

ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТІВ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Анотація. У даній статті проаналізовано особливості забезпечення фахової підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики. Виділено основні навички, вміння і здатності студента, якими він повинен оволодіти для використання в освітньому процесі сучасних інформаційних технологій навчання. Обґрунтовано та охарактеризовано основні методологічні підходи і відображено практичний досвід формування у майбутнього вчителя фізико-математичних спеціальностей професійної компетентності та ролі в цьому пакетів прикладних програм під час вивчення математичних дисциплін у педагогічних закладах вищої освіти (на прикладі вивчення навчальних дисциплін «аналітична геометрія», «конструктивна геометрія», «основи геометрії», «чисельні методи», «методи оптимізації і дослідження операцій», «математичне програмування», «математичне і комп'ютерне моделювання», «комп'ютерне моделювання в математиці»). Вказано та обґрунтовано переваги і можливості наявного безкоштовного програмного забезпечення. Особлива увага приділяється таким програмним продуктам як 3D Grapher, GeoGebra, Maxima. Наведено приклади дослідження математичних моделей та візуалізації побудови динамічних рисунків, виконаних у програмах 3D Grapher, Advanced Grapher, Geogebra, на лекційних, практичних і лабораторних заняттях із вказаних дисциплін. За допомогою системи комп'ютерної алгебри Maxima та інструментів табличного процесора Microsoft Excel наведено приклади реалізації математичних моделей різних оптимізаційних задач та дослідження отриманих розв'язків за допомогою їх комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: майбутні вчителі фізико-математичних спеціальностей, математичні дисципліни, пакети прикладних програм.

Abstract. In this article the peculiarities of provision of professional training of future teachers of mathematics, physics and computer science are analyzed. The basic skills, abilities and abilities of the student, which he must master for use in educational process of modern information technologies of training, are allocated. The basic methodological approaches are substantiated and characterized and the practical experience of formation of the future teacher of physical and mathematical specialties of professional competence and role in this packages of applied programs during studying of mathematical disciplines in pedagogical institutions of higher education is reflected (for example, the study of academic disciplines "analytical geometry", "constructive geometry", "the basis of geometry", "numerical methods", "methods of optimization and research operations", "mathematical programming", "mathematical and computer modeling", "comp Computer simulation in mathematics"). The advantages and possibilities of available free software are indicated and grounded. Particular attention is paid to software products such as 3D Grapher, GeoGebra, Maxima. Examples of the study of mathematical models and visualization of the construction of dynamic drawings made in the programs 3D Grapher, Advanced Grapher, Geogebra, in lecture, practical and laboratory lesson of the indicated disciplines are given. Using the Maxima computer algebra system and the Microsoft Excel table processor tools, examples of the implementation of mathematical models of various optimization tasks and the study of solutions obtained through their computer simulation are given.

Keywords: future teachers of physical and mathematical specialties, mathematical disciplines, packages of applied programs.

Постановка проблеми. Нині заклади вищої освіти в Україні здобули широкі повноваження щодо принципів своєї діяльності. Згідно Закону України «Про вищу освіту», вони отримали права, що становлять зміст їх автономії та самоврядування, зокрема, «розробляти та реалізовувати освітні (наукові) програми в межах ліцензованої спеціальності; ... самостійно розробляти та запроваджувати власні програми освітньої, мистецької, наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності; самостійно запроваджувати спеціалізації, визначати їх зміст і програми навчальних дисциплін» тощо [1]. Тому науково-педагогічні працівники закладів вищої освіти мають можливість самостійно визначати пріоритети в науковій, навчальній і дослідницькій діяльності, обирати

оптимальні програмні засоби, розробляти та впроваджувати в освітній процес інноваційні технології й методики в рамках затверджених навчальних планів підготовки фахівців.

На рівні предметних областей «Математика» і «Фізика» актуальним залишається питання як фундаментальної та природничо-наукової, так і професійної та практичної підготовки майбутніх учителів. Постійно оновлюються зміст освіти та організація навчально-виховного процесу відповідно до основних засад культурологічного, компетентнісного, синергетичного, системного, особистісно орієнтованого та інших підходів дослідження педагогічних явищ. Із приєднанням України до Болонського процесу та проекту Тюнінг (Гармонізація Освітніх Структур в Європі) відбувається прискорений, випереджальний інноваційний розвиток освіти відповідно до демократичних цінностей, сучасних науково-технічних досягнень, а також створюються умови для розвитку, самоствердження та самореалізації особистості протягом життя.

Аналіз попередніх досліджень засвідчує, що в Україні проблемам і перспективам підготовки вчителів математики присвячені науково-методичні дослідження І. Акуленко, В. Бевз, Г. Бевза, М. Бурди, О. Дубинчук, А. Кузьмінського, Ю. Мальованого, А. Мордковича, Г. Михаліна, О. Скафи, З. Сlepкань, С. Скворцової, Н. Тарасенкової, О. Чашечнікової, В. Швеця та ін. Питання професійної підготовки майбутніх учителів математики відображені в працях В. Моторіної, В. Нічишиної, С. Семенця, Н. Ніколайчук, М. Ковтонюк та інші.

Також науковці, зокрема А. Воевода, В. Жукова, О. Матяш, С. Раков, розглядали підготовку майбутніх учителів математики на основі формування відповідних компетентностей майбутніх фахівців. Теоретичні й методичні засади їхньої підготовки з використанням інформаційних технологій розглядали М. Бубнова, Н. Кириленко, О. Співаковський, О. Соя та інші. Підготовка майбутніх учителів математики на основі забезпечення принципу наступності навчання описана в працях К. Гнезділової, Л. Тютюн. Формування готовності майбутніх учителів математики до роботи в школі досліджували Ю. Ботузова, С. Карплюк, Г. Ковтонюк, О. Панішева, Л. Радзіховська [2, с. 27-28].

Аналіз наявних наукових надбань свідчить про те, що питання підготовки майбутніх учителів математики нині не втрачає своєї актуальності. Водночас, в умовах трансформації вітчизняної освіти до європейських стандартів маємо звернути особливу увагу на теоретичні аспекти (формування відповідних компетентностей), практичну складову освітнього процесу в педагогічних закладах вищої освіти з використанням сучасних інформаційних технологій та професійно-орієнтовані результати навчання здобувачів вищої освіти у процесі професійної підготовки студентів фізико-математичних спеціальностей.

Метою статті є обґрунтування основних методологічних підходів та відображення практичного досвіду формування у майбутніх учителів фізико-математичних спеціальностей професійної компетентності та ролі в цьому пакетів прикладних програм (ППП) під час вивчення математичних дисциплін у педагогічних закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Необхідність забезпечення фахової підготовки майбутніх учителів математики, фізики та інформатики вимагає вдумливого ставлення до рівня математичної підготовки студентів та їхнього вміння використовувати PPP у майбутній професійній діяльності.

Технологічний компонент у процесі професійної підготовки студентів фізико-математичних спеціальностей передбачає можливість використання в освітньому процесі сучасних технологій навчання і необхідність оволодіння студентами відповідними знаннями та уміннями роботи з ними:

- уміння поєднувати традиційні і сучасні технології навчання у процесі навчально-пізнавальної діяльності;
- уміння самостійно працювати з різноманітними інформаційними джерелами, зокрема з підручником, посібником, довідником, конспектом (розуміти прочитане, систематизувати матеріал, конспектувати, робити тези, опорні схеми, таблиці тощо) та Інтернет-ресурсами (пошук, сприйняття, розуміння, відбір, аналіз, опрацювання, організація і представлення, збереження і передавання інформації);
- знання технологій роботи з програмним забезпеченням загального призначення (сучасними пакетами математичних програм, текстовими і графічними редакторами, електронними таблицями для опрацювання числових даних, базами даних, програмами створення презентацій, електронними підручниками і посібниками; електронними бібліотеками, Інтернет-технологіями тощо);
- знання алгоритмів, методів, прийомів і способів ефективного розв'язання математичних задач за допомогою комп'ютера (володіння навичками алгоритмізації, усвідомлення комп'ютера як універсального виконавця математичних задач);
- уміння користуватися електронними засобами зв'язку (знання способів передавання інформації на відстані, використання електронної пошти, функціонування комп'ютерних мереж тощо).

Виділені нами складові технологічного компонента професійної підготовки майбутніх учителів фізико-математичних спеціальностей формуються на основі їхньої предметної та інформатичної компетентностей.

Електронний спосіб отримання навчальної інформації для сучасного покоління студентів є звичною нормою організації їхньої навчальної діяльності. E-learning, на нашу думку, є одним з тих можливих

інструментів, що надає практично необмежені можливості розміщення, зберігання, регенерації, обробки й доставки інформації будь-якого обсягу й змісту на будь-які відстані. Вказані процеси є надзвичайно важливими для нинішнього здобувача вищої освіти за умов стрімких змін в освітньому середовищі.

Електронне навчання дозволяє поєднувати різні засоби, форми й методи взаємодії викладача зі студентами, передбачає мобільність майбутніх учителів математики, фізики та інформатики в навчанні, забезпечує реалізацію принципів індивідуалізації, свідомості й активності, візуалізації, доступності навчання, набуття компетенцій щодо використання програмних засобів для вирішення професійних задач. Створення електронних освітніх ресурсів з активним використанням сучасних можливостей інноваційних технологій стимулює самостійну навчально-пізнавальну діяльність студентів, забезпечує перехід до самоосвіти та дистанційного навчання, активізує використання пошукових та дослідницьких методів у закладах вищої освіти.

Із усього різноманіття педагогічних застосувань інформаційних технологій на основі сучасної електронної техніки особливо необхідно наголосити на розробці та використанні ППП. У процесі професійної підготовки студентів фізико-математичних спеціальностей реалізацію ППП здійснюємо на основі використання прикладних інформаційних систем типу Geogebra, Advanced Grapher 2.2, 3D Grapher, Maxima, SMath Studio, OpenOffice Calc, Photomath тощо.

Можливості й особливості використання сучасних інформаційних технологій, зокрема вільного програмного забезпечення, досліджуємо та аналізуємо в процесі вивчення «аналітичної геометрії», «конструктивної геометрії», «основ геометрії», «чисельних методів», «методів оптимізації і дослідження операцій», «математичного програмування», «математичного і комп'ютерного моделювання», «комп'ютерного моделювання в математиці», а також досліджуємо їх роль у професійній підготовці майбутніх учителів математики, інформатики і фізики.

Для дослідження математичних моделей та візуалізації побудови рисунків на лекційних, практичних і лабораторних заняттях із вказаних дисциплін використовуємо динамічні рисунки виконані в програмах 3D Grapher, Advanced Grapher, у середовищі професійного математичного пакету інтерактивної геометрії Geogebra. Комп'ютерні презентації можна створювати і використовувати для: показу на стінному екрані для студентів певної аудиторії; індивідуального перегляду на комп'ютері; занять із безпосередньою участю викладача, так і без його участі, що відкриває нові можливості для самоосвіти та дистанційного навчання [3].

За допомогою системи комп'ютерної алгебри Maxima та інструментами табличного процесора Microsoft Excel моделюємо та реалізовуємо алгоритми розв'язання різних класів математичних задач.

GeoGebra – це динамічне програмне забезпечення для математики, яке поєднує в собі алгебру, геометрію та арифметику. З одного боку, GeoGebra – динамічна геометрична система. В ній можна досить легко виконувати різноманітні побудови за допомогою точок, векторів, прямих, дуг тощо. З іншого боку, координати та рівняння об'єктів можуть бути введені безпосередньо, тобто існує безпосередній зв'язок алгебри з геометрією.

Пакет динамічної математики GeoGebra сприяє створенню нових навчальних матеріалів для учнів, студентів, вчителів та викладачів з метою підтримки процесу викладання та навчання математики, природничих наук і техніки в усьому світі [4].

Як показує досвід, досить ефективним є використання динамічних рисунків у вивченні розділів «Розв'язування задач на побудову за допомогою циркуля та лінійки», «Проективна геометрія» навчальної дисципліни «конструктивна геометрія» (рис. 1, 2). Адже з'являється можливість використання засобів інформаційних технологій для вирішення широкого кола дослідницьких, навчальних і позанавчальних практичних завдань.

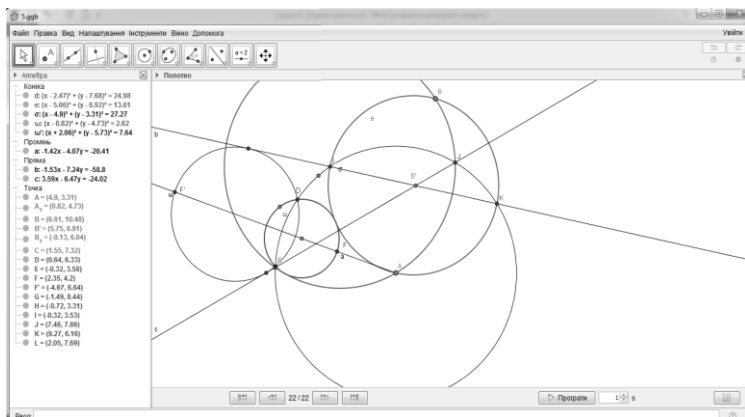


Рис. 1. Розв'язування задачі на побудову методом інверсії в Geogebra

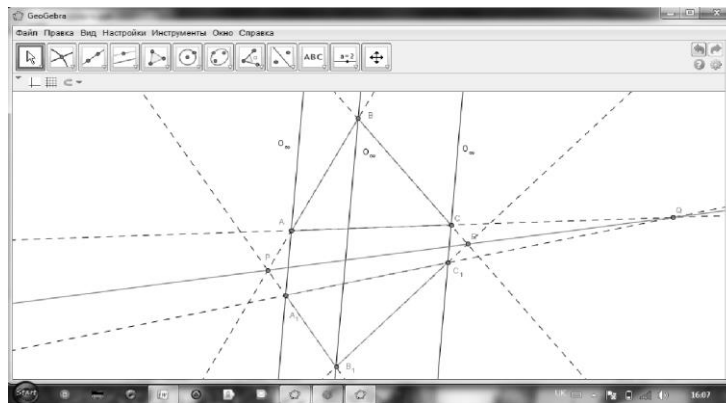


Рис. 2. Частинний випадок теореми Дезарга в GeoGebra

Однією зі значних переваг програми GeoGebra є можливість покрокового відображення ходу побудови фігур. Тобто є можливість анімовано змінювати координати точок, тоді фігура ніби оживає на моніторі, змінюючи своє зображення внаслідок зміни координат опорних точок. Крім того, динамічний рисунок надає можливість продемонструвати не лише кроки побудови як анімацію, а й одразу провести дослідження щодо існування розв'язків та їх кількості, залежно від результату впливу на зміну тих чи інших параметрів та стан чи поведінку об'єкта. Змінюючи на рисунку початкове положення окремо кожної, наприклад з точок, кола чи прямої, бачимо як змінюватиметься розташування допоміжних, а, отже, і шуканих фігур. Такі рисунки сприяють розвитку просторової уяви, просторового, логічного, дослідницького та творчого мислення, просторового бачення студента, спонукають його до міркувань щодо конструктивних властивостей заданих і шуканих фігур, які він успішно використовує під час розв'язування наступних задач.

За допомогою програми GeoGebra студенти також можуть самостійно будувати будь-яке геометричне тіло, досліджувати його властивості залежно від зміни параметрів, а також отримувати його розгортку на площині (рис. 3).

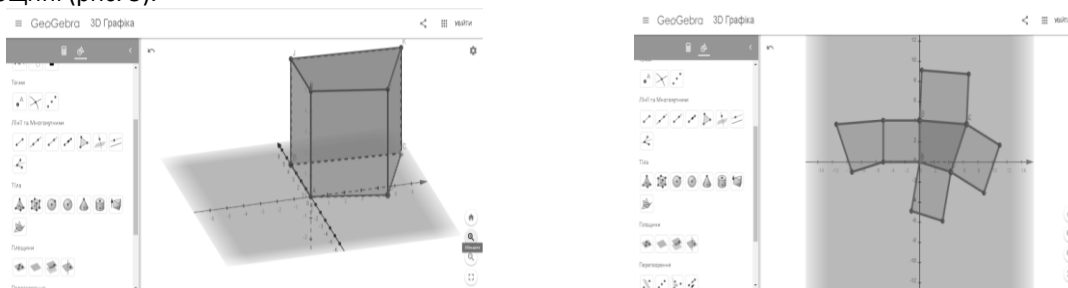


Рис. 3. Побудова призми та її розгортки в GeoGebra

Досить ефективним у вивченні «аналітичної геометрії» є використання динамічних рисунків до тем «Метод перерізів вивчення форми поверхні 2-го порядку», «Перетин поверхні 2-го порядку з площиною», «Поверхні обертання», «Циліндричні і конічні поверхні», «Канонічні рівняння поверхонь другого порядку: еліпсоїд, гіперболоїди і параболоїди» виконаних в програмі 3D Grapher (рис. 4).

Дана програма дозволяє швидко побудувати зображення поверхонь другого порядку та легко представити їх у зручному для пояснення вигляді, а це, в свою чергу, допомагає дослідженню властивостей і форми поверхонь, побудові їх зображення, подальшому самостійному дослідженню поверхонь, тобто сприяє кращому засвоєнню даного теоретичного матеріалу.

Сучасний розвиток математичного інструментарію привів до активного застосування математичного апарату для дослідження різноманітних процесів або явищ. Натурний експеримент, тобто дослідження об'єкта в певних умовах із використанням самого об'єкта, у багатьох випадках є неможливим або недоцільним. Тому більшість прикладних задач, розв'язок яких містить числову інформацію, зводяться до математичних, що розв'язуються різноманітними обчислювальними методами шляхом побудови відповідних математичних моделей, що зберігають істотні риси оригіналу.

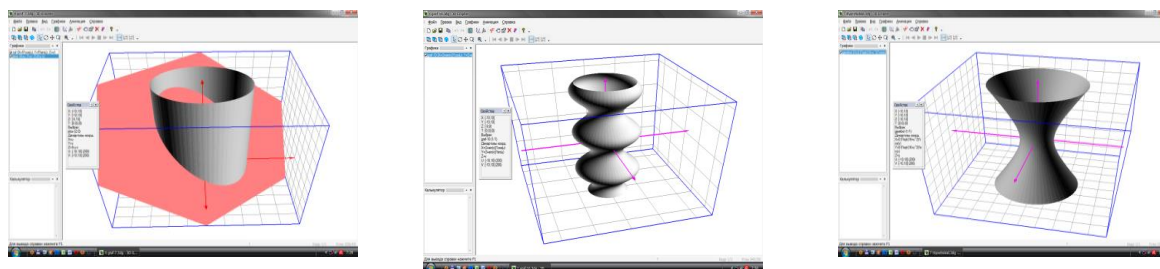


Рис. 4. Побудова перерізів і тіл обертання в 3D Grapher

Ефективним є використання ППП під час розв'язування прикладних задач, пов'язаних з оптимальним плануванням, організацією та управлінням у різноманітних сферах людської життєдіяльності, зокрема в процесі вивчення розділу «Задача лінійного програмування» (ЗЛП) навчальної дисципліни «математичне і комп'ютерне моделювання».

Постановка задачі: знайти максимальне значення лінійної функції $z(x) = 15x_1 - 14x_2 + x_3 + x_4 - 3x_5$ за обмежень:

$$\begin{cases} 2x_1 - 5x_2 + 2x_3 - 4x_4 + 4x_5 = 4, \\ -2x_1 + 8x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 5, \\ -x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 = 6, \\ x_j \geq 0, (j = 1, 2, \dots, 5). \end{cases}$$

Розглянемо технологію розв'язування цієї задачі за допомогою Махіма – системи обробки символічних і числових виразів, що володіє інструментарієм для диференціювання, інтегрування, розкладу в ряд Тейлора, розв'язування звичайних диференціальних рівнянь, систем лінійних алгебричних рівнянь, многочленів, виконання дій над множинами, списками, векторами, матрицями й тензорами тощо. За допомогою Махіма можна побудувати графіки функцій і даних у двох та трьох вимірах. Програмний засіб поширюється під ліцензією GPL і доступний користувачам Windows, Linux, Mac OS X [5].

Реалізація поставленої задачі за допомогою системи комп'ютерної алгебри Махіма подана на рисунку (рис. 5). Тобто Махіма дає можливість розв'язати ЗЛП не вдаючись у тонкощі програмування.

```
(%i1) load("simplex")$
(%i2) maximize_lp(15*x1-14*x2+x3+x4+3*x5, [2*x1-5*x2+2*x3-4*x4+4*x5=4,
-2*x1+8*x2+x3+x4+x5=5, -x1+4*x2+x3+2*x4=6]),
nonnegative_lp=true;
(%o2) [ 683 / 3, [x5=0, x4= 7 / 3, x3=0, x2= 16 / 3, x1=20] ]
(%i3) minimize_lp(15*x1+14*x2+x3+x4+3*x5, [2*x1-5*x2+2*x3-4*x4+4*x5=4,
-2*x1+8*x2+x3+x4+x5=5, -x1+4*x2+x3+2*x4=6]),
nonnegative_lp=true;
(%o3) [ 5, [x5=0, x4=1, x3=4, x2=0, x1=0] ]
```

Рис. 5. Розв'язання задачі лінійного програмування в Махіма

Проведення оптимізаційного моделювання ЗЛП у середовищі електронних таблиць Microsoft Excel відбувається із застосуванням вбудованого стандартного інструментального засобу – спеціалізованої програмної надбудови-обчислювача «Пошук розв'язку», що знаходить значення цільової функції багаторазово змінюючи значення змінних на малу величину (рис. 6).

Зміною перемикача дій, що необхідно виконати над цільовою функцією, розв'язується задача на знаходження мінімального значення.

Також серед особливостей комп'ютерного моделювання будь-яких задач в Microsoft Excel варто виокремити динамічність процесу: зміни, внесені в комірки умови задачі, одразу ж впливають на підсумковий результат із відповідним відображенням аналітичного і графічного подання інформації.

	f _x = СУММПРОИЗВ(B2:F2;B3:F3)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	x* =								ЦФ	
3	c _j =	15	-14	1	1	-3			z(x) =	0
4										
5							b _i		b _i	
6		2	-5	2	-4	4	4			
7	a _{ij} =	-2	8	1	1	1	5			
8		-1	4	1	2	0	6			
9										

	f _x = СУММПРОИЗВ(B2:F2;B3:F3)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	x* =	20	5,33	0	2,33	0			ЦФ	
3	c _j =	15	-14	1	1	-3			z(x) =	227,7
4										
5							b _i		b _i	
6		2	-5	2	-4	4	4		4	
7	a _{ij} =	-2	8	1	1	1	5		5	
8		-1	4	1	2	0	6		6	
9										

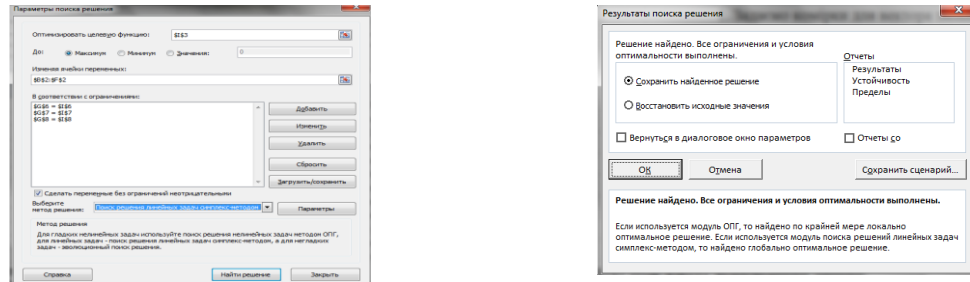


Рис. 6. Розв'язання задачі лінійного програмування в Microsoft Excel

Таким чином, використання ППП дає можливість значно полегшити громіздкі обчислення, швидко отримати розв'язок ЗЛП, розвиває інформатичну компетентність, проте не дозволяє відпрацювати практичні навички розв'язування цієї задачі.

ЗЛП із n змінними, система обмежень якої містить m лінійно незалежних рівнянь (нерівностей), розв'язується ще й графічним методом. Причому n і m повинні задовольняти умову $n - m = 2$. Постановка запропонованої задачі задовольняє ці умови, тому її можна звести до задачі з однорідними обмеженнями у вигляді нерівностей методом повного виключення Гауса. Отримаємо еквівалентну ЗЛП з двома змінними x_1, x_2 : знайти максимальне значення лінійної функції $z(x) = 5x_1 - 2x_2 + 5$ за обмежень:

$$\begin{cases} -2x_1 + \frac{29}{4}x_2 \leq 1, \\ -3x_1 + \frac{45}{4}x_2 \leq 0, \\ 3x_1 - \frac{21}{2}x_2 \leq 4, \\ x_j \geq 0, (j = 1, 2). \end{cases}$$

На рис. 7 показано розв'язання цієї задачі за класичним алгоритмом графічного методу розв'язування ЗЛП, який зручно реалізувати засобами програми Geogebra.

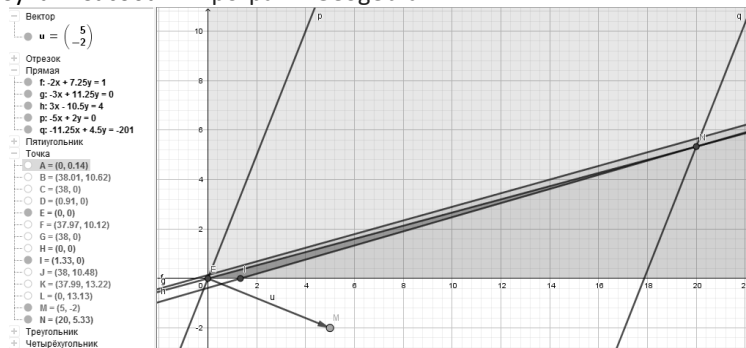


Рис. 7. Розв'язання задачі лінійного програмування в Geogebra

Щоб розв'язати ЗЛП графічним методом у системі комп'ютерної алгебри Maxima спочатку необхідно завантажити пакет побудови графіків функцій, заданих неявно, за допомогою команди `load(implicit_plot)`. Потім побудувати графіки цільової функції та кожного з рівнянь граничних прямих. Висновки щодо знаходження оптимального розв'язку потрібно робити, опираючись на знання теоретичного матеріалу щодо геометричної інтерпретації цієї задачі.

Під час розв'язування багатьох задач науково-технічного характеру результати спостережень представлені у вигляді таблиці чи графіка і тоді потрібно визначити вигляд функціональної залежності кількісних ознак для подальшої обробки експериментальних даних. Таким чином, виникає задача апроксимації, математична і комп'ютерна модель розв'язування якої за допомогою Microsoft Excel подана на рис. 8.

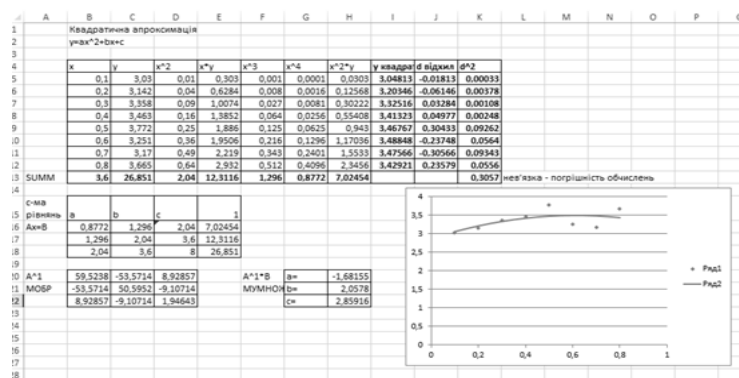


Рис. 8. Реалізація квадратичної апроксимації функції в Microsoft Excel

Запропоновані алгоритми використовуються нами в професійній підготовці студентів фізико-математичних спеціальностей, оскільки використання ППП надає широкі можливості щодо реалізації математичних моделей різних оптимізаційних задач та дослідження отриманих розв'язків за допомогою їх комп'ютерного моделювання.

Висновки. Наші дослідження показали, що використання педагогічного програмного забезпечення не лише підсилює мотивацію вивчення математичних дисциплін, а й дає можливість: реалізовувати візуалізацію, індивідуалізацію та диференціацію процесу навчання; продовжити формувати у студентів графічну культуру; залучати студентів до дослідницької діяльності та самоосвіти; самостійно виконувати студенту підготовку до лекційних, практичних і лабораторних занять; здійснювати самоконтроль та самокорекцію набутих знань, умінь і навичок; здійснювати тренування і тестування в процесі засвоєння того чи іншого матеріалу та самопідготовки тощо. Таким чином, вивчення математичних дисциплін із використанням пакетів прикладних програм сприяє ефективній професійній підготовці майбутніх учителів фізико-математичних спеціальностей. У цій статті ми показали практичні можливості реалізації математичних моделей лише в декількох системах комп'ютерної математики. Існують й інші пакети прикладних програм, тому питання комп'ютерного моделювання математичних задач у різних інформаційних середовищах залишається актуальним.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/page3>.
2. Соя О.М. Формування культури самостійної роботи майбутніх учителів математики засобами інноваційних технологій: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Соя Юлена Миколаївна. – Вінниця, 2016. – 290 с.
3. Тютюн Л. А. Формування інструментальної компетентності як різновиду професійної в процесі фахової підготовки майбутніх учителів математики / Л.А. Тютюн // Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки». – №16. – Черкаси: ЧНУ, 2017. – С. 84-92.
4. GeoGebra. Загальна інформація [Електронний ресурс] / В.В. Пікалова. – Сайт кафедри інформатики Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. – Режим доступу: <http://kafinfo.org.ua/geogebra>.
5. <http://maxima.sourceforge.net>.