

## Література

1. Гарасимчук О.І. Генератори пуассонівського імпульсного потоку на основі генераторів М-последовательностей / О.І. Гарасимчук, В.М. Максимович // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: "Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології". – 2004. – № 521. – С. 17-23.
2. Гарасимчук О.І. Генератори тестових імпульсних послідовностей для дозиметричних пристроїв / О.І. Гарасимчук, В.Б. Дудикевич, В.М. Максимович, Р.Т. Смух // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: "Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація". – 2004. – № 506. – С. 187-193.
3. Максимович В.М. Оптимізація параметрів генератора М-последовательностей як структурного елемента генератора пуассонівської імпульсної послідовності / В.М. Максимович, О.І. Гарасимчук, Ю.М. Костів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: "Автоматика, вимірювання та керування". – 2011. – № 695. – С. 46-51.
4. Бендат Дж. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М. : Изд-во "Мир", 1989. – 540 с.
5. Бобнев М.П. Генерирование случайных сигналов / М.П. Бобнев. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Энергия", 1971. – 239 с.
6. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники : учебник [для студ. ВУЗов] по спец. "Информ.-изм. техника". – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1983. – 455 с.
7. Иванов М.А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей / М.А. Иванов, И.В. Чугунков. – М. : Изд-во КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 240 с.
8. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. – В 3-х т. Получисленные алгоритмы : пер. с англ. – М. : Изд-во "Мир", 1977.
9. Бобало Ю.Я. Методи і засоби опрацювання вихідних сигналів дозиметричних детекторів : монографія / Ю.Я. Бобало, В.Б. Дудикевич, В.М. Максимович, В.О. Хорошко, А.М. Бісик, Р.Т. Смух, Ю.Б. Сторонський. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2009. – 200 с.

**Максымович В.Н., Гарасымчук О.И., Костив Ю.М., Мандрона М.М. Методика оптимизации параметров генераторов пуассоновских импульсных последовательностей, построенных на основе линейных конгруэнтных генераторов**

Разработана обобщенная методика, позволяющая исследовать параметры выходного сигнала генераторов пуассоновских импульсных последовательностей. Данная методика может использоваться при оптимизации параметров генераторов псевдослучайных чисел, которые являются основой генераторов пуассоновских импульсных последовательностей. Представлены результаты моделирования генераторов пуассоновских импульсных последовательностей с различными параметрами линейного конгруэнтного генератора.

**Ключевые слова:** генераторы пуассоновских импульсных последовательностей, линейные конгруэнтные генераторы, генераторы псевдослучайных чисел.

**Maxymovych V.M., Garasymchuk O.I., Kostiv Y.M., Mandrona M.M. Methods of optimization parameters of Poisson pulse sequences generators constructed on the basis of linear congruent generators**

The generalized method, that allow to investigate parameters of Poisson pulse sequence generators output signal is work out. Method can be used for optimization of pseudorandom number generators parameters that are the basis of Poisson pulse sequence generators. The results of simulation of Poisson pulse sequence generator, with different parameters of linear congruent generator, are represented.

**Keywords:** Poisson pulse sequences generators, linear congruential generators, pseudorandom number generators.

УДК 378.1

Доц. О.Ю. Чмир, канд. фіз.-мат. наук; доц. О.О. Карабин, канд. фіз.-мат. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

## ГЕОМЕТРИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ПОДВІЙНОГО ІНТЕГРАЛА З ВИКОРИСТАННЯМ КОМАНД ПАКЕТУ MAPLE

Обґрунтовано доцільність поєднання сучасних інформаційних технологій та традиційних методів навчання під час викладання вищої математики студентам технічних спеціальностей. Наведено приклади реалізації розв'язування деяких задач з розділу "Інтегральне числення функцій багатьох змінних" засобами програмного пакету Maple. З'ясовано необхідність глибокої фундаментальної підготовки з вищої математики для оволодіння прийомами розрахунків програмними засобами, за допомогою яких розв'язування складних задач спрощується.

**Ключові слова:** інноваційні методи, програмні засоби навчання, інформаційні технології, область інтегрування.

Сучасне суспільство ставить високі вимоги до молодих фахівців, які завершили навчання у вищих навчальних закладах. Технічний прогрес значно випереджує сучасну національну освіту. У Національній доктрині розвитку освіти на чільному місці стоїть теза, що освіта є визначальним чинником політичної, соціально-економічної, культурної та наукової життєдіяльності суспільства. В Україні потрібно забезпечувати прискорений, випереджальний інноваційний розвиток освіти, а також створювати умови для розвитку, самоствердження та самореалізації особистості протягом життя [1]. Знання, здобуті в процесі навчання у вищій школі, повинні мати універсальний, фундаментальний характер. Особа – молодий фахівець використовуючи здобутий багаж знань, повинен вміти адаптуватись до нових умов. Цього можна досягнути лише здобуттям фундаментальних знань, з яких можна виділити все необхідне для своєї діяльності. Досягнути такого рівня знань можна завдяки впровадженню в навчальний процес освітніх технологій в поєднанні із традиційними методами навчання. У Національній доктрині розвитку освіти зазначено, що пріоритетом розвитку освіти є впровадження інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують далі вдосконалення навчально-виховного процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві [1].

У педагогічній науці є дуже багато напрямів у дослідженні проблеми впровадження інноваційних технологій в навчальний процес. Багато досліджень спрямовані на проблеми інноваційних технологій в загальноосвітніх навчальних закладах. Проблема впровадження інформаційних технологій в навчальний процес вищої школи також не залишена поза увагою. Зокрема, в роботі [2] розглянуто суть поняття "інновація" і подано окремі інноваційні методи навчання у вищій школі, які стосуються лекційних занять. Проте інноваційні технології є неможливими без використання сучасних технічних і програмних засобів. Саме в роботах [3] та [4] порушена проблема створення високотехнологічного інформаційно-комунікаційного середовища, в якому має знаходитись сучасний студент. У роботі [3] визначено новий клас педагогічного програмного забезпечення математичних дисциплін – мобільне математичне середовище, основною складовою якого є обчислювальне ядро (математичний пакет). Таке

навчальне середовище значно активізує навчальний процес, унаочнює його, пришвидшує процес розв'язування задач на практичних заняттях, проте вимагає дорогого обладнання, наявності під час лекції достатньої кількості комп'ютеризованих робочих місць.

У роботі [5] обгрунтовано доцільність використання пакета Mathcad для розв'язування прикладних математичних задач, наведено приклад програмної реалізації. Такий підхід до використання програмних засобів є найбільш дієвий і зручний, оскільки не потребує значних матеріальних затрат, а набуття студентів знань і навичок використання прикладних математичних пакетів є одним із найбільш перспективних шляхів підвищення якості та ефективності навчального процесу.

Але поряд із цим всі ці сучасні засоби навчання не будуть дієвими без глибоких базових знань дисципліни, до якої застосовуються ці технології. Метою нашої роботи є показати тісний взаємозв'язок традиційних методів навчання із методами, які використовують сучасні програмні обчислювальні пакети. Вивчення вищої математики у вищому навчальному закладі передбачає наявність міцних базових знань зі шкільного курсу математики, а застосування прикладних математичних пакетів потребує від студентів вміння розв'язання задач аналітичними методами, прикладний пакет дає змогу студенту, який вміє розв'язати задачу, бачить шлях її вирішення, спростити громіздкі обчислення, побудувати графіки, побудувати модель задачі. Покажемо на кількох прикладах, що використання програмних пакетів потребує глибокого розуміння методів з курсу вищої математики.

Розглянемо приклад знаходження площі фігури, обмеженої лініями

$$x^2 = 4y, \quad y = \frac{8}{x^2 + 4} \quad (\text{локон Аньезі}).$$

Побудуємо графік фігури, площу якої будемо обчислювати. Зі шкільного курсу математики відомо, що перше рівняння зображується параболою, а для побудови кривої, що зображає друге рівняння, треба провести повне дослідження функції, використовуючи такий розділ з курсу вищої математики, як "Диференціальне числення функції однієї змінної". Студент, який знає, що необхідно зробити, може уникнути громіздкої роботи, застосувавши команди пакету Maple. Для побудови області інтегрування потрібно знайти точки перетину ліній, тобто розв'язати систему рівнянь

$$\begin{cases} x^2 = 4y, \\ y = \frac{8}{x^2 + 4}. \end{cases}$$

Вміння знаходити розв'язки такої системи рівнянь, а отже, і точки перетину ліній, входить в межі шкільної програми. На допомогу знаючому студенту приходить пакет Maple. Вводимо ряд команд:

```
> restart;
> eqn1:={ x^2-4*y = 0, y - 8/(x^2 + 4) = 0};
> solve (eqn1, {x, y});
натискаємо ↵.
```

Внаслідок одержуємо координати точок перетину цих ліній

$$\{x = 2, y = 1\}, \{x = -2, y = 1\}, \{y = -2, x = 2 \text{ RootOf } (_Z + 2)\}$$

Зауважимо, що перші два результати – це дійсні розв'язки системи рівнянь, а третій – це розв'язок, який отримується з рівняння  $x^2 + 8 = 0$ , що виникає під час розв'язування системи. Як бачимо, використання програмного пакету потребує не тільки знати хід розв'язування задачі, а й вміння прочитати одержані результати. Тепер побудуємо графіки функцій. Для цього введемо команди

```
> with (plots):
> implicitplot ({x^2-4*y = 0, y - 8/(x^2 + 4) = 0}, x = - 2.2, y = - 5.5, linestyle =
25, color = black);
```

та натискаємо ↵. Отримуємо графічне зображення системи рівнянь.

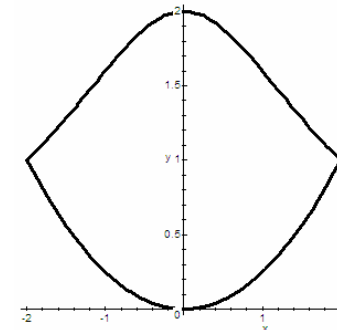


Рис. 1. Графічне зображення системи рівнянь

Для обчислення площі отриманої фігури потрібно перейти від подвійного інтеграла до повторного, розставивши правильно межі інтегрування, а цього програма Maple зробити не зможе. Тому студентові потрібно знати основні поняття з курсу математичного аналізу щодо обчислення подвійних інтегралів. Засвоївши теоретичний та практичний курс вищої математики, студент зможе швидко та якісно продемонструвати та перевірити свої знання на комп'ютері, ввівши такі команди в пакеті Maple:

```
> with (student):
> Doubleint (1, y = x^2/4..8/(x^2+4), x = - 2..2);
```

Після цих команд натискаємо ↵. Ці команди визначають такий подвійний інтеграл:

$$\int_{-2}^2 \int_{\frac{1}{4}x^2}^{\frac{8}{x^2+4}} 1 \, dydx.$$

Вводимо команду

```
> simplify (value ("")); та натискаємо ↵. Отримуємо число  $2\pi - 4/3$ , що є площею заданої фігури.
```

Розглянемо ще одну задачу з курсу вищої математики, яка полягає в знаходженні об'єму тіла, обмеженого поверхнями:  $x = 0, y = \pi, y = x, z = \cos(x + y)$ .

Зобразити такий просторовий об'єкт зможе та особа, яка володіє креслярськими здібностями. У такій ситуації пакет Maple приходить на допомогу викладачу. Для побудови поверхні введемо ряд команд:

```
> with (plots):
> A1:=plot3d([(u),(v),(cos(u+v))], u=0..Pi, v=u..Pi, axes=normal):
> A2:=plot3d([(u),(v),(0)], u=0..Pi, v=u..Pi, axes=normal):
> A3:=plot3d([(0),(u),(v)], u=0..Pi, v=0..cos(u), axes=normal):
> A4:=plot3d([(u),(Pi),(v)], u=0..Pi, v=0..-cos(u), axes=normal):
> A5:=plot3d([(u),(u),(v)], u=0..Pi, v=0..cos(2*u), axes=normal):
> display ({A1, A2, A3, A4, A5}, labels=[x, y, z], scaling=constrained, linestyle=15, color=black, labelfont=[TIMES, BOLD, 14]);
натискаємо ↵. Отримуємо зображення шуканого тіла:
```

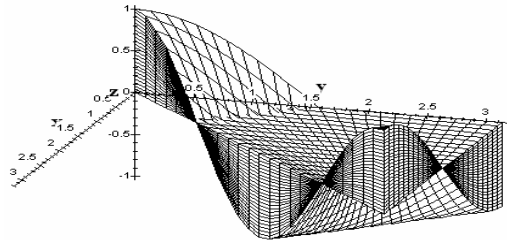


Рис. 2. Зображення просторового тіла в пакеті Maple

Зауважимо, що командою A1 описуємо верхню частину поверхні, A2 – нижню частину, A3 – проекцію поверхні на площину zOy, A4 – проекцію поверхні на площину y = π, A5 – проекцію поверхні на площину y = x. Причому, треба розуміти як змінюються межі змінної y.

Як бачимо, за побудовою, дві частини поверхні знаходяться в першому октанті, а одна частина – у п'ятому октанті. Розб'ємо поверхню на три частини і знайдемо об'єм кожної з них. Тоді  $V = V_1 + V_2 + V_3$ .

Для побудови першої частини поверхні необхідно знайти лінію перетину з площиною xOy. Розв'язуючи тригонометричне рівняння  $\cos(x+y) = 0$  за умови, що  $0 \leq x, y \leq \pi$ , одержуємо  $y = \frac{\pi}{2} - x$  та  $y = \frac{3\pi}{2} - x$ . Для зручності побудуємо першу частину поверхні, де  $0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}$ ,  $x \leq y \leq \frac{\pi}{2} - x$ ,  $0 \leq z \leq \cos(x+y)$ . За-

уважимо, що межа по змінній  $x = \frac{\pi}{4}$  виникає при перетині двох прямих  $y = x$  та

$y = \frac{\pi}{2} - x$ . Вводимо команди:

```
> restart:
> with (plots):
> A1:=plot3d([(u),(v),(cos(u+v))], u=0..Pi/4, v=u..Pi/2-u, axes=normal):
> A2:=plot3d([(u),(v),(0)], u=0..Pi/4, v=u..Pi/2-u, axes=normal):
> A3:=plot3d([(0),(u),(v)], u=0..Pi/2, v=0..cos(u), axes=normal):
> A5:=plot3d([(u),(u),(v)], u=0..Pi/4, v=0..cos(2*u), axes=normal):
```

```
> display ({A1, A2, A3, A5}, labels=[x, y, z], scaling=constrained, linestyle=15, color=black, labelfont=[TIMES, BOLD, 14]); натискаємо ↵.
```

Отримуємо першу частину поверхні:

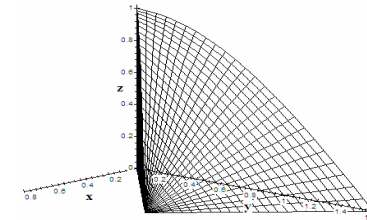


Рис. 3. Перша частина просторового тіла, побудована в пакеті Maple

Обчислимо об'єм фігури за допомогою пакета Maple, ввівши ряд команд, для опису яких обов'язково треба знати область інтегрування (рис. 3).

```
> with (student):
> V_1:=Doubleint (cos(x+y), y=x..Pi/2-x, x=0..Pi/4); натискаємо ↵. Ці команди дають змогу обчислити такий подвійний інтеграл:
```

$$V_1 = \int_0^{\frac{1}{4}\pi} \int_x^{\frac{1}{2}\pi-x} \cos(x+y) dy dx$$

За допомогою команди

```
> simplify (value ("")); натиснувши ↵, одержуємо результат інтегрування – величину  $\frac{1}{4}\pi - \frac{1}{2}$ .
```

У пакеті Maple існує команда, яка дає змогу обчислювати потрібні інтеграли. Для її використання треба чітко уявляти область інтегрування і правильно виставити межі змінних інтегрування.

```
> V_1:=Tripleint (1, z=0..cos(x+y), y=x..Pi/2-x, x=0..Pi/4); та натискаємо ↵. Ці команди дають змогу обчислювати такий потрібний інтеграл:
```

$$V_1 = \int_0^{\frac{1}{4}\pi} \int_x^{\frac{1}{2}\pi-x} \int_0^{\cos(x+y)} 1 dz dy dx$$

Для одержання результату вводимо команду

```
> simplify (value ("")); та натискаємо ↵. Одержуємо такий самий результат  $\frac{1}{4}\pi - \frac{1}{2}$ .
```

Побудуємо другу частину поверхні. Зауважимо, що область в площині xOy утворюється при перетині чотирьох прямих:  $y = x$ ,  $y = \frac{\pi}{2} - x$ ,  $y = \frac{3\pi}{2} - x$ ,  $y = \pi$ . Зобразимо цю область за допомогою пакета Maple. Вводимо команди:

```
> restart:
> with (plots):
```

> inequal ({x+y>=Pi/2, x+y<=3\*Pi/2, y<=Pi, y>=x}, x = 0.4, y = 0.4, labels=[x, y], labelfont = [TIMES, BOLD, 14], optionsfeasible = (color = gray), optionsclosed = (color = black, thickness = 3), optionsexcluded = (color = white)); натискаємо ↵. Одержуємо рис. 4.

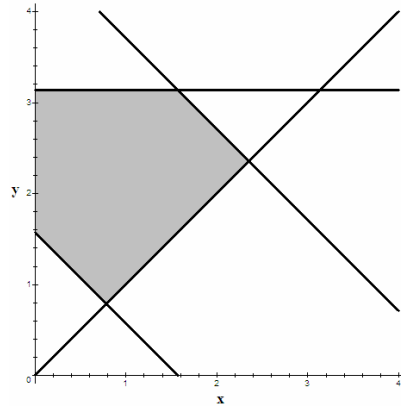


Рис. 4. Область у площині xOy другої частини просторового тіла, побудована в пакеті Maple

З рис. 4 видно, що для обчислення об'єму область інтегрування потрібно розбити в на три області, правильні в напрямку осі Ox:

$$D_1: 0 \leq x \leq \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{2} - x \leq y \leq \pi;$$

$$D_2: \frac{\pi}{4} \leq x \leq \frac{\pi}{2}, x \leq y \leq \pi;$$

$$D_3: \frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{3\pi}{2}, x \leq y \leq \frac{3\pi}{2} - x.$$

Після всього описаного вище побудуємо другу частину фігури.

```
> restart;
> with (plots):
> A11:=plot3d([(u),(v),(cos(u+v))], u = 0.Pi/4, v = Pi/2 - u. Pi, axes = normal):
> A12:=plot3d([(u),(v),(cos(u+v))], u = Pi/4.Pi/2, v = u. Pi, axes = normal):
> A13:=plot3d([(u),(v),(cos(u+v))], u = Pi/2.3*Pi/4, v = u.3*Pi/2 - u, axes = normal):
> A21:=plot3d([(u),(v),(0)], u = 0.Pi/4, v = Pi/2 - u. Pi, axes = normal):
> A22:=plot3d([(u),(v),(0)], u = Pi/4.Pi/2, v = u. Pi, axes = normal):
> A23:=plot3d([(u),(v),(0)], u = Pi/2.3*Pi/4, v = u.3*Pi/2 - u, axes = normal):
> A3:=plot3d([(0),(u),(v)], u = Pi/2.Pi, v = 0.cos(u), axes = normal):
> A4:=plot3d([(u),(Pi),(v)], u = 0.Pi/2, v = 0. - cos(u), axes = normal):
> A5:=plot3d([(u),(u),(v)], u = Pi/4.3*Pi/4, v = 0.cos(2*u), axes = normal):
> A99:=spacecurve ([u, u,0], u = 0.Pi, color = red, thickness = 3):
> display ({A11, A12, A13, A21, A22, A23, A3, A4, A5}, labels = [x, y, z], scaling = constrained, linestyle = 15, color = black, labelfont = [TIMES, BOLD, 14]);
та натискаємо ↵. Матимемо
```

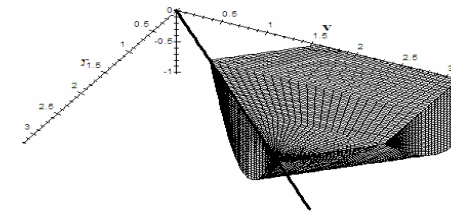


Рис. 5. Друга частина просторового тіла, побудована в пакеті Maple

З рис. 5 видно, що ця частина просторової фігури знаходиться у п'ятому октанті, тому з теорії математичного аналізу обчислений інтеграл треба взяти за абсолютною величиною і тоді одержимо об'єм другої частини просторового тіла.

> with (student):

```
> V_2:=Doubleint (cos(x+y), y = Pi/2 - x. Pi, x = 0.Pi/4) +
Doubleint (cos(x+y), y = x. Pi, x = Pi/4.Pi/2) +
Doubleint (cos(x+y), y = x.3*Pi/2 - x, x = Pi/2.3*Pi/4);
```

та натискаємо ↵. Всі ці команди виражають суму подвійних інтегралів:

$$V_2 = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \int_{\frac{1}{2}\pi-x}^{\pi} \cos(x+y)dydx + \int_{\frac{1}{4}\pi}^{\frac{1}{2}\pi} \int_x^{\pi} \cos(x+y)dydx + \int_{\frac{1}{2}\pi}^{\frac{3}{2}\pi} \int_x^{\frac{3}{2}\pi-x} \cos(x+y)dydx$$

Для одержання числового значення вводимо команду

```
> abs (simplify (value ("))); та натискаємо ↵. Одержуємо результат  $\frac{1}{2}\pi + 1$ 
```

Аналогічно будуємо третю частину поверхні.

```
> restart;
> with (plots):
> A1:=plot3d([(u),(v),(cos(u+v))], u = 3*Pi/2 - v.v, v = 3*Pi/4.Pi, axes = normal):
> A2:=plot3d([(u),(v),(0)], u = 3*Pi/2 - v.v, v = 3*Pi/4.Pi, axes = normal):
> A4:=plot3d([(u),(Pi),(v)], u = Pi/2.Pi, v = 0. - cos(u), axes = normal):
> A5:=plot3d([(u),(u),(v)], u = 3*Pi/4.Pi, v = 0.cos(2*u), axes = normal):
> A99:=spacecurve ([u, u,0], u = 0.Pi, color = black, thickness = 3):
> display ({A1, A2, A4, A5, A99}, labels = [x, y, z], scaling = constrained, linestyle = 15, color = black, labelfont = [TIMES, BOLD, 14]);
та натискаємо ↵. Тоді
```

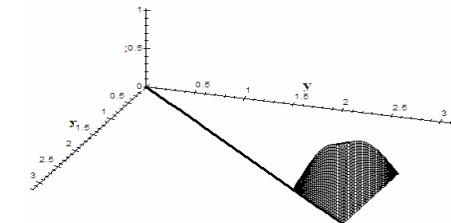


Рис. 6. Третя частина просторового тіла в пакеті Maple

Знаходимо об'єм частини просторового тіла, зображеного на рис. 6.

> with (student):

$V_3 := \text{Doubleint}(\cos(x+y), x = 3*\text{Pi}/2 - y, y = 3*\text{Pi}/4, \text{Pi});$   
та натискаємо  $\downarrow$ . Ці команди визначають інтеграл

$$V_3 = \int_{\frac{3}{4}\pi}^{\pi} \int_{\frac{3}{2}\pi - y}^y \cos(x+y) dx dy$$

Одержуємо числове значення  $\frac{1}{4}\pi - \frac{1}{2}$  за допомогою команди

$\text{simplify}(\text{value}(\text{ }));$  та  $\downarrow$ .

Додамо отримані об'єми й одержимо  $V = V_1 + V_2 + V_3 = \pi$ .

Зауважимо, що всі рисунки у пакеті Maple можна побачити з різних ракурсів, притримуючи клавішу мишки на рисунку та протягуючи її в той чи інший бік. Це є дуже зручно для розуміння як виглядає той чи інший рисунок з тих ракурсів, які не можливо відобразити на дошці маючи тільки крейду. У цьому випадку варто використовувати мультимедійні засоби.

Як бачимо з наведених прикладів, застосування програмних засобів може здійснювати лише той студент, який має ґрунтовну теоретичну і практичну підготовку не тільки з математики, а й з інформатики. Ці дві дисципліни повинні бути тісно пов'язані в навчальному процесі. Використання в навчальному процесі засобів інформаційних технологій істотно розширює можливості подання навчального матеріалу та полегшує роботу студентів у відповідному науково-освітньому просторі навчання, але поряд із цим вимагає від студента глибоких, фундаментальних знань з дисципліни, до якої застосовується програмний пакет, а від викладача – вміння поєднати сучасне і фундаментальне в навчальному процесі.

### Література

1. Національна доктрина розвитку освіти. – К.: Вид-во "Либідь", 2002. – 16 с.
2. Стеблюк С.В. Інноваційні технології навчання в вищій школі / С.В. Стеблюк // Науковий вісник Ужгородського національного університету: зб. наук. праць. – Сер.: Педагогіка. Соціальна робота. – 2011. – Вип. 20, № 20. – С. 141-146.
3. Триус Ю.В. Мобільні математичні середовища: сучасний стан та перспективи розвитку / Ю.В. Триус, К.І. Словак, С.О. Семеріков // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. – Сер.: 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. праць. – Сер.: Педагогіка. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова. – 2011. – № 12(19). – С. 102-109.
4. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи / Ю.В. Триус // Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова: зб. наук. праць. – Сер.: 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання / Педрада. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова. – 2010. – № 9(16). – С. 16–29.
5. Сікора Я.Б. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в системі прикладної математичної підготовки майбутніх фахівців з інформатики / Я.Б. Сікора // Інформаційні технології і засоби навчання: зб. наук. праць. – 2011. – № 1, т. 21. [Електронний ресурс]. – Доступний за <http://www.journal.itta.gov.ua>.

### Чмыр О.Ю., Карабын О.А. Геометрическое применение двойных интегралов с использованием команд пакета Maple

Обоснована целесообразность сочетания современных информационных технологий и традиционных методов обучения при преподавании высшей математики студентам технических специальностей. Приведены примеры реализации решения некоторых задач из раздела "Интегральное исчисление функций многих переменных" средствами

программного пакета Maple. Показана необходимость глубокой фундаментальной подготовки по высшей математике для овладения приемами расчетов программными средствами.

**Ключевые слова:** инновационные методы, программные средства обучения, информационные технологии, область интегрирования.

### Chmyr O.Yu., Karabyn O.O. Geometric applications of double integrals using the commands of packet Maple

In the article a combination of modern information technology and traditional teaching methods in the teaching of Mathematics to students of technical specialties are considered. Examples of solving some problems from the section "Integral calculus of functions of several variables" by means the software package Maple are demonstrated. The need for deep fundamental training in higher mathematics to master the methods of calculations by software are showing.

**Keywords:** Innovative methods, software training, information technology, region of integration.

УДК 656.13

Ст. викл. Д.В. Руденко; курсант О.Д. Лагодюк – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

### ПОБУДОВА МОДЕЛІ РОБОТИ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ З МЕТОЮ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АВТОТРАНСПОРТУ

Запропоновано критерій ефективності функціонування логістичної системи – очікуваний фінансовий результат дає змогу враховувати втрати учасників системи від імпобілізації капіталу. Розглянуто схему логістичної системи на стадії розподілу товарів. Побудова моделі роботи логістичної системи дає змогу визначити параметри роботи системи, за яких досягається максимум очікуваного фінансового результату. З точки зору використання транспортних технологій доставки товарів, пропонується використовувати показник транспортна привабливість каналів розподілу товарів.

**Ключові слова:** транспортна система, витрати логістичної системи.

**Вступ.** Розгляд автотранспорту як підсистеми логістичної системи виявляє конфлікти між критеріями ефективності підсистем. Так, планування роботи логістичної системи за критерієм мінімум витрат спричинюється до таких конфліктів: зменшення витрат на транспорт призводить до збільшення складських витрат, зменшення витрат на упаковку призводить до збільшення витрат на транспорт і інше [7].

Розвиток ринкових відносин призводить до якісної і кількісної зміни підприємств автомобільного транспорту; змінюється роль окремих технологій перевезень вантажів. Виникає необхідність в отриманні нових наукових знань з питань взаємодії автомобільного транспорту з іншими видами транспорту і підсистемами логістичною системи [3, 5-7, 9, 12, 13]. У міру розвитку економічних відносин дедалі більш актуальним стає визначення ролі державних і приватних структур в роботі і розвитку логістичної системи (зокрема транспорту) [9].

**Виклад основного матеріалу.** Роботу автомобільного транспорту оцінюють техніко-експлуатаційними показниками [8]. Аналіз літературних джерел свідчить, що існуючі закономірності роботи автотранспорту в системах розподілу товарів відображають вплив техніко-експлуатаційних показників на про-