

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>



Ковальов Л.Є., Лещенко С.В., Медведєва М.О., Ненька Р.В. З досвіду використання вільних комп'ютерних математичних систем при навчанні вищої математики і фізики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 1(23). Частина 2. С. 45-52.

Kovalov L., Leshchenko S., Nenka R., Medvedieva M. From the experience of using free computer mathematical systems in teaching higher mathematics and physics. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 1(23). Part 2. P. 45-52.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-023-1-2-007
 УДК 004:37

Л.Є. Ковальов

Уманський національний університет садівництва, Україна
 leokova60@ukr.net

ORCID: 0000-0003-3386-7439

С.В. Лещенко

Уманський національний університет садівництва, Україна
 s.v.leschenko1963@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1004-1917

М.О. Медведєва

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна
 medvedeva-masha25@ukr.net

ORCID: 0000-0001-9330-5185

Р.В. Ненька

Уманський національний університет садівництва, Україна
 ruslana66@i.ua

ORCID: 0000-0002-6393-3663

З ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ ВІЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МАТЕМАТИЧНИХ СИСТЕМ ПРИ НАВЧАННІ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ І ФІЗИКИ

АНОТАЦІЯ

У статті викладено досвід використання вільних математичних систем при навчанні студентів першого курсу вищої математики та загальної фізики у закладі вищої освіти.

Формулювання проблеми. Розуміння студентами вищої математики та фізики вважається основною проблемою у закладах вищої освіти. Візуалізація розв'язків задач вищої математики та загальної фізики допомагає зрозуміти, усвідомити та засвоїти більшість тем з даних дисциплін. Потужним помічником у цьому мають стати системи комп'ютерної математики. Актуальною проблемою в сучасних реаліях є використання навчальними закладами ліцензійного програмного забезпечення. Альтернативою є вільні операційні системи та вільні програмні продукти для побудови графіків та аналізу даних при навчанні вищої математики та фізики.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є процес розв'язування завдань на дослідження функцій, знаходження площі фігури, яка обмежена графіком функції та віссю абсцис на певному інтервалі, побудові графіку функції заданої неявно використовуючи програму KmPlot. Для інтерполяції даних, які задані у вигляді таблиці, використовувалася програма LabPlot. Методи спостереження, аналізу та систематизації використовувалися для отримання інформації про доцільність використання KmPlot та LabPlot при навчанні вищої математики та фізики.

Результати. В статті описано переваги вільної ОС Manjaro; доцільність використання KmPlot під час вивчення деяких тем «Вищої математики» та визначення траєкторії тіла, яке кинуте під кутом до горизонту в механіці; можливості використання LabPlot при визначенні коефіцієнту динамічної в'язкості рідини.

Висновки. Узагальнюючи результати дослідження можна стверджувати, що використання програм KmPlot і LabPlot у вивченні фізико-математичних дисциплін дозволяє покращити їх сприйняття та розуміння, оптимізує освітній процес та вирішує проблему використання ліцензійного програмного забезпечення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вища математика, фізика, KmPlot, LabPlot, комп'ютерні математичні системи, вільні операційні системи.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасні педагогічні технології навчання вищої математики на даний час суттєво залежать від можливостей використання обчислювальної техніки і програмного забезпечення. Застосування комп'ютерних

математичних систем спрощує та автоматизує обчислення, що дає більші можливості для безпосереднього аналізу даних, розв'язання спеціальних задач, сприяє поглибленню професійних знань та умінь студентів.

Так склалось, що у закладах вищої освіти України в якості операційної системи використовуються продукти компанії *Microsoft* та пропріетарні (комерційні, які поширюються за платню) математичні програмні продукти.

Серед найбільш частіше використовуваних комп'ютерних математичних систем універсального типу, які застосовуються у різних галузях (інженерія, будівництво, економіка та ін.) можна виділити наступні: *Mathematica*, *Maple*, *MatLab*, *MathCAD*. Ці програмні середовища дозволяють проводити математичні обчислення з високою точністю, а також проводити символічні обчислення з візуалізацією процесів та даних, які отримані у процесі обробки.

Слід відмітити, що вказані комп'ютерні математичні системи коштують дорого та придбання їх для навчальних цілей для закладів вищої освіти України є великою проблемою.

Аналіз актуальних досліджень. Використання комп'ютерних математичних систем для розв'язування задач вищої математики та фізики розглядалася багатьма науковцями (Ковальчук, 2019; Корнійчук, 2016; Мілюкова, 2019; Семеніна & Друшляк, 2015; Шаповалова & Кучменко, 2018; Шевченко, 2016). У дані дослідженнях якісно та доступно описано використання комп'ютерних математичних систем, таких як *Mathematica*, *Maple*, *MatLab*, *MathCAD*. Проте ці математичні пакети не є вільнопоширюваними. Використання вільного програмного забезпечення дозволить вирішити інформаційно-комунікаційне забезпечення освітнього процесу закладу вищої освіти без суттєвих затрат на його придбання та покращити фізико-математичну підготовку студентів.

Мета статті. З огляду на це метою статті є висвітлення переваг програмних засобів *KmPlot* та *LabPlot* під час вивчення деяких тем «Вищої математики» та «Фізики» та обґрунтування доцільності їх використання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом дослідження є процес розв'язування завдань на дослідження функцій, знаходження площі фігури, яка обмежена графіком функції та віссю абсцис на певному інтервалі, побудові графіку функції заданої неявно використовуючи програму *KmPlot*. Для інтерполяції даних, які задані у вигляді таблиці, використовувалася програма *LabPlot*. Методи спостереження, аналізу та систематизації використовувалися для отримання інформації про доцільність використання *KmPlot* та *LabPlot* при навчанні вищої математики та фізики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Автори даної статті мають педагогічний досвід використання математичних середовищ *Mathematica*, *MatLab*, *MathCAD* (Ковальов & Медведєва, 2004), який вказує на те, що, як правило, для проведення студентами досліджень у своїй спеціальних галузях такі багатофункціональні системи не потрібні.

Дуже часто у своїй навчальній діяльності (та й в майбутній професійній) студенти стикаються з побудовою графіків та обробкою даних.

Найбільш відомою і потужною комп'ютерною програмою для цих цілей служить пропріетарна *Origin*. Серед вільних програм слід виділити *Advanced Grapher*, але вона працює тільки під ОС *Windows*.

Існує достатня кількість вільних програм для побудови та аналізу графіків: *Scidavis*, *Gnuplot*, *Extrema*, *RLPlot*, *Fityk*, *Gretl*, *Mayavi*, *Zhu3D*, *OpenDX*, *Veusz*, *QtGrace*, *KmPlot*.

Нами було вирішено провести педагогічний експеримент по використанню вільної операційної системи та вільних програмних продуктів для побудови графіків та аналізу даних при навчанні вищої математики.

Для цієї мети нами були обрані студенти першого курсу, які навчаються за спеціальністю «Комп'ютерні науки». Це вибір був обумовлений тим, що студенти, які навчаються за даною спеціальністю більш гнучкі для експериментів з апробуванням програмного забезпечення.

Нами був проведений достатньо великий об'єм роботи по підборі найбільш зручної операційної системи і програмного продукту для побудови та аналізу графіків.

На даний час кращою альтернативою пропріетарній операційній системі *MS Windows* є вільні операційні системи *Linux*. Існує величезна кількість різних варіантів (дистрибутивів) ОС *Linux* (існує не менше 270 ОС) (2). Більш відомими є *Ubuntu*, *Kubuntu*, *Mint*, *Elementary*, *Fedora*, *OpenSUSE*, *MX Linux*, *Deepin*, *Manjaro*, *Zorin*, *Arch*, *Kali* та ін.

Кращого дистрибутиву *Linux* не існує, кожен дистрибутив має свої переваги та недоліки. Новим користувачам, які звикли до ОС *Windows* краще встановлювати *Mint*, *MX Linux* або *Manjaro*.

На нашу думку, більшу перевагу має дистрибутив *Manjaro* з оболонкою *KDE Plasma*. *Manjaro* спроектований з метою надати більше зручностей користувачу на цілених на забезпечення повної працездатності безпосередньо «з коробки» з повним набором програм, наприклад таких як офісний пакет *LibreOffice*, браузер *Firefox*, поштовий клієнт *Thunderbird*, переглядання pdf-документів *Okular* та багато інших корисних додатків. До речі дана стаття була оформлена в текстовому процесорі *LibreOffice Writer*.

Серед переваг *Manjaro* можна виділити наступні.

1. Установлення *Manjaro* дуже просте та займає хвилин 20.
2. Доступність програмного забезпечення. Величезна кількість програм доступна для встановлення у власному репозиторії та репозиторії дистрибутиву *Arch*.

3. Висока надійність дистрибутиву. Всі пакети власного репозиторію протестовані та мають малу ймовірність зламатися.

4. Зручна система оновлень як ядра так й всіх встановлених програм.

5. Простий вибір версії ядра.

6. Висока безпека та конфіденційність операційної системи.

7. Дружнє співтовариство користувачів *Manjaro*, які готові допомогти новачкам.

Слід дещо сказати й про оболонку *KDE*. Вона надає декілька різних стилів меню доступу до додатків, має багатофункціональну панель головного меню, множинну яскравих дисплеїв та віджетів. Все це робить інтерфейс

користувача захоплюючим та продуктивним. Крім того під оболонку *KDE* розроблено багато освітніх та математичних програм, які безумовно будуть працювати в інших дистрибутивах та оболонках, але більш адекватно та органічно вони виглядають в оболонці *KDE*.

Студентам було запропоновано для встановлення видавництва *Manjaro-KDE5.4* (рис. 1).



Рис. 1. Інформація про систему

Для побудови графіків та проведення попереднього аналізу їх нами була обрана програма *KmPlot*. *KmPlot* – програма побудови графіків в алгебраїчних функцій для інтегрованого середовища *KDE*. Вона має вмонтований потужний інтерпретатор. Призначена для побудови різних функцій одночасно та комбінування їх виразів для побудови нових функцій.

KmPlot підтримує можливості побудови явно та неявно заданих функцій, функцій з параметрами, функцій в полярних координатах та інтегральних кривих.

Користувачу надається можливість працювати з декількома режимами координатної сітки. Графіки можуть бути побудовані з великою точністю у вірному масштабі.

Діалог з програмою здійснюється через меню та панель інструментів. За умовчуванням функції, які задані однозначно, будуються по всій видимій частині осі абсцис. *KmPlot* підраховує значення функції для кожного пікселя осі абсцис.

Параметричні функції будуються для значення параметрів в від 0 до 2π. Діапазон побудови можна також встановити в налаштуваннях.

Після побудови графіка функції у користувача є можливість змінити параметри побудови: змінити інтервал побудови, колір, товщину вид лінії. Крім того можна побудувати графіки похідної і первісної вихідної функції.

KmPlot також дозволяє знаходити екстремуми функції, максимумальне і мінімальне значення на обраному інтервалі та обчислювати площу, обмежену графіком функції і віссю абсцис на обраному інтервалі.

ОБГОВОРЕННЯ

Проаналізуємо можливості і доцільність використання *KmPlot* під час вивчення деяких тем «Вищої математики», а саме тем, пов'язаних з дослідженням функції. Студентам спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» було запропоновано виконати п'ять завдань. За запропонованих завдань в тій чи іншій мірі пов'язані з побудовою графіків функцій. Інколи графіки досліджуваних функцій побудувати досить нелегко. Це може бути пов'язане з проміжками, на яких функція має різного роду опуклості, з великою кількістю окремих складових ліній графіка, зі складністю виразу, що описує функцію.

Студентам запропоновано виконати перше завдання в *KmPlot*.

1. Дослідити функцію аналітично.
2. Побудувати графік функції та її першої похідної в *KmPlot*.
3. Знайти максимуми та мінімуми функції.

В *KmPlot* екстремуми можна знайти дуже просто: **Зовнішній вигляд → Додатково → Показувати екстремуми**.

Але ми запропонували більш творчий підхід. На графіку функції з урахуванням графіку похідної (похідна дорівнює нулю в точках екстремуму) чітко видні максимуми та мінімуми. Студенти повинні вибрати зручний інтервал на вісі абсцис та знайти на ньому максимумальне чи мінімальне значення функції відповідно (рис. 2). Екстремальні точки, які визначені за такий спосіб, знайдені з більшою точністю.

Екстремуми, які знайдені аналітично та за допомогою *KmPlot* порівнюються.

Комп'ютерна побудова графіків в функцій корисна для перевірки правильності побудови і знаходження площ фігур, обмежених заданими лініями. Надзвичайна точність і швидкість побудов та підрахунків, чудові засоби візуалізації контурів, форм та розміщення фігур, які можна споглядати з екрану або з твердої його копії, гарний та зрозумілий інтерфейс програми, достатньо, щоб використовувати *KmPlot* в освітньому процесі при вивченні теми: «Визначений інтеграл та його застосування». Задача візуалізації процесу обчислення інтегралів вирішується із значно меншими витратами часу.

Друге завдання полягає в знаходженні площі фігури, яка обмежена графіком функції та віссю абсцис на певному інтервалі.

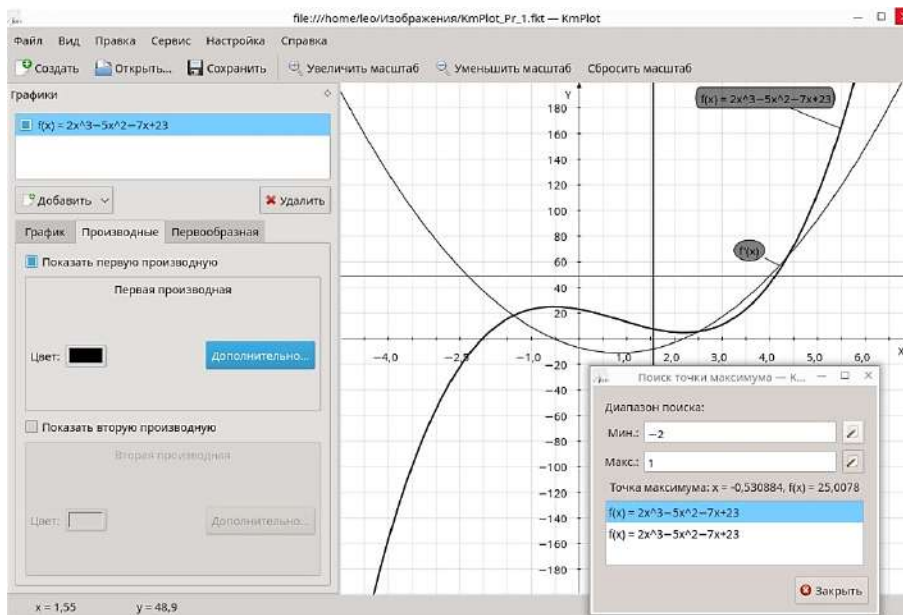


Рис. 2. Знаходження максимуму функції

Спочатку відповідна площа знаходиться аналітично.

Потім вона знаходиться в *KmPlot*. Для цього після побудови графіка функції необхідно виконати наступні дії: **Сервіс**→**Площа під графіком**→**Вибрати відповідний інтервал** (рис. 3).

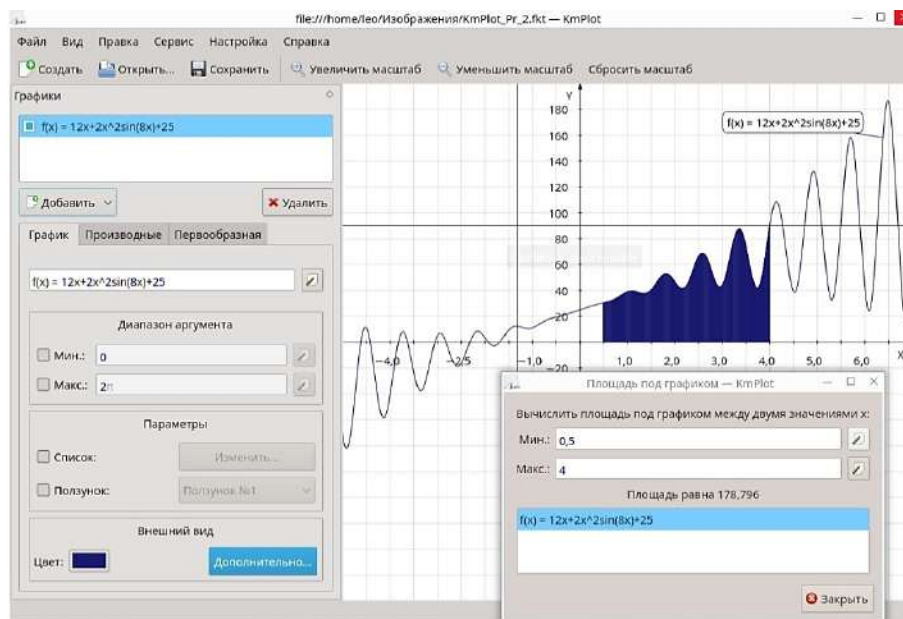


Рис. 3. Знаходження площі під графіком

Значення площ порівнюються.

Дослідити криву – значить виявити сукупність найважливіших властивостей, що дають вичерпну інформацію для зображення графіка цієї кривої. В цілому, алгоритм дослідження параметричних і неявно заданих функцій збігається з алгоритмом дослідження функцій заданих явно. Однак, існують особливості, що відрізняє дослідження цих функцій від функцій заданих явно, що полягає в знаходженні особливих точок і точок самоперетину.

При дослідженні параметричних функцій часто виникають складності при визначенні точок перегину і проміжків опуклості, так як це дослідження вимагає знаходження другої похідної функції, яка представляє собою громіздке вираження і розв'язати рівняння точними методами не вдається, необхідно вдаватися до чисельних методів. Аналогічні труднощі виникають і при дослідженні неявно заданих функцій: через складність аналітичного вираження другої похідної визначити точки перегину доводиться методом підбору (інтуїтивно) або ж не визначити зовсім. В зв'язку з цим і обмеженим часом, який виділяється на вивчення теми, ми використовуємо програму *KmPlot*.

Третє завдання полягало в побудові графіку функції, яка задана неявно (рис. 4).

Студенти вибраної групи паралельно вищої математики вивчають фізику. Невід'ємною складовою процесу викладання фізики є розв'язування задач. Під фізичною задачею будемо розуміти певну проблему, яка розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів фізики (Чорнобай, 2014).

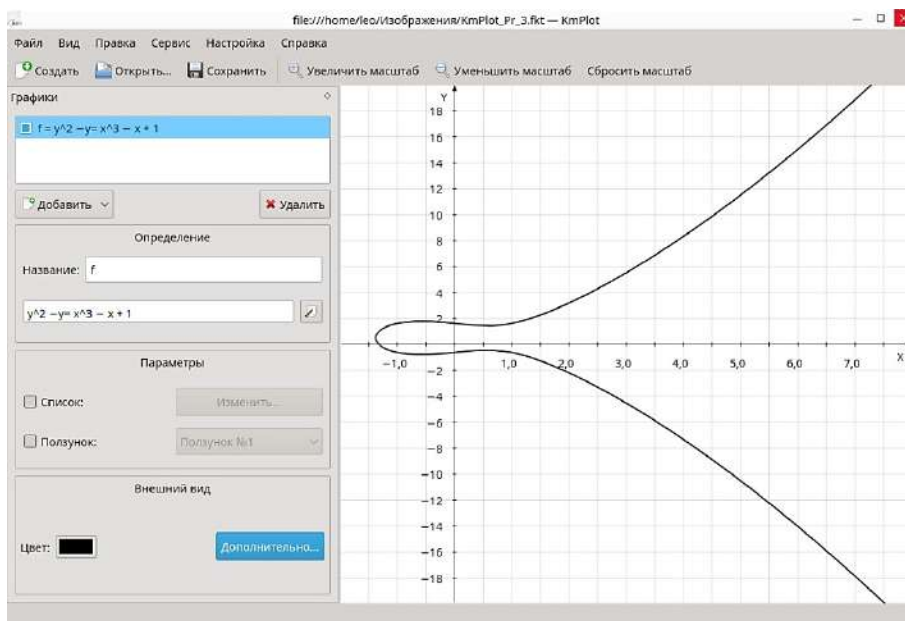


Рис. 4. Графік функції заданої неявно

Вельми привабливий вигляд мають більшість графіків, функції яких задаються параметрично. Тому в плані естетичного захоплення можна продемонструвати за допомогою комп'ютера поведінку таких функцій. Деякі фізичні задачі вимагають побудови графіків функцій заданих параметрично. Наприклад, в механіці розглядається задача визначення траєкторії тіла, яке кинуте під кутом до горизонту.

Розглянемо цю задачу з наступними параметрами: висота, з якої кидають тіло дорівнює 2 м; початкова швидкість 8 м/с; кути, під якими кидають дорівнюють 30°, 45° та 60°; прискорення вільного падіння приймається рівним 9,81 м/с². Траєкторія тіла задається параметричними рівняннями:

$$x = v \cos \alpha \cdot t, \quad y = 2 + v \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2. \tag{1}$$

Фізична задача на визначення траєкторії тіла, яке кинуте під кутом до горизонту зводиться до побудови графіків, функції яких задаються параметрично. Тому четверте завдання полягало в побудові графіків функцій заданих параметрично (рис. 5).

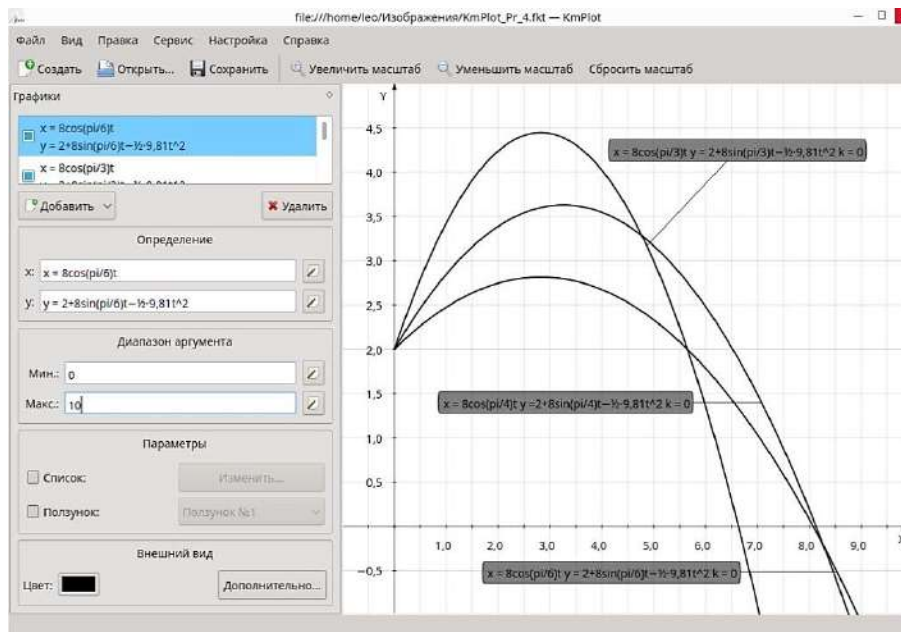


Рис. 5. Графік функції заданої параметрично

Полярні координати широко застосовуються при визначенні довжин кривих, площ фігур, об'ємів і площ поверхонь тіл обертання, а також в задачах на визначення центра маси і моменту інерції тіла. Розглянуті криві нерідко виникають при розв'язанні різних задач з електротехніки, акустики, гідростатики і механіки.

Для того щоб побудувати графік функції у полярних координатах спочатку необхідно визначити полюс, зобразити полярну вісь і вказати масштаб. Крім того, на початковому етапі бажано знайти область визначення функції, щоб відразу

ж виключити з розгляду зайві кутові значення. Далі потрібно знайти точки, що належать лінії. На наступному кроці слід прокреслити кутові на прямки і відзначити знайдені точки за допомогою транспортира, циркуля і лінійки. І, на решті, відкладені точки потрібно акуратно з'єднати лінією (лініями). Як бачимо, щоб побудувати такий графік необхідно великий об'єм часу. Тому для економії часу, у п'ятому завданні студенти повинні були побудувати графік функції (лемніската) в полярних координатах, використовуючи програму *KmPlot*. З виду ривняння кривої випливає, що крива складається з двох симетричних пелюсток. Як приклад за стосування лемніската в галузі фізики можна вказати, що лінії магнітного поля, яке створюване двома паралельними струмами, що напружені в один бік, у площині, до них перпендикулярної, лемніската $r^2 = a^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta$ (рис. 6).

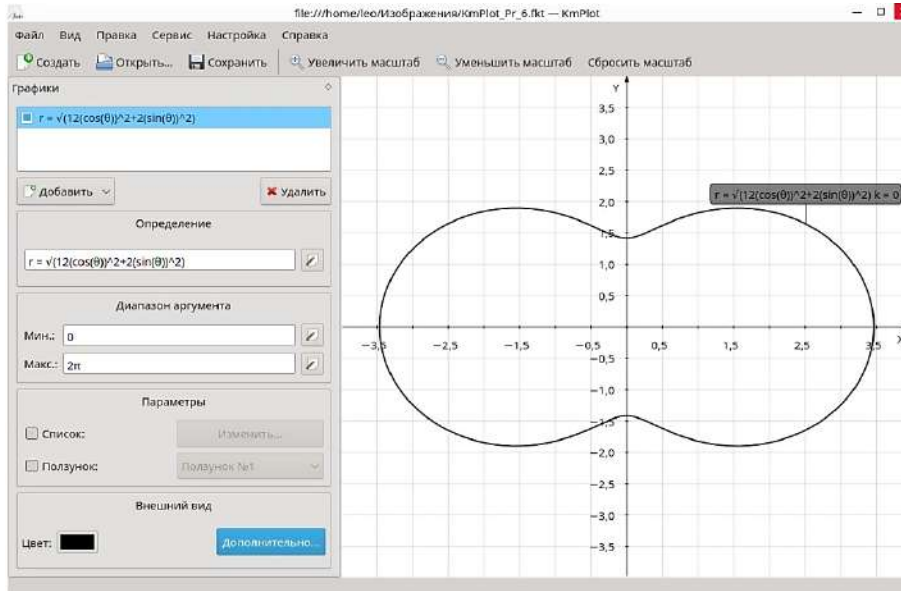


Рис. 6. Графік функції в полярних координатах

Як показує практика, студенти з ентузіазмом сприймають вивчення тем, пов'язаних з дослідженням функціональних залежностей, коли на заняттях використовувати комп'ютер як засіб створення проблемних ситуацій в навчанні, стимулюючи тим самим появу в діяльності студентів проявів самостійності, дослідницьких мотивів, творчих моментів у мисленні, сміливих і інтуїтивних здогадок.

Використання в роботі програми *KmPlot* дозволило: добирати навчальний матеріал таким чином, щоб відбулося скорочення часу, відведеного на відпрацювання технічних навичок виконання тих математичних дій, які можна виконати за допомогою комп'ютера, внаслідок чого вивільнився час на вивчення загальних понять та теорем щодо їх практичної спрямованості; забезпечити формування системи фундаментальних знань та умінь студентів; оптимізувати розподіл навчального матеріалу між лекціями, практичними заняттями та самостійною роботою студентів.

LabPlot – вільний програмний додаток для аналізу та візуалізації на укових даних, який створений для вільного середовища робочого столу KDE. За функціональними можливостями *LabPlot* схожий з пропрієтарним пакетом програм *Origin* та може працювати з файлами даних *Origin*.

Можливості *LabPlot*:

- 1) керування даними за допомогою окремих проектів;
- 2) електронна таблиця із базовими функціональними можливостями для введення даних вручну або створення однорідних та випадкових вибірок;
- 3) імпортування зовнішніх даних ASCII до проекту для подальшого редагування та візуалізації;
- 4) експортування електронної таблиці до файлу ASCII;
- 5) експортування робочого аркуша у різних форматах (pdf, eps, png та svg);
- 6) креслення у декартовій системі координат на основі імпортованих або створених вручну наборів даних або математичного рівняння кривої;
- 7) декілька аналітичних функцій та методів уцілювання даних, диференціювання, інтегрування, інтерполювання, згладжування, (нелінійної) апроксимації, фільтр Фур'є та перетворення Фур'є;
- 8) лінійна і нелінійна апроксимація даних, передбачено декілька готових моделей апроксимації нетипові моделі із довільною кількістю параметрів;
- 9) підтримка модулів багатьох систем комп'ютерної алгебри, зокрема *Maxima*, *Python*, *KAlgebra*, *Sage* (Gerlach&Semke&Chornovan&Khatri, 2016).

Як вже було сказано вище, паралельно з вищою математикою студенти вибраної групи вивчають фізику. При проведенні деяких лабораторних робіт студенти повинні будувати по експериментальним даним графіки. При простій лінійній залежності між змінними графік можна побудувати від руки та розрахувати потім точніше параметри прямої аналітично. Але в багатьох випадках для побудови більш менш точної залежності необхідно застосовувати програмні засоби.

Наприклад, при визначенні коефіцієнту динамічної в'язкості рідини студенти повинні отримане значення порівняти з відомими експериментальними даними та як цей коефіцієнт сильно залежить від температури. Але табличні

значення коефіцієнту динамічної в'язкості конкретної рідини представлені лише при деяких значеннях температури. Таким чином необхідно інтерполювати відомі експериментальні значення коефіцієнту динамічної в'язкості.

Програма *LabPlot* чудово справляється з інтерполяцією даних, які задані у вигляді таблиці. Отже студентам було запропоновано скористатися даним програмним засобом. На рис. 7 показаний результат інтерполяції, виконаної в програмі *LabPlot*.

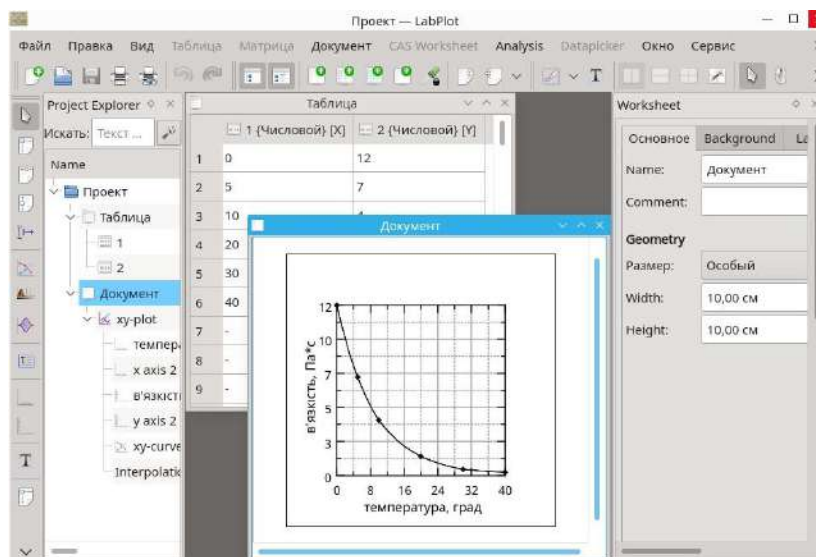


Рис. 7. Інтерполяція даних у програмі *LabPlot*

Програма *LabPlot* є більш складним програмним продуктом чим *KmPlot* та її за своєю природою викликало у студентів певні труднощі. Слід відмітити, що у *LabPlot* доволі не однозначний інтерфейс та алгоритм роботи з даними, тому бажано щоб студенти попередньо були трохи знайомі з програмою. Це можна зробити в позааудиторній роботі і в цьому може допомогти співпраця з викладачами інформаційних технологій.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Використання програм *KmPlot* і *LabPlot* у вивченні фізико-математичних дисциплін дозволяє: скоротити час на формування механічних навичок студентів; збільшити інтенсивність і кількість завдань, вправ, задач; досягти оптимального темпу роботи; підвищити рівень матеріально-технічного забезпечення лекційних, практичних та лабораторних занять; підвищити мотивацію на вчальній діяльності студентів. Усе це в комплексі дозволяє змінити освітній процес, методичку навчання поряд з традиційними методами, прийомами і засобами навчання. Сприятиме міжпредметній інтеграції знань, що має місце в проєктній технології навчання, творчому розвитку мислення, активізуватиме навчальну діяльність студентів і неминуче приведе до підвищення якості фізико-математичної підготовки.

Наші подальші дослідження спрямовані на розробку методички вивчення студентами великих математичних пакетів з метою подальшого використання їх для аналізу експериментальних даних при підготовці курсових та дипломних робіт.

Список використаних джерел

1. Ковальов Л.Є., Медведєва М.О. Застосування інтегрованого середовища *MathCad* при викладанні теорії ймовірностей. Зб. наук. пр. МДПУ. Мелітополь: МДПУ. 2004. Вип. 3. С. 68-70.
2. Ковальчук М.Б. Моделювання задач математичної фізики в системі комп'ютерної математики *Maple*. Фізико-математична освіта. 2019. Вип. 2(20). С. 40-47.
3. Корнійчук О.Е. Вивчення похідної разом із *Maple*. Фізико-математична освіта. 2016. Вип. 3(9). С. 61-69.
4. Мілюкова І.Р. Застосування математичного пакету *MathCAD* при розв'язанні задач з фізики. Фізико-математична освіта. 2019. Вип. 2(20). С. 99-106.
5. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Обґрунтування доцільності використання програм динамічної математики як засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань. Фізико-математична освіта. 2015. Вип. 3 (6). С. 67-75.
6. Чернобай К. Г. Моделювання фізичної ситуації при формуванні практичної компетентності учнів з розв'язування фізичних задач. Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. Вип. 5. Ч. 1. С. 179-184.
7. Шаповалова Н.В., Кучменко С.М. Застосування засобів динамічної геометрії у навчальному процесі закладів вищої освіти. Фізико-математична освіта. 2018. Вип. 4(18). С. 177-182.
8. Шевченко А.С. Использование систем компьютерной алгебры в учебном процессе. Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 15. С. 206–210. URL: <http://e-koncept.ru/2016/86942.htm> (Дата обращения 15.05.2020).
9. Gerlach S., Semke A., Chornoivan Yu., Khatri G. The LabPlot Handbook. URL: <https://docs.kde.org/trunk5/en/extragear-edu/labplot2/index.html>.
10. Test a new operating system. URL: <https://distrotest.net/>.

References

1. Kovalov L. E., Medvedieva M. O. Zastosuvannia inte hrovano ho sere dovys hcha MathCad pryv ykladanni teorii ymovimoste i. [Application of MathCad integrated environment in teaching probability theory]. Collection of scientific works of Melitopol State Pedagogical University. Melitopol. 2004. Issue 3. P. 68-70. [in Ukrainian].
2. Kovalchuk M. B. Modeliuvannia zadach matematychnoi fizyky v systemi kompiuterno i matematyky Maple. [Modeling The Mathematical Physics Problem In The Computer Mathematics System Maple]. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 2(20). P. 40-47. [in Ukrainian].
3. Korniiichuk O. E. Vychennia pokhidnoi razom iz Maple [Studying of the derivative together with Maple]. Physical and Mathematical Education. 2016. Issue 3(9). P. 61-69. [in Ukrainian].
4. Miliukova I. R. Zastosuvannia matematychno ho paketu MathCAD pry rozvia zanni zadach z fizyky. [Application The Mathematical Package Of Mathcad For Solving Tasks In Physics]. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 2(20). P. 99-106. [in Ukrainian].
5. Semenikhina O. V., Drushliak M. H. Obgruntuvannia dotsilnosti vykorytannia prohram dynamichnoi matematyky yak zasobiv kompiuterno i vizualizatsii matematychnykh znan. [The Rationale For the Use of Dynamic Mathematics Software As a Means of Computer Visualization of Mathematical Knowledge]. Physical and Mathematical Education. 2015. Issue 3(6). P. 67-75. [in Ukrainian].
6. Chornobai K. H. Modeliuvannia fizychnoi sytuatsii pry formuvanni praktychnoi kompetentnosti uchnivrozviazu vanna fizychnykh zadach. [Modeling of a physical situation at formation of practical competence of pupils on the decision of physical problems]. Proceedings. Series: Problems of methods of physical-mathematical and technological education of the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko. 2014. Issue 5(1). P. 179-184. [in Ukrainian].
7. Shapovalova N. V., Kuchmenko S. M. Zastosuvannia zasobiv dynamichnoi heometrii u navchalnomu protsesi zakladiv vyshchoi osvity. [Applying Dynamic Geometry Software In The Studying Process In High School]. Physical and Mathematical Education. 2018. Issue 4(18). P. 177-182. [in Ukrainian].
8. Shevchenko, A. S. (2016). Ispol'zovanie sistem komp'yuterno j algebr y v uchebnom processe [The use of computer algebra systems in the educational process]. Nauchno-metodicheski j elektronny j zhurnal «Koncept»-Scientific and methodical electronic journal "Concept", Vol. 15, 206–210 [in Russian]. Retrieved from: <http://e-koncept.ru/2016/86942.htm> [in Russian].
9. Gerlach S., Semke A., Chornoivan Yu., Khatri G. The LabPlot Handbook. Retrieved from: <https://docs.kde.org/trunk5/en/extragear-edu/labplot2/index.html>.
10. Test a new operating system. Retrieved from: <https://distrotest.net/>.

**FROM THE EXPERIENCE OF USING FREE COMPUTER MATHEMATICAL SYSTEMS
IN TEACHING HIGHER MATHEMATICS AND PHYSICS**

Leonid Kovalov, Svitlana Leshchenko, Ruslana Nenka

Uman National University of Horticulture, Ukraine

Mariia Medvedieva

Pavlo Tychna Uman State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. *The article presents the experience of using free mathematical systems in teaching first-year students of higher mathematics and general physics in higher education.*

Formulation of the problem. *Students' understanding of higher mathematics and physics is considered a major problem in higher education institutions. Visualizing solutions to problems in higher mathematics and general physics helps to understand, comprehend, and master most of the topics in these disciplines. Computer mathematics systems should be a powerful helper in this. An urgent problem in modern realities is the use of licensed software by educational institutions. Alternatives are free operating systems and free software products for plotting and analyzing data in higher mathematics and physics.*

Materials and methods. *The material of the research is the process of solving problems on the study of functions, finding the area of the figure, which is limited by the graph of the function and the abscissa axis at a certain interval, plotting the function given implicitly using the program KmPlot. LabPlot was used to interpolate the data as a table. Methods of observation, analysis, and systematization were used to obtain information about the feasibility of using KmPlot and LabPlot in teaching higher mathematics and physics.*

Results. *The article describes the advantages of the free Manjaro OS; the expediency of using KmPlot when studying some topics of "Higher Mathematics" and determining the trajectory of a body thrown at an angle to the horizon in mechanics; the possibility of using LabPlot in determining the coefficient of dynamic viscosity of the liquid.*

Conclusions. *Summarizing the results of the study, it can be argued that the use of KmPlot and LabPlot in the study of physical and mathematical disciplines can improve their perception and understanding, optimize the educational process and solve the problem of using licensed software.*

Keywords: *higher mathematics, physics, KmPlot, LabPlot, computer mathematical systems, free operating systems.*