За результатами констатувального експерименту виявлено наступне:

- можливості ефективного використання у навчальному процесі засобів СКМ досить широкі: організація й управління навчальним процесом, використання

- спеціалізованих професійних пакетів в процесі навчання дисциплін, в тому числі і дослідження операцій;
- недостатньо розроблене методичне забезпечення навчання дисциплін математичного та інформатичного циклу з використанням засобів СКМ;
 - викладачі не підготовлені до використання засобів СКМ у навчальному процесі;
 - у студентів 1-4 курсів недостатньо сформовані загально-галузеві, предметні інформатичні й фахові компетентності;
 - студенти не підготовлені до використання комп'ютерних технологій у навчально-пізнавальній та науково-дослідній діяльності як з обраної ними предметної галузі, так і стосовно інших галузей;
 - недостатньо реалізуються міжпредметні зв'язки;
 - низька мотивація застосування СКМ у навчальній діяльності.

Анкетування викладачів та аналіз навчальних робочих програм нормативних дисциплін показали, що у навчальному процесі ВНЗ недостатньо використовуються інформаційно-комунікаційні технології, зокрема СКМ, для фундаменталізації навчання майбутніх бакалаврів інформатики, формування фахових компетентностей. Проблемою використання у навчально-виховному процесі СКМ в процесі навчання дослідження операцій є неповною мірою розроблені методичні рекомендації до їх використання, нерозробленість практичних та лабораторних завдань із застосуванням прикладних пакетів, спрямованих на забезпечення фундаментальної підготовки.

Під терміном фундаменталізація освіти розуміють істотне підвищення теоретичного рівня освіти студентів за рахунок відповідної зміни змісту навчання дисциплін, що вивчаються, і методичних систем навчання в цілому.

У результаті даного етапу дослідження виявлено, що є системна, комплексна проблема, суттю якої є невідповідність потенційних можливостей використання засобів ІКТ, спеціалізованого програмного забезпечення для підтримання навчально-пізнавальної та науково-дослідницької діяльності, з одного боку, та рівня готовності ВНЗ до широкого використання засобів СКМ у навчальному процесі (зокрема відсутність методичного забезпечення навчального процесу на основі використання засобів СКМ), з іншого боку.

Таким чином, аналіз отриманих результатів показав необхідність створення та наукового обґрунтування комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання дослідження операцій, із значним ухилом в фундаменталізацію змісту навчання, спрямованої на формування компетентностей з інформаційно-комунікаційних технологій в процесі навчання майбутніх бакалаврів інформатики з використанням систем комп'ютерної математики.

Саме тому одним з пріоритетних напрямів дослідження були теоретичне розроблення та наукове обґрунтування шляхів фундаменталізації змісту навчання дослідження операцій майбутніх бакалаврів інформатики.

Пошуковий етап (2011–2012рр.) дисертаційного дослідження характеризувався пошуком програмних засобів, придатних для застосування в процесі навчання дослідження операцій студентів педагогічних ВНЗ в умовах фундаменталізацію навчання. З метою обґрунтованого вибору засобів навчання та розроблення відповідної методичної системи навчання у 2010-2011 н.р. була проведена бесіда з викладачами кафедри інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Розв'язування проблеми фундаменталізації навчання та формування у студентів педагогічних університетів системи фахових компетентностей вимагала особливої уваги до змісту навчання дослідження операцій. У ході експериментальної роботи за розробленою методикою та узагальненою в матеріалах навчального курсу "Дослідження операцій та теорія ігор", виявлено наступні особливості:

1) в процесі виконання лабораторних робіт з курсу перш за все необхідно ознайомити студентів з функціональними характеристиками системи Maxima;

2) курс спрямований на формування системи фахових компетентностей.

На навчання курсу "Дослідження операцій та теорія ігор" передбачено 34 год. лекцій та 34 год. лабораторних занять.

Упровадження розробленої методики та експериментальна перевірка її ефективності були виконані на *формульованому етапі* дослідження.

На *формульованому етапі* експерименту (2012-2014рр.) здійснювалось:

- уточнення цілей навчання та змісту навчальних та робочих програм з дисципліни "Дослідження операцій та теорія ігор" для підготовки фахівців ОКР "Бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика";
- розроблення окремих компонентів комп'ютерно-орієнтованої методики використання СКМ у процесі навчання дослідження операцій бакалаврів інформатики із значним розширенням і поглибленням фундаментальних основ змісту навчання;
- розробка навчально-методичного забезпечення навчально-пізнавального процесу (практичні заняття, лабораторні роботи, теоретичні та практичні завдання для модульного контролю);
- впровадження розроблених матеріалів в навчальний процес педагогічного університету, перевірка ефективності розробленої методики навчання на практиці, аналіз результатів експерименту, уточнення і коригування розроблених матеріалів.

У ході даного етапу експерименту розроблено:

- методичні настанови до лабораторних робіт з дисципліни "Дослідження операцій та теорія ігор" для студентів напряму підготовки 6.040302 "Інформатика";
- методичні настанови до самостійної роботи студентів під час вивчення дисципліни "Дослідження операцій та теорія ігор" ;
- навчально-методичні матеріали стосовно використання СКМ для розв'язування задач з теорії графів в процесі навчання дисципліни "Дослідження операцій та теорія ігор. Графові моделі розв'язування оптимізаційних задач";

Розроблені матеріали спрямовані на: формування та розвиток компетентностей майбутніх бакалаврів з ІКТ; використання СКМ у різних предметних галузях; використання отриманих знань у навчально-пізнавальній та науково-дослідній діяльності майбутніх фахівців.

Матеріали та методичні рекомендації впроваджено в роботу та практику кафедри інформатики та обчислювальної математики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Результати дослідження показали, що для фундаменталізації змісту навчання дослідження операцій майбутніх бакалаврів інформатики розроблена методика навчання є досить ефективною.

Загальна кількість учасників експериментального навчання – 309 викладачів та студентів (зокрема, 69 – викладачів, 240 – студентів).

Протягом усього періоду експериментальної роботи автор особисто брала участь у розробці, апробації та практичному впровадженні розроблених положень, займаючись навчально-методичною, науково-організаційною і викладацькою діяльністю, що полягала у навчанні змістово оновлених курсів студентів ОКР "Бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика" напряму підготовки 6.040302 "Інформатика". Для викладачів було організовано семінарські заняття на тему: "Застосування СКМ у навчанні дослідження операцій".

На *підсумковому етапі експерименту* поводилось інтегральне опрацювання даних, зіставлення результатів дослідження та їх аналіз; опис ходу і результатів дослідження на основі статистичних методів опрацювання даних; оформлення результатів.

Протягом 2007-2014 н.р. за розробленою методикою навчалися студенти Інституту фізики, математики та інформатики Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка ОКР "Бакалавр" галузі знань 0403 "Системні науки та кібернетика"

напряму підготовки 6.040302 "Інформатика" та галузі знань 0501 "Інформатика" напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки". Враховуючи спрямованість методичної системи навчання на формування фахових компетентностей студентів педагогічних університетів, результати її впровадження в інших ВНЗ враховувались, проте статистично не опрацьовувались.

В експерименті взяли участь 240 студентів: контрольна група – 112 студенти та експериментальна група – 128 студентів.

Для перевірки ефективності розробленої методики навчання було виконано порівняння навчальних досягнень студентів за рівнями підготовки за традиційною методикою та розробленою.

Контрольна та експериментальна групи формувалися наступним чином:

- до контрольної групи (КГ) входили студенти, організація навчальної діяльності яких здійснювалась за традиційною методикою;
- до експериментальної групи (ЕГ) входили студенти, організація навчальної діяльності яких здійснювалася за методикою, створеною автором.

На початку вивчення курсу "Дослідження операцій та теорія ігор" студентам була запропонована "нульова" контрольна робота для виявлення рівня їх знань систем комп'ютерної математики. Результати контрольної роботи показали, що студенти мають наступний рівень сформованості знань (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1.

Порівняння рівнів знань за отриманими балами "нульової" контрольної роботи в контрольних та експериментальних групах на початку проведення експерименту

Кількість балів	Шкала оцінювання		% студентів			
			КГ		ЕГ	
			чол.	%	чол.	%
1-34	незадовільно(низький)	F	0	25,00	0	28,13
35-39		FX	28		36	
40-67	задовільно(середній)	E	36	48,21	39	48,44
68-74		D	18		24	
75-81	добре(достатній)	C	16	23,22	18	18,75
82-89		B	10		6	
90-100	відмінно(високий)	A	4	3,57	6	4,68

У ході експерименту було забезпечено дотримання всіх вимог щодо застосування статистичних методів опрацювання результатів дослідження: випадковий характер вибірок; однорідність та незалежність вибірок.

Результати формувального етапу експерименту у контрольній та експериментальній групах, а також гістограма порівняльного розподілу навчальних досягнень студентів за результатами підсумкового екзамену з дисципліни "Дослідження операцій та теорія ігор" наведено в таблиці 2 та на рис. 2.

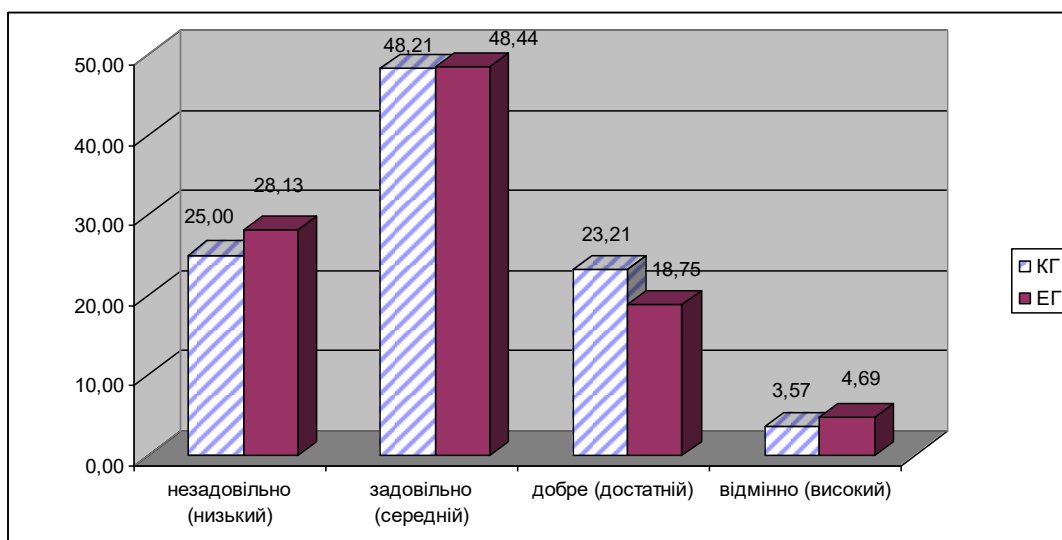


Рис. 1. Показники навчальних досягнень студентів з використання СКМ на початку проведення експерименту.

Таблиця 2.

Порівняння навчальних досягнень студентів за результатами підсумкового екзамену з курсу "Дослідження операцій та теорія ігор" після проведення експерименту

Кількість балів	Шкала оцінювання		% студентів			
			КГ		ЕГ	
			чол.	%	чол.	%
1-34	незадовільно(низький)	F	0	16,07	0	9,38
35-39		FX	18		12	
40-67	задовільно(середній)	E	50	55,36	22	40,63
68-74		D	12		30	
75-81	добре(достатній)	C	14	23,21	34	42,19
82-89		B	12		20	
90-100	відмінно(високий)	A	6	5,36	10	7,80

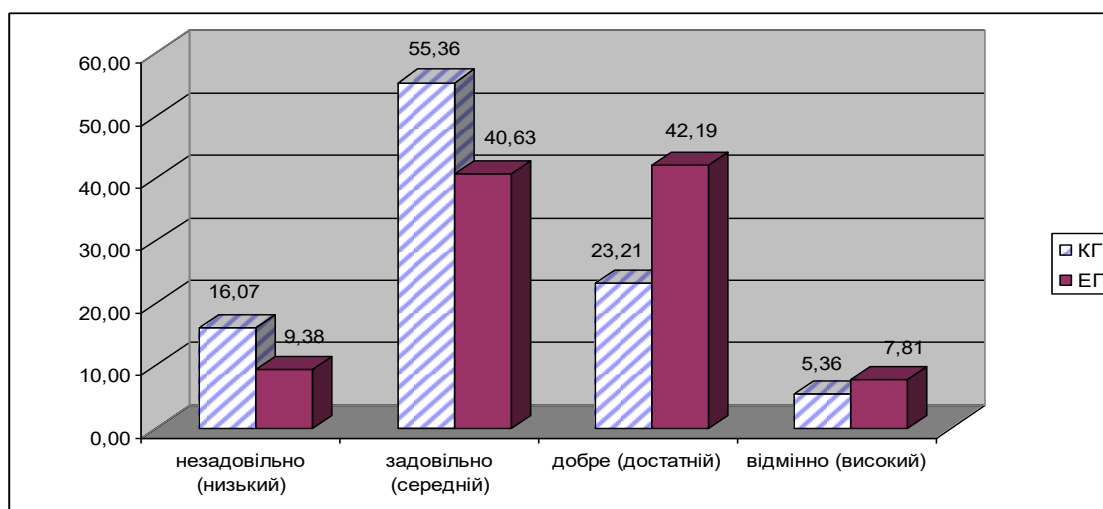


Рис. 2. Порівняння навчальних досягнень студентів за результатами підсумкового екзамену з курсу "Дослідження операцій та теорія ігор" після проведення експерименту.

Опрацювання результатів експерименту та оцінка ефективності розробленої методики здійснювалась за методами математичної статистики [1]. Задачею експерименту було виявлення відмінностей в розподілі певної ознаки (сформованості рівня знань) при порівнянні двох емпіричних розподілів згідно χ^2 -критерією Пірсона, λ -критерією Колмогорова-Смірнова [1, с. 4].

χ^2 -критерій Пірсона. В дослідженні вибірки випадкові й незалежні. Шкалою вимірювань є шкала з $C = 7$ категоріями (1-34, 35-39, 40-67, 68-74, 75-81, 82-89, 90-100), накладено дві незалежні умови. Отже, кількість степенів свободи $\nu = C - 2 = 5$.

Нульова гіпотеза H_0 : розподіли навчальних досягнень студентів контрольної ($n_1 = 56$) та експериментальної вибірки ($n_2 = 64$) однакові ($i = 0, 1, \dots, 6$).

i_1 – кількість учасників контрольної групи, які набрали i балів;

i_2 – кількість учасників експериментальної групи, які набрали i балів.

Альтернативна гіпотеза H_1 : розподіли навчальних досягнень студентів контрольної ($n_1 = 56$) та експериментальної вибірки ($n_2 = 64$) відрізняються.

Значення χ^2 обчислюється за формулою:
$$T_{експ} = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=0}^{C-1} \frac{(n_1 Q_{2i} - n_2 Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}}$$
.

Результати обчислення статистики вказаних вибірок наведені в табл. 3 та 4.

Таблиця 3.

Обчислення χ^2 для контрольної та експериментальної груп до формувального експерименту

I	Q_{1i}	Q_{2i}	S_{12i}
0 (F)	0	0	0
1 (FX)	28	36	3136,00
2 (E)	36	38	1674,38
3 (D)	18	24	3510,86
4 (C)	16	18	30,12
5 (B)	10	6	23104,00
6 (A)	4	6	2560,00
T			2,372723

З таблиці значень χ^2 для рівня значущості $\alpha=0,05$ і кількості степенів свободи $\nu = C - 2 = 5$ визначаємо критичне значення статистики $T_{крит} = 11,07$.

Оскільки отримане значення $T_{експ} < T_{крит}$ ($2,372723 < 11,07$), тобто не попадає до критичної області $[\chi^2, +\infty]$, то це свідчить про те, що на початку експерименту контрольна та експериментальні групи суттєво не відрізняються за успішністю.

Таблиця 4.

Обчислення χ^2 для контрольної та експериментальної груп після формувального експерименту з курсу "Дослідження операцій та теорія ігор"

I	Q_{1i}	Q_{2i}	S_{12i}
0 (F)	0	0	0
1 (FX)	18	12	30720,00
2 (E)	50	22	215168,00
3 (D)	12	30	79213,71
4 (C)	14	34	84672,00
5 (B)	12	20	15488,00
6 (A)	6	10	7744,00
T			30,20408

Обчислення критерію χ^2 для експериментальної та контрольної вибірки після проведення формуального експерименту показало, що $T_{експ} > T_{крит}$ ($30,20408 > 11,07$). Це є підставою для відхилення нульової гіпотези. Прийняття альтернативної гіпотези дозволяє стверджувати, що ці вибірки мають статистично значущі відмінності, тобто експериментальна методика є більш ефективною, ніж традиційна.

λ -критерій Колмогорова-Смирнова. Для підтвердження отриманих результатів розподілу χ^2 виконаємо перевірку отриманих під час формуального експерименту вибірок за λ -критерієм Колмогорова-Смирнова. Цей критерій є непараметричним і застосовується за наступних умов:

- вибірки випадкові та незалежні;
- вибірки впорядковані за зростанням або спаданням.

Наведені умови виконуються для отриманих вибірок, тому застосування λ -критерію для оцінювання відхилення розподілу в експериментальних групах від розподілу в контрольних групах є можливим. Позначимо:

$F(x)$ – невідома функція розподілу ймовірностей рівня засвоєних знань студентів в контрольних групах;

$G(x)$ – невідома функція розподілу ймовірностей рівня засвоєних знань студентів в експериментальних групах.

Нульова гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$

Альтернативна гіпотеза $H_1 : F(x) \neq G(x)$

Коли гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$ справджується, відхилення

$$D = \sup_x |G(x) - F(x)|$$

мале, а коли гіпотеза H_0 не справджується, це відхилення велике.

Результати опрацювання експериментальних даних наведені в таблиці 4.6, з якої отримуємо $D = 0,683$.

$$\text{Емпіричне значення критерію } \lambda_{емп} = D \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = 0,683 \cdot \sqrt{\frac{112 \cdot 128}{112 + 128}} \approx 5,27$$

Враховуючи, що $\alpha = 0,05$ за таблицею визначаємо критичне значення параметра: $\lambda_{кр}(0,05) = 1,36$.

Таблиця 5.

Обчислення значення параметра λ за критерієм Колмогорова

Бали	Абсолютна частота		Накопичена частота		Відносна накопичена частота		D
	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	
0 (F)	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000
1 (FX)	18	12	18	6	0,321	0,094	0,228
2 (E)	50	22	68	34	1,214	0,531	0,683
3 (D)	12	30	80	64	1,429	1,000	0,429
4 (C)	14	34	94	98	1,679	1,531	0,147
5 (B)	12	20	106	118	1,893	1,844	0,049
6 (A)	6	10	112	128	2,000	2,000	0,000

Отримаємо $\lambda_{емп} = 5,27 > 1,36 = \lambda_{кр}$, тобто у відповідності з λ -критерієм Колмогорова-Смирнова нульова гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$ відхиляється, а приймається альтернативна гіпотеза $H_1 : F(x) \neq G(x)$. Це означає, що існують суттєві відмінності між рівнями засвоєних знань студентами, які навчалися за традиційною методикою та експериментальною. Таким чином, студенти, які навчалися в експериментальних групах, наприкінці навчання мали вищі

рівні знань з курсу "Дослідження операцій та теорія ігор". На рис.3 наведено графічне подання функцій $F(x)$ та $G(x)$.

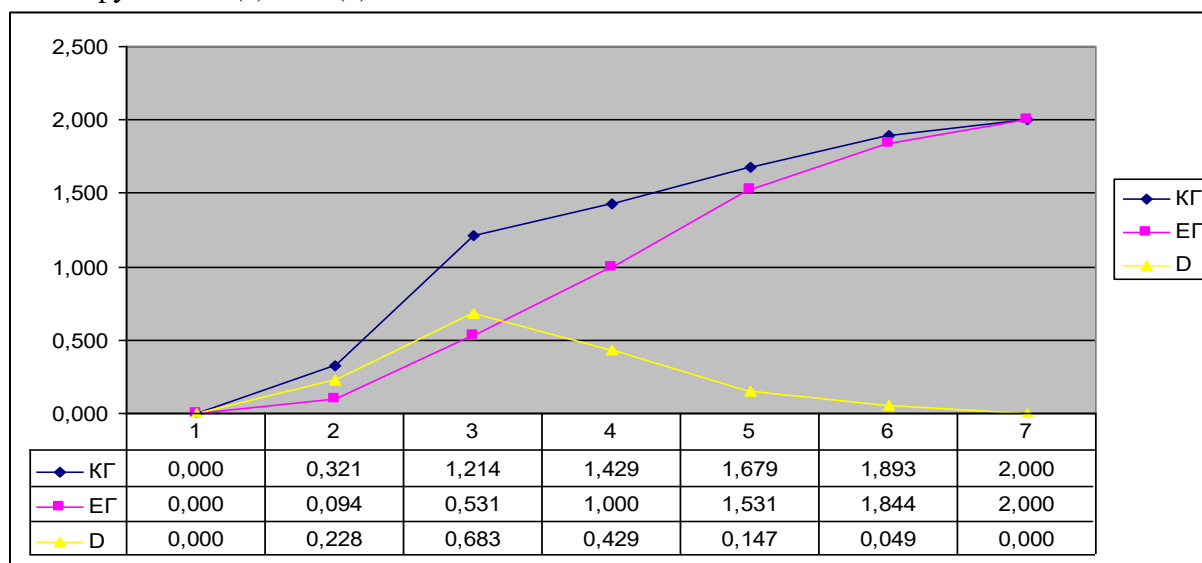


Рис. 3. Графіки функцій розподілу ймовірностей рівня засвоєних знань студентів.

Враховуючи, що в експериментальних групах підготовка студентів здійснювалось за розробленою методичною системою, можна припустити, що саме це і сприяло досягненню більш високих результатів. Отже, можна говорити про експериментальне підтвердження висунутої гіпотези.

Підводячи підсумок, приходимо до висновку, що педагогічний експеримент підтвердив гіпотезу дослідження. Аналіз його результатів свідчить про підвищення рівня сформованості фахових компетентностей при використанні розробленої методичної системи, а, отже, і про її ефективність.

Висновки. Експериментальна робота з дослідження педагогічної ефективності пропонованої методики навчання дослідження операцій студентів педагогічних навчальних закладів з використанням СКМ проводилася у три етапи, спрямованих на виявлення теоретичних основ фундаменталізації змісту навчання та експериментальну перевірку розробленої методичної системи навчання.

Аналіз результатів констатувального етапу експерименту показав, що є системна, комплексна проблема, суттю якої є невідповідність між потенціальними можливостями використання засобів ІКТ, спеціалізованого програмного забезпечення для підтримування навчально-пізнавальної діяльності та наукових досліджень студентів і викладачів, з одного боку, та рівня готовності ВНЗ до широкого використання засобів ІКТ (зокрема СКМ) у навчальному процесі (відсутність відповідного методичного забезпечення навчального процесу, матеріально-технічної бази, готовності викладачів), з іншого боку.

На другому етапі дослідження навчання відбувалося на основі запропонованої методики використанням СКМ як засобу навчання дослідження операцій, спрямованого на фундаменталізацію, були розроблені її основні компоненти: цільовий, змістовий і технологічний, форми і методи, результат.

Аналіз результатів формуального етапу педагогічного експерименту показав, що рівень навчальних досягнень студентів в експериментальних групах має статистично значущі відмінності від рівня навчальних досягнень студентів в контрольних групах, що свідчить про підвищення показників, зумовлені використанням пропонованої методики навчання дослідження операцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Е. В. Сидоренко. – С.-Пб.: Речь, 2003. – 350 с.

2. Шишкіна М. П. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у сучасному високотехнологічному середовищі / М. П. Шишкіна, У. П. Когут // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – № 15. – Херсон: ХДУ. – С. 310-318.
3. Шишкіна М. П. Методичні аспекти використання системи Maxima при підготовці бакалаврів інформатики / М. П. Шишкіна, У. П. Когут // Інформаційні технології в освіті: Зб. наук. пр. – Вип. 20. – Херсон: ХДУ. – 2014 – С.74-83.
4. Шишкіна М. П. Формування фахових компетентностей бакалаврів інформатики у хмаро орієнтованому середовищі педагогічного університету / М. П. Шишкіна, У. П. Когут, І. А. Безвербний// Проблеми підготовки сучасного вчителя: Зб. наук. пр. УДПУ ім. П.Тичини. – Умань : ПП Жовтий О.О. – 2014. № 9(2). – С136-146. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ppsv_2014_9\(2\)__21.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ppsv_2014_9(2)__21.pdf).

Стаття надійшла до редакції 29.09.15

Ulyana Kogut

Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAPS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

EXPERIMENTAL STUDY OF THE SYSTEM MAXIMA EFFICIENCY AS A TOOL FOR OPERATIONS RESEARCH TRAINING OF COMPUTER SCIENCE BACHELORS

In the emerging information society, the role of training highly skilled professionals who are capable of productive activity in this society. Therefore, an important task is to develop ICT competencies that would provide an opportunity to resolve personal and professional tasks in conditions of intensive development of modern technologies. Training Operations Research needs special attention, for combining both fundamental concepts and principles of various informatychnyh disciplines and applied models and algorithms for their application.

Characteristics of modern information and communication technologies is an essential condition for the capture of all education, including informatychnymy, disciplines, forming a scientific outlook, holistic scientific world. Therefore there is the need to identify ways of using ICT in teaching computer science bachelors operations research in the pedagogical universities, modernizing the learning environment based on trends of science and technology, improving methodical system of education, particularly through the use of computer mathematics as a means of education.

This article analyzes the experimental study of the effectiveness of using the system Maxima in learning computer science bachelors operations research. The article outlines the directions pedagogical use of computer mathematics (СКМ) when studying operations research and identify methodological aspects of these systems in teaching this course as an example SCM Maxima.

Keywords: bachelor of computer science, informatics disciplines, computer mathematics system, Maxima.

Когут У.П.

Институт информационных технологий и средств обучения НАПН Украины, Киев, Украина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ МАХИМА КАК СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАТИКИ

В условиях информационного общества возрастает роль подготовки высококвалифицированных специалистов, которые способны к продуктивной деятельности в этом обществе. Поэтому актуальной задачей является формирование ИКТ-компетентности, что обеспечивало бы возможность решать личные и профессиональные задачи в условиях интенсивного развития современных технологий. Обучение исследования операций требует особого внимания, так как сочетает в себе как фундаментальные понятия и принципы

различных информатических дисциплин, так и прикладные модели и алгоритмы их применения.

Владение современными информационно-коммуникационными технологиями является существенным условием овладения всеми учебными, в частности информатическим, дисциплинами, формирования научного мировоззрения, целостной картины мира. Поэтому возникает необходимость определения путей использования ИКТ в процессе обучения исследователя операций бакалавров информатики в педагогическом вузе, осовременивание среды обучения с учетом тенденций развития науки и техники, совершенствование методических систем обучения, в частности, путем использования систем компьютерной математики как средства обучения.

Статья посвящена анализу экспериментального исследования эффективности использования системы Maxima в процессе обучения исследователя операций бакалавров информатики. В статье определены направления педагогического использования систем компьютерной математики (СКМ) при изучении исследователя операций и выявление методических аспектов применения этих систем в процессе преподавания данного курса на примере СКМ Maxima.

Ключевые слова: бакалавры информатики, исследования операций, системы компьютерной математики, Maxima.