

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-математичний факультет
(Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки)
Українська асоціація з прикладної геометрії
Академія наук вищої освіти України

ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ

ІХ-ї ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ДИЗАЙН, ОБ'ЄКТИ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ТА ІННОВАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ
ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ».

29 квітня 2020 р.
Україна, м. Київ

Відповідальний за випуск – д-р. техн. наук, проф., Ванін В.В.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Співорганізатори конференції:
Українська асоціація з прикладної геометрії,
Академія наук вищої освіти України

Програмний комітет:

1. Ванін Володимир Володимирович, заслужений працівник народної освіти України, академік Академії наук вищої освіти України, д.т.н., професор, декан ФМФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського – **голова наукового комітету**.
2. Кузнецов Ю.М., заслужений винахідник УРСР, заслужений працівник народної освіти України, академік АН вищої освіти України, віце-президент з наукової роботи АНВОУ, д-р техн., професор кафедри КВМ ММІ КПІ ім. Ігоря Сікорського.
3. Колосов О.Є. заслужений винахідник України, академік Академії наук вищої освіти України, д-р техн. наук, с.н.с., професор каф. ХПСМ, КПІ ім. Ігоря Сікорського.
4. Юрчук Володимир Петрович, д.т.н., професор кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ – **заступник голови наукового комітету**.
5. Гумен Олена Миколаївна, д.т.н., професор кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, КПІ ім. Ігоря Сікорського.
6. Гнітецька Галина Омелянівна, к.п.н., в. о. завідувача кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ.
7. Яблонський Петро Миколайович, к.т.н., доцент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ.
8. Пилипака Сергій Федорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри прикладної геометрії та графіки Національного університету біоресурсів і природокористування України.
9. Ісмаїлова Неллі Петрівна, д.т.н., доцент кафедри інженерної механіки Військової академії, м. Одеса.

Збірник доповідей IX-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». – Випуск 9. с. з іл..

В авторській редакції

Укладач: канд.техн.наук, доцент Колосова О.П.

Адреса редколегії: 03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37, ФМФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Тел. (044) 204-94-46. E-mail: geometry@kpi.ua, conferencengkg@gmail.com

© *Автори доповідей, 2020*

© КПІ імені Ігоря Сікорського

ДО 90-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ПРОФЕСОРА АНАТОЛІЯ МИКОЛАЙОВИЧА ПОДКОРИТОВА

Ім'я д. т. н. професора А. М. Подкоритова добре відоме професійній спільноті як видатного спеціаліста у сфері нарисної геометрії, інформаційних технологій проектування в машинобудуванні Одеського державного політехнічного університету.

Народився Анатолій Миколайович 24 квітня 1930 р. в місті Арамільську Свердловської області. Науково-педагогічна діяльність Подкоритова А. М. в галузі нарисної геометрії та графіки почалась біля піввіку тому. В 1949 році після закінчення Омського машинобудівного технікуму і одночасно вечірньої школи робітничої молоді, він був направлений на роботу на машинобудівний завод. Працюючи конструктором на заводі, вступив до Омського машинобудівного інституту. Потім служив в лавах Радянської Армії, виконував обов'язки начальника радіолокаційної станції. Після повернення з армії працював майстром виробничого навчання в ремісничому училищі.

В 1958 році Анатолій Миколайович успішно закінчив Омський політехнічний інститут, а в 1958 - 67 роках він уже викладач, ст. викладач кафедри нарисної геометрії та графіки Омського політехнічного інституту. У 1966 році він, як аспірант-заочник Московського авіаційного інституту, успішно захищає кандидатську дисертацію і уже у 1967 році стає доцентом цього ВУЗу.

У період 1966-67 роках він декан механіко-технологічного, а потім до 1971 одночасно проректор з наукової роботи Омського політехнічного інституту. У 1977 р. Подкоритов А. М. успішно захистив докторську дисертацію.

В докторській дисертації професора Подкоритова А. М. на тему «Теоретичні основи автоматизованих методів геометричного моделювання спряжених криволінійних поверхонь, які виключають інтерференцію», були розроблені складні гвинтові поверхні, які знайшли широке використання у машинобудуванні та землеробській механіці.

З 1978 року він доктор технічних наук, а з 1980 року А. М. Подкоритов стає завідувачем кафедри нарисної геометрії та графіки Одеського державного політехнічного університету. В цей час він керує аспірантурою зі спеціальності «Нарисна геометрія та інженерна графіка», ним підготовлено 15 кандидатів технічних наук та 2 доктори технічних наук.

Під його керівництвом розроблено 5 автоматичних установок, які експонувались на ВДНГ СРСР, за що Анатолій Миколайович був удостоєний срібної та бронзової медалей.

Професор А. М. Подкоритов також мав більше 350 опублікованих наукових та методичних праць, опублікованих в Україні та за її межами, а також 14 авторських свідоцтв на винаходи. Серед них кілька підручників

та навчальних посібників з нарисної геометрії, комп'ютерної графіки, кілька монографій. А. М. Подкоритов також редагував 9 міжвузівських наукових та методичних збірників з нарисної геометрії.

Професор Подкоритов А. М. активно працював в громадському та адміністративно-науковому напрямках, був членом редколегії збірника «Прикладна геометрія та інженерна графіка», та декількох спеціалізованих вчених рад із захисту кандидатських та докторських дисертацій.

На кафедрі нарисної геометрії та графіки Одеського державного політехнічного університету, яку очолював з 1980 року, Анатолій Миколайович створив атмосферу творчості, наукових пошуків, конструктивної співпраці. Так на кафедрі регулярно проводяться наукові семінари, розвивається студентська наукова робота, проводяться наукові конференції.

Творча співпраця Анатолія Миколайовича з Київськими політехніками почалась у 1995 році, коли д. т. н., професор Павлов А. В. високо оцінив досягнення наукової школи Подкоритова А. М. Результатами досліджень є захист нашими викладачами докторської та кандидатської дисертацій з області сільськогосподарського машинобудування. Дані дослідження продовжуються і в даний час, оскільки гвинтові робочі поверхні, спроектовані з використанням теорії спряжених поверхонь, мають значну перспективу при обробці твердих ґрунтів.

Як визнання заслуг в науці та перед вищою школою А. М. Подкоритова було нагороджено знаком «Відмінник освіти України», він для колег та студентів є зразком сумлінного відношення до своїх обов'язків, відповідальності та доброзичливості.

На превеликий жаль, 19 квітня 2020 року перестало битись серце Анатолія Миколайовича, але світла пам'ять про нашого вчителя, нашого колегу назавжди залишиться в наших серцях.

Ванін В.В., д.т.н., професор,
Ісмаїлова Н. П., д.т.н., професор,
Юрчук В. П., д.т.н., професор

DESIGNING PARAMETERS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS AND EQUIPMENT FOR PRODUCTION OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS

Volodymyr Vanin, D.S., Professor,
Aleksandr Kolosov, D.S., Professor,
Aleksandr Gondlyakh, D.S., Professor,
Volodymyr Sivetskii, Ph.D., Professor,
Elena Kolosova, Ph.D., Assistant Professor,
*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic
Institute», Kyiv, Ukraine*

Abstract – the design issues of the technological processes of obtaining polymer composites of functional application are analyzed. Ultrasonic cavitation treatment is considered as a basic method of physical modification when obtaining the indicated classes of composites.

Keywords: Functionality, Modification, Composite, Classical, Nanomodified, Carbon, CNT, Technology, Ultrasonic, Cavitation, Treatment

Introduction. Structural polymer composite materials (PCMs) are used in various industries: aircraft, rocket, shipbuilding, automotive and electrical industry, construction, sports industry, chemical and special engineering, medicine, etc. [1]. This is due to a wide range of physico-mechanical and operational properties of materials based on PCMs. For example, such materials combine low density, high modulus of elasticity and strength, durability and other properties.

Functional PCMs, as a rule, is understood as PCMs with special properties that are determined exclusively by their application areas [2]. Moreover, such materials include both classical PCMs with macro- and microfillers, and nanomodified (NM) PCMs (NM PCMs). In particular, the following materials belong to functional PCMs: thermal insulation, including foam and cellular, electrical insulation; corrosion resistant; conductive; arc resistant; friction; anti-friction; hydrophobic; fire resistant; crack resistant; armoured, etc. Thus, the development of technical means (technologies and equipment) for obtaining structural PCMs with special properties, including intelligent PCMs, based on both thermosetting and thermoplastic matrices (including NM ones), as well as carbon, glass or organic fillers, is one of the urgent problems of polymer materials science and polymer technology.

Purpose and Objectives of the Study. The purpose of the article is a brief analytical review of some existing and developed by the authors

methodological approaches to the creation of structural classical PCMs and NM PCMs of functional application by selecting and subsequent physical and chemical modification of their constituent components, including the analysis of technical means for their production.

Results and Discussion. The design of the parameters of the technological process and the equipment implementing it to obtain structural reactoplastic classical PCMs and NM PCMs of functional application involves consideration of a range of technical and economic issues [3 - 12].

For example, the study [3] analyzes the potential directions of development of the technology for producing polymer NM PCMs of functional application, including consideration of the economic aspects of their implementation. Particular attention is focused on the practical uselessness of the use of ultrasonic (US) due to the difficulties of uniform distribution of nanofillers in the liquid polymer matrix by traditional methods, as well as due to the high surface energy of the introduced nanoparticles, their mutual attraction, which leads to their coalescence and aggregation [8].

The most important factors influencing the creation of such materials are the (relatively) small size and (maximum) uniform distribution of CNT particles in the liquid polymer matrix [12]. Moreover, it was shown that the efficiency of incorporating dispersed nanoparticles into a liquid polymer medium depends on a number of factors, including their optimal dosage and technological parameters of the mixing process [10]. In addition, there are features of the introduction of nanofiller in a liquid medium upon receipt of NM PCMs.

For example, in [11], it was found that when molding reactoplastic NM PCMs, it is preferable to introduce nanofiller particles first into a less viscous liquid medium. In this study, nano-dispersed filler of annealed composite based on oligo-elements (composed of minerals, salts, metals) and PB based on an epoxy oligomer (EO) of the ED-20 brand were used. A low-molecular hardener, polyethylene polyamine PEPA, was used for crosslinking epoxy resin (ER) based on EO.

The process of dispersing nanoparticles in a liquid polymer medium under the influence of US vibrations in the cavitation mode promotes a uniform distribution of nanoparticles in a liquid polymer matrix. As a result of the US action, mechanical energy is pumped in, PB is heated, and epoxy macromolecules are activated, which leads to an additional decrease in the viscosity of the polymer system. Also, there is a uniform distribution of the dispersed nanofiller over the volume of liquid PB and the formation of free radicals.

In turn, the subsequent chemical interaction causes the formation of NM material with improved performance properties, in particular, abrasive wear. The effectiveness of US treatment depends on the effective technological parameters of sonication. As is known, frequency, amplitude, intensity, operating pressure, temperature, volume (mass) of the liquid medium being sonicated are considered as the main technological parameters of US treatment in liquid media.

A number of these parameters are interrelated, for example, frequency, amplitude and intensity, and their combination, as a rule, is established experimentally by statistical means for each case under consideration. The found set of optimal parameters of US cavitation treatment is determined based on the need to improve the performance properties of hardened oligomers or reinforced PCMs based on them [12]. In some cases, the amount of achievable hardening can vary from 40–50% for classical hardened thermosets, based on EOs and epoxy compositions (ECs), and up to 100–200% or even more for NM PCMs [10].

One of the modes of US effects on liquid polymer systems is the variation of the frequency of US. Moreover, this mode can be implemented both separately in the low-frequency and mid-frequency US bands, and with their combination. Another mode of US treatment is the use of variation of the working (static) pressure in the process of sonicating. Its effectiveness was experimentally tested in the formation of heat-shrinkable epoxy couplings (couplings with shape memory effect).

Finally, the optimal parameters of US processing help to reduce the cumulative time of hardening, increase the physicochemical and operational characteristics of PCMs of functional application, allow to reduce the level of residual stresses in them, as well as to increase the durability of their use.

Conclusions. Development and design of effective technical means of low-frequency US cavitation processing is an effective direction for the implementation of physical modification technology.

References

1. *Kolosov A.E., Kolosova E.P.* Chapter 2. Functional Materials for Construction Application Based on Classical and Nano Composites: Production and Properties. In: Recent Developments in the Field of Carbon Fibers. Eds. Rita Khanna, Romina Cayumil. InTechOpen, 2018. – Pp. 9–31.
2. *Kolosov A.E., Kolosova E.P., Vanin V.V., Anish Khan.* Classical Thermoset Epoxy Composites for Structural Purposes: Designing, Preparation, Properties and Applications. In: Thermoset Composites: Preparation, Properties and Applications. Eds. Anish Khan, Showkat Ahmad Bhawani and Abdullah M. Asiri, 2018. Materials Research Forum LLC, Materials Research Foundations, 2018, 38. Pp. 260–299. doi: <http://dx.doi.org/10.21741/9781945291876-9>
3. *Kolosov A.E., Kolosova E.P., Vanin V.V., Anish Khan.* Chapter 25. Ultrasonic Treatment in the Production of Classical Composites and Carbon Nanocomposites. In: Nano Carbon And Its Composites: Preparation, Properties and Applications. 1st edition. Eds. Anish Khan, S. Mohammad Jawaaid, Inamuddin, Abdullah M. Asiri. - Woodhead Publishing (imprint of Elsevier). – 2019. – Pp. 733-780. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102509-3.00025-0>
4. *Kolosov A.E., Kolosova E.P.* Short Review of Studies on Modeling of Technology and Technical Means Used for Production of Classical and Nanomodified Functional Polymer Composite Materials // International Journal of Engineering & Technology. 2018. - Vol. 7, No. 2.23. - Pp. 483-488.

<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/15339/6349>

5. *Sokolskii A.L., Kovalenko K.G., Sivetskii V.I., Kolosova E.P.* Realization of the reverse problem of geometrical modeling in designing of die heads for the production of polymer products // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii.* – 2018. — No.2. – Pp. 109–114.

<http://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHHT/2018/2/Sokolskii.pdf>

6. *Sidorov D. E, Kolosov A.E., Kolosova E.P., Kazak I.A.* Evaluation of kinematic parameters of process of gravitational stretch of billet for extrusion-blow molding of polymer product // *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii.* – 2018. – No. 3. – Pp. 105–112.

7. *A.E. Kolosov, G.A. Virchenko, E.P. Kolosova, S.L. Shambina.* Simulation of the Parameters of an Ultrasonic Dosed Cavitator with Radiative Plate. Part 1. Analysis of Effective Technical Means of Ultrasonic Exposure and a Technique of Variant Structural-Parametric Design/Chemical and petroleum engineering. – 2018. – Vol. 54. – Nos. 7-8. – Pp. 531-541.
<https://doi.org/10.1007/s10556-018-0513-0>

8. *G.A. Virchenko, A.E. Kolosov, E.P. Kolosova, S.G. Virchenko.* Simulation of the Parameters of Ultrasonic Dosing Device with Radiative Plate. Part 2. Optimization of Design and Technological Parameters // *Chemical and petroleum engineering.* – 2018. – Vol. 54.– Nos. 7-8.– Pp. 605-612.

<https://doi.org/10.1007/s10556-018-0522-z>

9. *V.V. Vanin, G.A. Virchenko, A.E. Kolosov, E.P. Kolosova.* Simulation of the parameters of ultrasonic dosing cavitation device with radiative plate. Part 3. Computer-Aided Variant 3D-Design // *Chemical and petroleum engineering.* – 2019. – Nos. 1. – Pp. 1– 7. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10556-019-00535-7>

10. *Kolosov A.E., Sivetskii V.I., Kolosova E.P., Vanin V.V., Gondlyakh A.V., Sidorov D.E., Ivitskiy I. I.* Creation of Structural Polymer Composite Materials for Functional Application Using Physicochemical Modification. *Advances in Polymer Technology*, vol. 2019. 12 pp. <https://doi.org/10.1155/2019/3501456>

11. *Kolosov, A.E., Sivetskii, V.I., Kolosova, E.P., Vanin, V.V., Gondlyakh, A.V., Sidorov, D.E., Ivitskiy, I.I., Symoniuk, V.P.:* Use of Physico-Chemical Modification Methods for Producing of Traditional and Nanomodified Polymeric Composites with Improved Operational Properties. *International Journal of Polymer Science*, 18 pp. (2019). <https://doi.org/10.1155/2019/1258727>

12. *A.E. Kolosov, D.E. Sidorov, E.P. Kolosova and Anish Khan,* “Low-Frequency Ultrasound as an Effective Method of Energy Saving During Forming of Reactoplastic Composite Materials,” In: V. Ivanov et al. (eds). *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE - 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* Springer, Cham, pp. 755-764, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_75

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІКИ МАНІПУЛЯТОРІВ

Янчевський І.В., докт. фіз.-мат. наук, професор, (науковий керівник)

Жуковська А.О., студентка.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

(Україна, Київ)

Анотація – у статті розглянуто алгоритм розв'язання задач параметричної оптимізації в середовищі програмування EULER. Аналітичні методи моделювання, які дозволяють отримувати точні значення характеристик технічної системи для скорочення строків експериментальних досліджень і тривалості проектування технічної системи в цілому.

Ключові слова – маніпулятор, динаміка, параметрична оптимізація, програмний комплекс EULER.

Постановка проблеми. Обов'язковим етапом життєвого циклу [1] відповідальних технічних систем-новинок є випробування (перевірка) запропонованої концепції, яка полягає, зазвичай, у проведенні експериментальних досліджень для дослідних зразків зазначених новинок.

Для зниження вартості цих експериментів, складання раціональної програми їх проведення і, відповідно, скорочення строків експериментальних досліджень і тривалості проектування технічної системи в цілому, досить часто на підготовчому етапі залучають математичне моделювання [2].

Основна частина. Аналітичні методи моделювання, як один з підходів математичного моделювання, дозволяють отримувати точні значення характеристик технічної системи як, наприклад, деяку функцію її експлуатаційних параметрів. Однак можливості аналітичних підходів є досить обмеженими. Основним недоліком аналітичних методів є той факт, що для отримання формул і рівнянь, які як описують реальну технічну систему, так і можуть бути розв'язані з використанням сучасного математичного апарату, необхідно приймати низку припущень. Тому досить розповсюдженим при проектуванні нових зразків техніки є використання чисельних методів моделювання, які реалізовані в численних САПР.

Для дослідження динаміки багатокомпонентних механічних систем великий потенціал можливостей мають такі програмні комплекси як ANSYS, EULER, ADAMS, SolidWorks Motion та Universal mechanism [3]. Використання таких комплексів дозволяє вже на початкових стадіях проектування отримувати прийнятної точності інформацію про кінематику та силове навантаження компонент технічних систем, а також моделювати різноманітні позаштатні ситуації, які можуть виникнути при їх експлуатації. На підставі розроблювальних у рамках цих програмних комплексів комп'ютерних моделей можна не тільки визначати вихідні характеристики проєктованих систем, але й розв'язувати низку прикладних задач, зокрема, задач параметричної оптимізації, метою яких є забезпечення заданих значень вихідних параметрів проєктованого об'єкта за рахунок варіювання вхідних параметрів з урахуванням обраних критеріїв.

Висновки. Дана доповідь присвячена висвітленню алгоритму розв'язання задач параметричної оптимізації в середовищі програмування EULER [4]. Слід зауважити, що технологія автоматизованого динамічного аналізу, яка реалізована у комплексі EULER, забезпечує багаторазове зменшення часу створення динамічних моделей складних систем і гнучкість у випадку їх переналаштування. Конкретні розрахунки виконані для моделі шарнірного маніпулятора з трьома ступенями вільності. Зокрема, розглянута задача пошуку геометричних параметрів окремих його ланок та енерго-кінематичних параметрів приводів, які забезпечують рух вихідної ланки за заданим законом з врахуванням інерційних характеристик ланок і передбачуваної маси корисного вантажу.

Зазначений алгоритм може бути використаний при розв'язуванні задач оптимального проектування більш складних технічних систем, при цьому він має низку переваг у порівнянні з іншими підходами, посилення на деякі з них за тематикою досліджень можна знайти у публікації [5].

Бібліографічний список

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Життєвий_цикл_товару
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Математичне_моделювання
3. Цейко А.В. Аналіз існуючих CAD/CAM/CAE-систем, їх потенційні можливості при постановці експерименту / А.В. Цейко // Наукові нотатки : Міжвуз. зб. – 2013. – № 41 (2). – С. 244–250.
4. Бойков В. Программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем EULER / В. Бойков // САПР и графика. – 2000. – № 9. – С. 17–20.
5. Qu J., Zhang F., Tang Y., Fu Y. Dynamic visual tracking for robot manipulator using adaptive fading Kalman filter // IEEE Access. – 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНИХ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ ПЕРЕРІЗІВ КРИЛА ЛІТАКА НА ЕТАПАХ ВИРОБНИЦТВА

Козлов С.О., інженер

Державне підприємство «АНТОНОВ»

(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається спосіб визначення фактичних кутів встановлення перерізів крила літака на етапах виробництва.

Ключові слова – геометричні параметри (ГП), консольна частина крила (КЧК), кут встановлення перерізу крила, кесон, умовна хорда, життєвий цикл виробу (ЖЦВ).

Постановка проблеми. Дослідження динаміки змін фактичних геометричних параметрів ($ГП_{факт}$) літака, починаючи з етапу підготовки виробництва і закінчуючи етапом остаточного складання літака, дозволяє вчасно виявити їх відхилення від проєктних геометричних параметрів ($ГП_{проект}$), виявити причини виникнення цих відхилень та внести відповідні корективи в процес виробництва. Ефективним підходом до таких досліджень є створення послідовності моделей геометричних параметрів [1-4] на визначених етапах виробництва, за результатами обмірів з використанням лазерних координатно-вимірювальних машин (КВМ) [6]. В залежності від етапів виробництва літака досліджуваними об'єктами є: складальне оснащення, ізольовані агрегати літака після їх виготовлення в стапелі, літак після остаточного складання. На кожному з етапів виробництва літака виникає практична необхідність у розробці способів та методів визначення його $ГП_{факт}$.

Аналіз останніх досліджень. В роботах [1-4] досить докладно висвітлено проблематику геометричного моделювання протягом життєвого циклу літака, розроблено нові підходи [5] та методи [6] визначення ГП виробу в аспекті ЖЦВ. Але питання, висвітлені в зазначених роботах, потребують розширення досліджень стосовно методів визначення широкого спектра ГП на усіх стадіях ЖЦВ, зокрема на етапах виробництва.

Формулювання цілей. Ціль публікації полягає у висвітленні методу визначення фактичних кутів встановлення перерізів крила на етапі виробництва.

Основна частина. Розглянемо метод визначення величин фактичного параметра кута встановлення перерізу крила $\alpha_{іфакт}$ за результатами обмірів кесона КЧК після виймання зі стапеля.

На етапі робочого проектування значення проєктного параметра $\alpha_{i\text{проект}}$ легко визначити для будь якого перерізу крила за моделлю майстер-геометрії виробу. При виробництві теоретичні параметри використовуються як номінальні в усіх процедурах з контролю ГП.

При визначенні $\text{ГП}_{\text{факт}}$ літака на етапах виробництва необхідно враховувати наступні фактори: точність виготовлення елементів конструкції виробу, накопичення та вплив похибок при обмірах, складність операції обмірів, трудовитрати при підготовці об'єкта дослідження до проведення процедури обміру, тощо. Процес визначення $\text{ГП}_{\text{факт}}$ повинен забезпечити достатню інформативність даних і, в той самий час, бути оптимальним за витратами матеріальних та трудових ресурсів.

Для отримання необхідних даних, на основі яких розраховуються $\alpha_{i\text{факт}}$, запропоновано обміряти кесон КЧК з використанням КВМ в площинах нервюр. При обмірах визначаються відхилення δ_i фактичних точок перетину площин нервюр з площинами лонжеронів на верхній та нижній поверхнях кесону від проєктної поверхні, що закладена в майстер-геометрії. Для побудови системи координат моделі обмірів додатково фіксуються координати стикових отворів та параметри площини стику КЧК з центропланом (рис. 1)

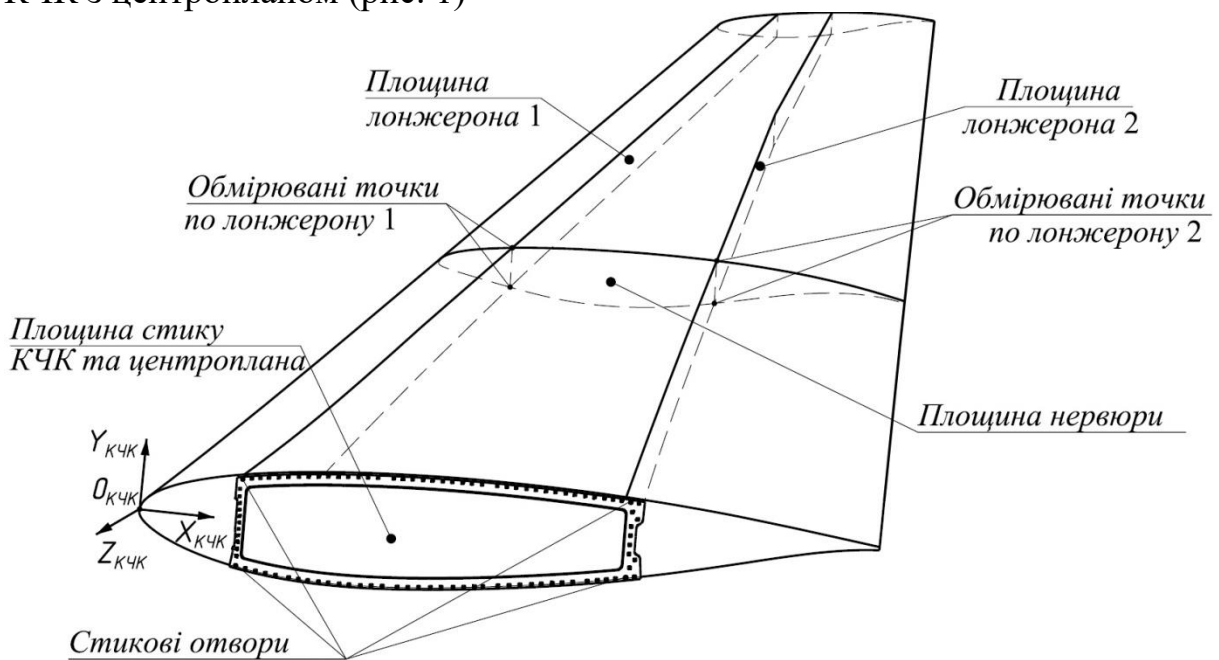


Рис. 1. Обмір кесона КЧК

Величини δ_i визначаються як відстані від обмірних точок фактичного контуру перерізу до теоретичної поверхні еталонної моделі. При цьому δ_i набуває додатних значень (знак «+») при розміщенні виміряної точки зовні по відношенню до теоретичного контуру КЧК, і від'ємних (знак «-») при розміщенні виміряної точки зсередини по відношенню до теоретичного контуру КЧК (рис. 2)

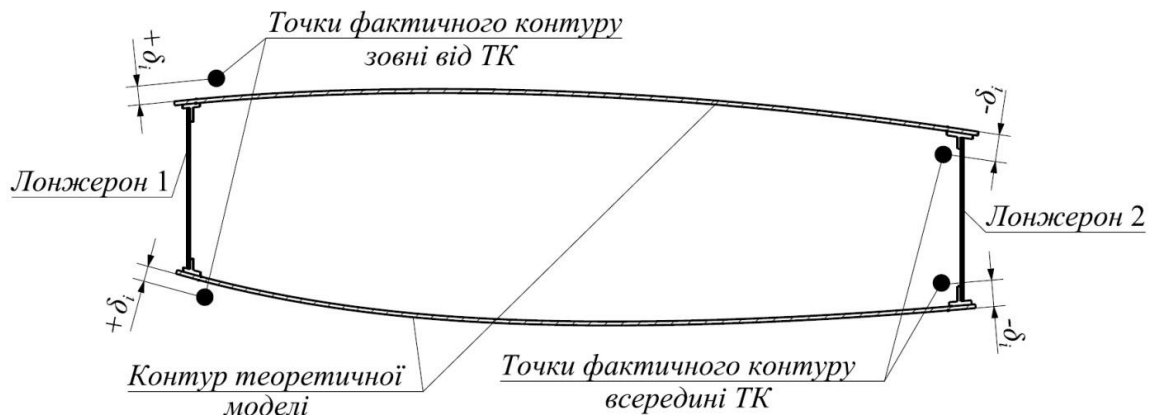


Рис. 2. Точки фактичного контуру відносно теоретичного контуру: δ_i – відстані від обмірних точок фактичного контуру перерізу до теоретичної поверхні еталонної моделі

Використовуючи результати обмірів по кожному з перерізів визначаємо різницю $\Delta\alpha_i$ кутів встановлення фактичного та теоретичного перерізу в площині нервюри.

Для цього введемо поняття умовної хорди кесона. Під умовною хордою кесона будемо розуміти лінію, яка проходить через середини відрізків, котрі поєднують точки перетинів площин лонжеронів з верхнім та нижнім контурами профілів (рис. 3).

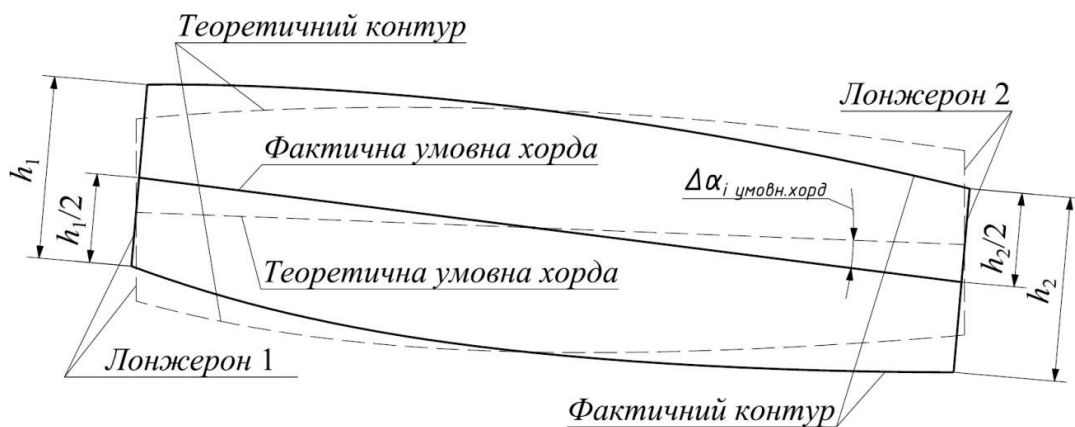


Рис. 3. Зміщення фактичної умовної хорди кесону відносно теоретичної: h_1 – висота лонжерона 1, h_2 – висота лонжерона 2, $\Delta\alpha_{i \text{ умовн.хорд}}$ – різниця кутів встановлення фактичної та теоретичної умовних хорд

Різниця $\Delta\alpha_{i \text{ умовн.хорд}}$ кутів встановлення фактичної та теоретичної умовних хорд дорівнює різниці $\Delta\alpha_i$ кутів встановлення перерізу:

$$\Delta\alpha_{i \text{ умовн.хорд}} = \alpha_i \quad (1)$$

Для визначення $\Delta\alpha_{i \text{ умовн.хорд}}$ запропоновано наступний алгоритм:

1 Визначаємо величину вертикального зміщення кожного лонжерона (зміщення кінців умовної хорди) відносно теоретичної моделі у кожному перерізі (рис. 4) за формулою:

$$\delta_{LNi} = \frac{\delta_{LNi\delta} - \delta_{LNiH}}{2} \quad (2)$$

де: δ_{LNi} – величина вертикального зміщення лонжерона; $\delta_{LNi\delta}$ – величина відхилення виміряної точки від теоретичної моделі на верхній поверхні в зоні лонжерона; δ_{LNiH} – величина відхилення виміряної точки від теоретичної моделі на нижній поверхні в зоні лонжерона;

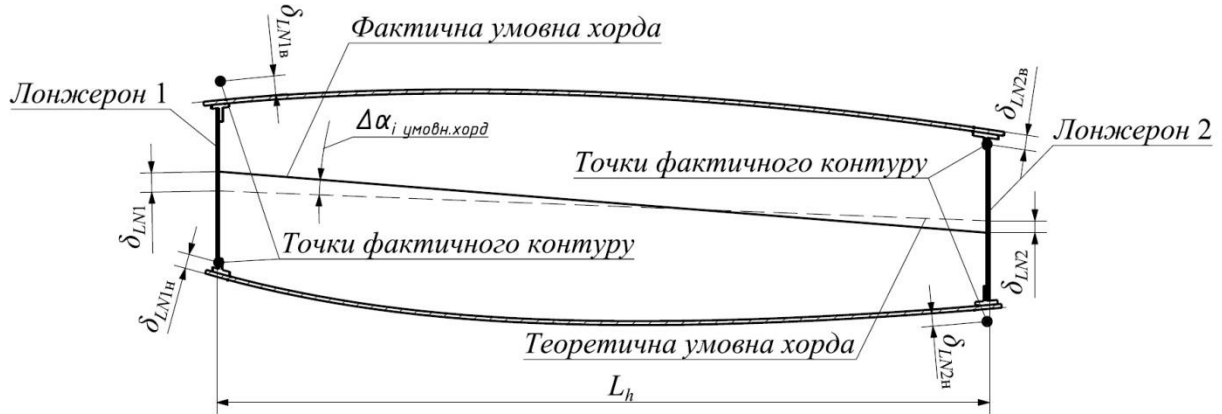


Рис. 4. Визначення різниці кутів встановлення фактичного та теоретичного перерізів кесона:

$\Delta\alpha_{i\text{умовн.хорд}}$ – різниця кутів встановлення фактичної та теоретичної умовних хорд; δ_{LN1} , δ_{LN2} – вертикальне зміщення, відповідно, лонжерона 1 та лонжерона 2; $\delta_{LN1\delta}$, δ_{LN1H} – відхилення, відповідно, верхньої та нижньої точок від теоретичної поверхні в зоні лонжерона 1, $\delta_{LN2\delta}$, δ_{LN2H} – відхилення верхньої та нижньої точок від теоретичної поверхні в зоні лонжерона 2

2 Враховуючи (1) та використовуючи значення, розраховані за формулою (2) визначаємо різницю $\Delta\alpha_{i\text{умовн.хорд}}$ кутів встановлення фактичної та теоретичної умовних хорд перерізу i , відповідно $\Delta\alpha_i$:

$$\Delta\alpha_{i\text{умовн.хорд}} = \Delta\alpha_i = \arctg \left[\frac{\delta_{LN1} - \delta_{LN2}}{L_h} \right] \quad (3)$$

де: $\Delta\alpha_{i\text{умовн.хорд}}$ – величина різниці кутів встановлення фактичної та теоретичної умовних хорд, $\Delta\alpha_i$ – величина різниці кутів встановлення фактичного та теоретичного перерізів, δ_{LN1} – величина вертикального зміщення лонжерона 1, δ_{LN2} – величина вертикального зміщення лонжерона 2, L_h – довжина умовної хорди перерізу, визначена по теоретичній моделі.

Використовуючи значення $\Delta\alpha_i$, розраховані за формулою (3), знаходимо фактичний кут встановлення перерізу в площині нервюри $\alpha_{i\text{факт}}$ за наступною формулою (4):

$$\alpha_{i\text{факт}} = \alpha_{i\text{проект}} + \Delta\alpha_i \quad (4)$$

де: $\alpha_{\text{факт}}$ – величина кута встановлення фактичного перерізу, $\alpha_{\text{проект}}$ – величина кута встановлення теоретичного перерізу, $\Delta\alpha_i$ – величина різниці кутів встановлення фактичного та теоретичного перерізів.

Висновки. Запропонований спосіб визначення фактичних кутів встановлення перерізів крила на ключових етапах виробництва літака робить можливим створення послідовності геометричних моделей теоретичних поверхонь крила упродовж ЖЦВ та надає можливість аналізувати динаміку зміни цього параметру протягом усього процесу виробництва, а також дослідити вплив відхилення даного параметру на льотні характеристики виробу.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В. Особливості геометричного моделювання поверхні крила в аспекті життєвого циклу літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, А. Й. Незенко // Вісник Херсонського нац. техн. ун-ту. Херсон: ХНТУ, 2017. Вип. 3 (62). Т.2. С. 260–263.
2. Ванін В.В. Геометричне моделювання теоретичних поверхонь крила в контексті життєвого циклу літака з урахуванням змінюваних параметрів / В.В. Ванін, А. Й. Незенко // Сучасні проблеми моделювання: збірник наукових праць. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2018. Вип. 11. С. 25–29.
3. Ванін В.В. Моделювання зовнішніх обводів на стадіях виробництва та експлуатації життєвого циклу літака / В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, А. Й. Незенко // Збірник доповідей VII-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». Київ: НТУУ "КПІ", 2018. С. 4–7.
4. Вірченко Г.А. Складні технічні вироби як об'єкти геометричного моделювання на протязі життєвого циклу / Г.А. Вірченко А.Й. Незенко // Збірник доповідей VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених». Київ: НТУУ "КПІ", 2017. С. 75–78.
5. Незенко А. Й. Процесний підхід до управління формуванням геометричних параметрів літака / А. Й. Незенко, В.Г. Вірченко, О.В. Білик, С.О. Козлов // Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2017». Київ: НАУ, 2017. С. 9.27-9.31.
6. Пасічник Д.Д. Особливості нівелювання літаків за допомогою лазерної координатно-вимірювальної машини / Д.Д. Пасічник, Г.А. Вірченко, А.Й. Незенко // Інформаційні системи, механіка та керування: науково-технічний збірник. Київ: НТТУ "КПІ", 2014. Вип.10. С. 152-159.

ОДИН З НАПРЯМІВ РОЗВІТКУ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

Білицька Н.В., к.т.н., доцент,

Гетьман О.Г., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – В час бурхливого розповсюдження цифрових технологій дуже важливо заохочення студентів до вивчення дисциплін, які розвивають логічне мислення та творчі здібності. К таким дисциплінам відносяться нарисна геометрія та інженерна графіка. Тому необхідно прищеплювати інтерес студентів до вивчення цих предметів. Проведення олімпіад з інженерної графіки заохочує студентів до опанування дисципліною, яка розвиває творчий потенціал та сприяє фундаментальній підготовці спеціалістів.*

***Ключові слова** – інженерна графіка, олімпіада, перетин поверхонь, одинарне проникання, подвійне проникання, заміна площин проекцій.*

Постановка проблеми. Широке розповсюдження доступних комп'ютерних технологій призводить до зміщення балансу інтересів молоді у бік постійного зниження уваги до фундаментальних дисциплін, однією з яких є інженерна графіка.

Аналіз останніх результатів. У студентів виникають серйозні труднощі під час навчання курсам, які базуються на геометричних образах та побудовах. Це пов'язано, окрім іншого, із відсутністю навичок будування логічних ланцюжків алгоритмів та мислення геометричними образами. Однією з причин цього є скорочення годин та недостатній рівень викладання геометрії у школі. Але для формування сучасного інженера вміння виконувати та читати кресленики необхідно, особливо при провадженні комп'ютерних технологій проектування.

Формулювання цілей. Цикл дисциплін загальної, природничо-наукової підготовки студентам необхідний для оволодіння спеціальними професійними знаннями. Дуже важливо знайти засоби зацікавлення студентів фундаментальними дисциплінами, що викладаються згідно з навчальними планами підготовки спеціалістів.

Основна частина. Для стимулювання інтересу студентів до графічних дисциплін в «КПІ імені Ігоря Сікорського» у рамках I туру Всеукраїнської олімпіади щорічно проводяться студентські олімпіади [1-4].

На превеликий жаль, години, що відведені на вивчення дисципліни «Інженерна графіка» в навчальних планах підготовки бакалаврів, значно зменшені порівняно з попередніми роками. Тому більша кількість студентів вивчають положення цього курсу скорочено. У зв'язку з цим на олімпіаду з інженерної графіки виносяться задачі, які студенти розв'язують навіть у мінімальному курсі. Це задачі з базових тем дисципліни: метод перетворення проекцій за допомогою заміни площини проекцій та перерізи поверхонь площинами.

Завдання на олімпіаді відрізняються за рівнем складності в залежності від кількості навчальних годин, які припадають на вивчення курсу інженерної графіки у навчальних планах. Виділяють два рівня складності у задачах на переріз поверхонь площинами.

На олімпіаді 2019 року для обох рівнів була запропонована задача на застосування метода заміни площин проекцій. (рис.1):

Побудувати правильну чотирикутну піраміду $SABCD$, основа якої розташована у площині $\Sigma(Q, h)$, сторона AB належить прямій h а її висота $SO = 60$ мм.

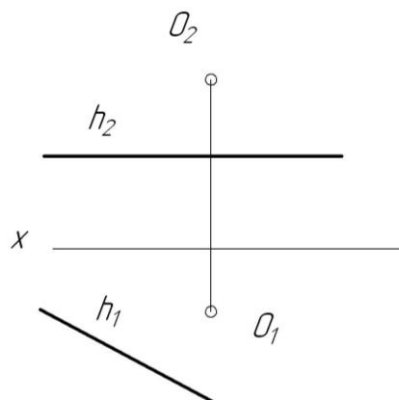


Рис.1. Перше завдання для обох рівнів складності.

Умова задачі надана у текстовому вигляді та графічно на комплексному кресленику, що дозволяє студенту краще зрозуміти суть завдання та раціональне розмістити умову, щоб розташувати розв'язок на аркуші паперу.

Для розв'язку цього завдання необхідно вільно володіти знаннями, що отримані при вивченні методу заміни площин проекцій, але її розв'язок не вимагає наявності неабияких здібностей.

Друге завдання, яке більш складне та вагоме, передбачає побудову перерізів поверхонь площинами. В залежності від кількості годин, що відведені на вивчення дисципліни, на олімпіаду виносяться задачі двох рівнів складності: «одинарне проникання» (рис.2, 3, 4) та «подвійне проникання» (рис.5, 6, 7).

Для одинарного проникання задано складне геометричне тіло, що перетинається гранним вирізом. Геометричне тіло обмежено сферичною поверхнею та правильною шестикутною пірамідою. Виріз утворений

шістьма фронтально-проекціуючими площинами. Для розв'язку цього завдання необхідно побудувати перерізи обох поверхонь заданими площинами. Студенти повинні вміти користуватися перевагами окремого розташування геометричних об'єктів і будувати їх лінію перетину.

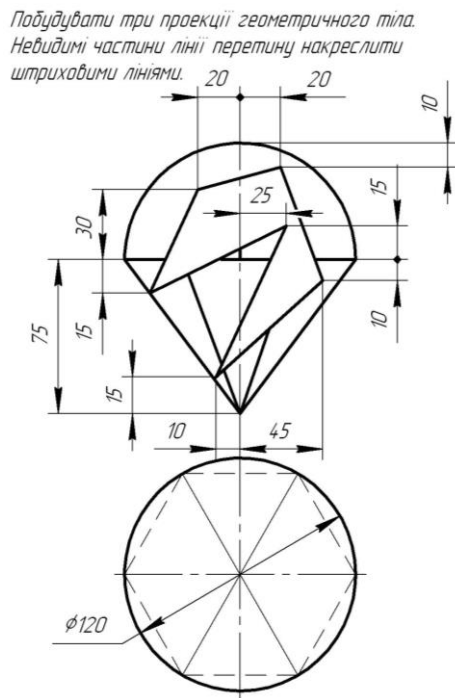


Рис.2. Одинарне проникання для першого рівня складності.

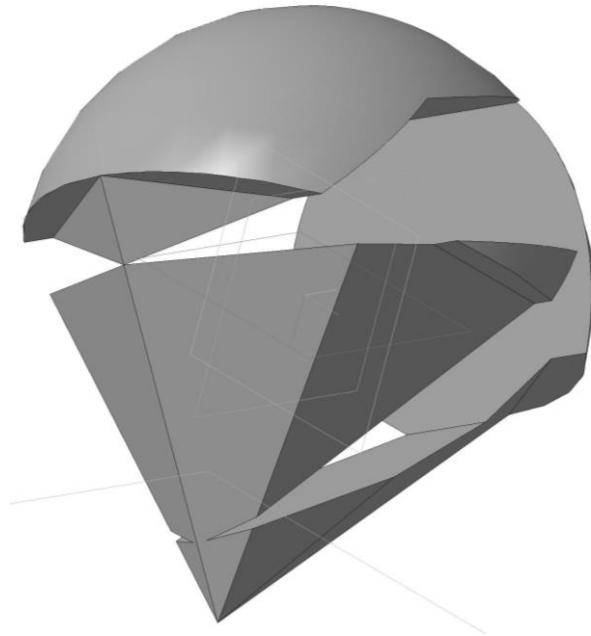


Рис.3. Просторова модель геометричного тіла.

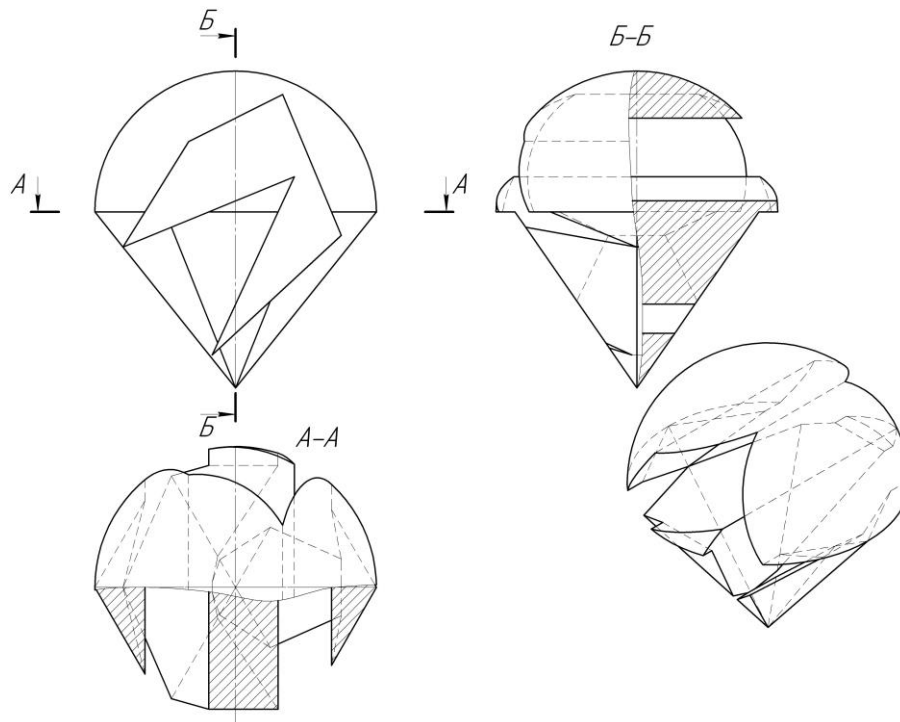


Рис.4. Розв'язок задачі на комплексному кресленнику.

Для подвійного проникання надається геометричне тіло з отвором. Тіло обмежене із зовнішньої сторони зрізаним конусом, а отвір — правильна шестикутна піраміда. Виріз утворений шістьма фронтально-проекціюючими площинами.

*Побудувати три проекції геометричного тіла.
Невидимі частини лінії перетину накреслити штриховими.*

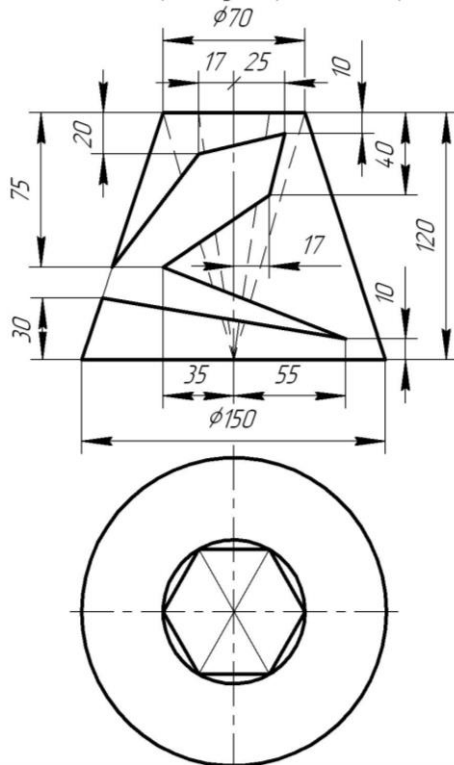


Рис.5. Подвійне проникання для другого рівня складності.

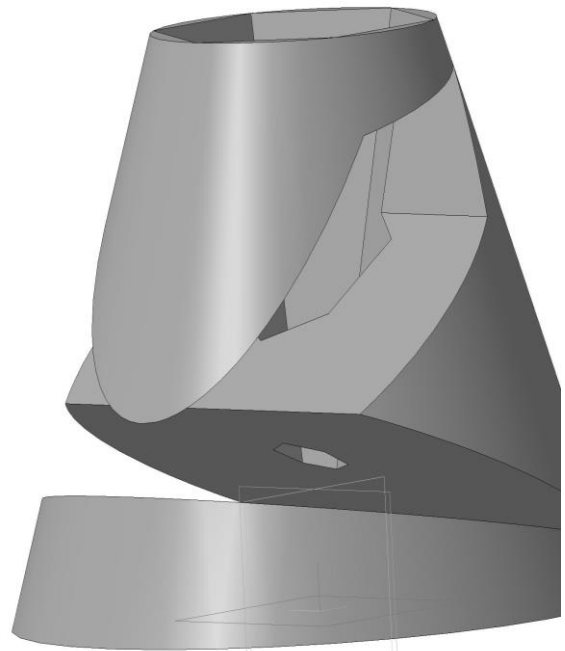


Рис.6. Просторова модель геометричного тіла.

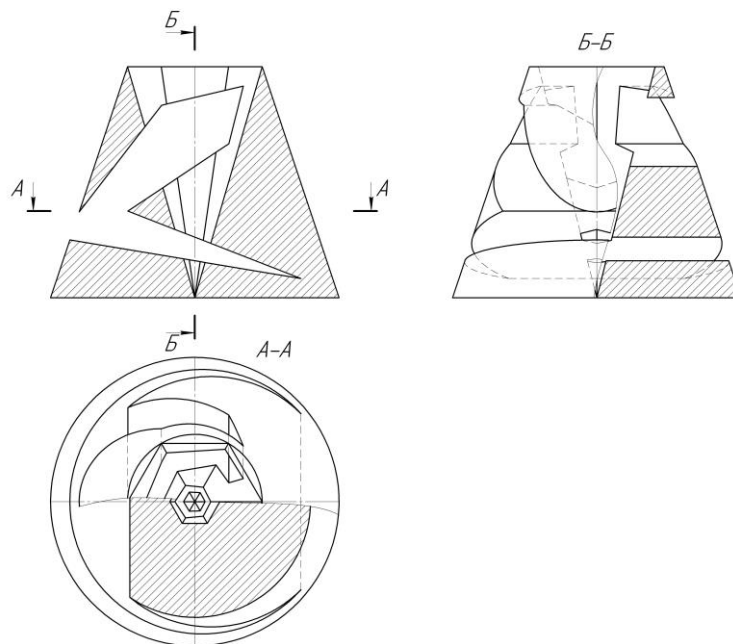


Рис.7. Розв'язок задачі на комплексному кресленику.

Ця задача більш складна, ніж перша, при її розв'язанні у студентів виникає більше проблем, тому що побудова «внутрішньої» та «зовнішньої» задач ведеться на спільному полі і вимагає більшої ясності мислення та концентрації уваги.

На кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки були організовані наукові гуртки для заохочення студентів до творчої праці та підготовки до участі в олімпіаді. Вони збирали досить широку аудиторію. Студенти вивчали деякі питання курсу, що не входять у загальну програму дисципліни, та удосконалювали свої вміння створювати алгоритми рішення просторових геометричних задач та навички до їх втілення на комплексному кресленнику.

Але, останнім часом кількість гуртків, які охоплювали велику студентську масу майже усіх факультетів та інститутів університету, адміністрацією було скорочено до кількох гуртків за профілем дисциплін кафедри: нарисної геометрії, інженерної графіки, комп'ютерної графіки.

Олімпіада з інженерної графіки досі має популярність у студентів, збираючи щорічно біля двохсот учасників, але на жаль, їх кількість зменшується останнім часом (табл.1). Кількість учасників першого рівню хоч й не монотонно, але зростає по відношенню до другого. Це відповідає перерозподілу навчальних часів за дисциплінами «Інженерна графіка» та «Комп'ютерна графіка» на користь останньої.

Таблиця 1.

Рік	Кількість учасників	1 рівень	2 рівень	1 рів./ кільк.уч.
2010	228	106	122	46.5%
2011	172	71	101	41.3%
2012	224	97	127	43.3%
2013	185	109	76	58.92%
2014	157	118	39	75.16%
2015	161	81	80	50.03%
2016	114	62	52	54,39%
2017	114	76	38	66,67%
2018	112	82	30	73,21%
2019	111	75	36	67,57%

Студенти-переможці та ті, що отримали гарні результати, але не досягли рівня призерів, заохочуються викладачами додатковими балами, які враховуються при складанні заліків та іспитів.

Висновки. Студенти, намагаючись отримати гарну оцінку на заліку та іспиті, починають відвідувати гурток, а потім зацікавлюються самим предметом і досягають значних результатів у його опануванні. Така система заохочення досить ефективно сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення дисципліни і є суттєвим важелем для поліпшення загального рівня фундаментальної та інженерної підготовки.

Бібліографічний список

1. Білицька Н.В. Шляхи підвищення рівня підготовки студентів з графічних дисциплін. /Н.В.Білицька, О.Г.Гетьман, Г.С. Мартиненко. /Збірник тез доповідей 5-й Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених. Випуск 5. – К., ДІА, 2016.

2. Білицька Н.В. Один з шляхів досягнення фундаментальної підготовки студентів. /Н.В.Білицька, О.Г.Гетьман, Г.С. Мартиненко. /Збірник тез доповідей 6-й Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Випуск 6. – К., ДІА, 2017. С.37-40

3. Білицька Н.В. Фундаментальна підготовка студентів запорука успішного становлення спеціаліста. /Н.В.Білицька, О.Г.Гетьман. / Збірник тез доповідей 7-й Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених. Вип.7. – К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С.145-149.

4. Білицька Н.В. Підсумки студентської олімпіади з інженерної графіки. /Н.В.Білицька, О.Г.Гетьман /Збірник тез доповідей 8-й Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених. Вип.8. – К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. С.194-199.

РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР

Десницький О.М., студент;

Колосова О.П., доцент, канд. техн. наук.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – геометричне моделювання, нейронна мережа, класифікація зображень.

Анотація – у статті розглянуто основні методи вирішення проблем очищення зображень від шуму, приведення зображень до необхідного стандарту, підбір архітектури нейронної мережі та компонування різних алгоритмів для вирішення задачі класифікації зображень.

Постановка проблеми. Розпізнавання образів є актуальною задачею прикладної геометрії. Дуже часто при обробці технічних документів постає проблема із читанням і розпізнаванням рукописних текстів. Ця робота присвячена застосуванню нейронних мереж для розв'язування задачі класифікації рукописних цифр.

Основною проблемою при вирішенні питання про розпізнавання рукописних текстів є питання «чутливості» до змін у вхідних даних нейронних мереж. Суть цього питання в тому, що навіть малі відхилення на фото цифри (нерівномірне освітлення, змінення в яскравості зображення, товщини ручки, розміру фото і т. ін.) можуть призвести до неправильної класифікації. Питання не тільки в тому, як натренувати нейронну мережу, а ще й у тому, як обробити фото, по якому буде зроблений прогноз, щоб його можна було подати на вхід нейронній мережі.

Формулювання цілей. Нехай у нас є фото з рукописною цифрою на ньому. Наша задача полягає в тому, щоб написати програму, яка б змогла розпізнати цю цифру. Основна мета цієї роботи - описати методи та алгоритми, за допомогою яких можна реалізувати цю програму, та продемонструвати прототип програми.

Основна частина.

В природі існує великий клас задач, які важко розв'язувати алгоритмічно оскільки не завжди вдається описати цей алгоритм. І одним з класів цих важких задач є клас задач на розпізнавання зображень. Здавалося б, проста задача про класифікацію цифр на малюнку мала б мати простий розв'язок, оскільки навіть діти можуть розпізнавати та класифікувати рукописні цифри. Але, як це часто буває в моделюванні,

прості та інтуїтивно зрозумілі речі дуже важко піддаються строгому математичному опису. Для того, щоб розв'язати задачу, яку вдало розв'язує наша нервова система (мозок), роботу цієї системи апроксимують за допомогою комп'ютера, що стало можливо завдяки сучасним досягненням обчислювальної техніки.

Будь-яке зображення може бути записане у вигляді набору цифр, тому відповідні операції з фотографією можуть бути представлені у вигляді функцій над цими наборами цифр, що описують відповідне зображення. Наша задача полягає у відшукуванні функції, яка б класифікувала дане зображення.

Нейронні мережі - це математична спроба апроксимації роботи нервової системи людини. Вони складаються з приєднаних один до одного "нейронів".

Нейрон - це функція багатьох змінних з параметрами. В загальному випадку, j -тий нейрон – це функція

$$\phi_j(\{\theta_j + \sum_{i=1}^n x_i w_{j,i}\}),$$

де ϕ_j - функція активації (activation function), θ_j - зміщення (threshold), $w_{i,j}$ - ваги (weights), x_i - аргументи (input). Зазвичай, ϕ_j – задана функція, θ_j та $w_{i,j}$ - невідомі параметри.

Нейронна мережа – це сукупність під'єднаних, в певному порядку, один до одного нейронів, тобто коли на вхід до одного нейрона подаються вихідні значення інших, відповідних до архітектури, нейронів.

Нехай є деяка невідома функція $g : X \rightarrow Y$, і нехай є деякий набір даних X_{sample} такий, що:

$$X_{sample} = \begin{pmatrix} x_{1,1} & \dots & x_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m,1} & \dots & x_{m,n} \end{pmatrix}.$$

Крім того, для кожного рядка $x_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n})$ з X_{sample} ми маємо відповідне значення y_i з Y_{sample} , таке, що

$$y_i = g(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n}),$$

$$Y_{sample} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{pmatrix}.$$

Наша нейронна мережа – це функція $g^* = g^*(x_1, x_2, \dots, x_n, W)$, яка залежить від n аргументів та від набору невідомих параметрів W :

$$W = (w_{1,1}, w_{1,2} \dots w_{1,l_1}, \theta_{1,1}, \theta_{1,2}, \dots, \theta_{1,l_1}, w_{2,1}, w_{2,2} \dots w_{2,l_2}, \theta_{2,1}, \theta_{2,2}, \dots, \theta_{2,l_2}, \dots, w_{k,1}, w_{k,2} \dots w_{k,l_k}, \theta_{k,1}, \theta_{k,2}, \dots, \theta_{k,l_k}),$$

де W – вектор, що складається з усіх вагів та зміщень.

Нехай у нас заданий деякий функціонал втрат $L(Y_{predicted}, Y_{sample})$, який показує, на скільки значення $Y_{predicted}$ відрізняється від значення Y_{sample} , де

$$Y_{predicted} = \begin{pmatrix} g^*(x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,n}) \\ g^*(x_{2,1}, x_{2,2}, \dots, x_{2,n}) \\ \vdots \\ g^*(x_{m,1}, x_{m,2}, \dots, x_{m,n}) \end{pmatrix}$$

$Y_{predicted}$ - це вектор, що складається з прогнозів, виданих нашою нейронною мережею.

Процесом навчання нейронної мережі називають процес "підбору" вектора W , такого, щоб мінімізувати $L(Y_{predicted}, Y_{sample})$.

$$W = \underset{W \in R^d}{\operatorname{argmin}} L(Y_{predicted}, Y_{sample})$$

Такий підбір не є випадковим, а базується на вибірці, тому і називається "навчанням".

Наприклад, за функціонал втрат L часто беруть середню квадратичну помилку:

$$L = \sum_{i=1}^m (y_i - g^*(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n}))^2,$$

і тоді, якщо функція $g^*(x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n})$ задовольняє усім необхідним умовам, можна градієнтними методами (наприклад градієнтним спуском) знайти такі значення вагів, які б мінімізували цей функціонал втрат.

Задача класифікації зображень за фото є задачею прикладної геометрії, для розв'язання якої нам спершу потрібно математично сформулювати умову та описати з якими об'єктами та як саме ми будемо працювати.

Нехай у нас є фотографія ("зображення") цифри написаної на папері, і ця фотографія задовольняє наступним умовам: а) на фотографії зображено лише лист паперу, причому його краї знаходяться за межами фото; б) на папері написана лише цифра, причому цифра займає площу більше, ніж 28 на 28 пікселів; в) папір білого кольору, а цифра написана ручкою або маркером чітко, так, щоб її можна було "розпізнати"; г) фото зроблено при рівномірному освітленні.

Необхідно знайти функцію $f: X \rightarrow \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$, де X – це множина фото, що задовольняють умовам а) – г). Розглянемо $x \in X$, тобто довільне фото ("зображення") з нашого класу X . Його можна представити у вигляді матриці

Такий формат подання зображення називають RGB. RGB - це формат, в якому може бути подане будь яке зображення. Колір кожної

"точки" $a_{i,j}$ подається у вигляді комбінації червоного, зеленого та синього кольорів. Тобто, кожній точці $a_{i,j}$ відповідає трійка $(r_{i,j}, g_{i,j}, b_{i,j})$, де $0 \leq r \leq 255, 0 \leq g \leq 255, 0 \leq b \leq 255$.

На рис. 1 наведено приклад того, як видимий спектр кольорів подається в RGB форматі

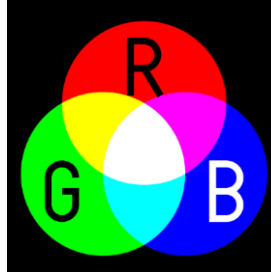


Рис.1.Зображення видимого спектру кольорів в форматі RGB[1]

Будемо шукати функцію $f(x)$ як суперпозицію двох функцій f_1 та f_2 , тобто $f(x) = f_2(f_1(x))$. Таким чином, ми розіб'ємо задачу на дві частини. Таке розбиття зумовлене тим, що в якості функції f_2 ми беремо нейронну мережу, яка буде натренована на вибірці з 60000 однотипних зображень цифр, розміром 28×28 пікселів. Функція f_1 буде робити обробку фотографії таким чином, щоб вихідне зображення можна було подати на вхід нейронній мережі.

У нашій роботі ми розглянули способи побудови нейронної мережі, яка може розпізнати рукописні цифри, її архітектуру, спосіб її навчання і так далі.

В якості архітектури було обрано "feedforward neural network", що містить вхідний слой, розміром 784 нейрони, 3 приховані слої, розміром 512 нейронів з функцією активації Relu, та вихідний слой, де в якості функції активації використовується функція Softmax.

$$Relu(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ x & x > 0 \end{cases}$$

$$Softmax_k(z_1, z_2, \dots, z_n) = \frac{e^{z_k}}{e^{z_1} + e^{z_2} + \dots + e^{z_k} + \dots + e^{z_n}}$$

На рис. 2 наведено схематичне зображення використаної нами нейронної мережі:

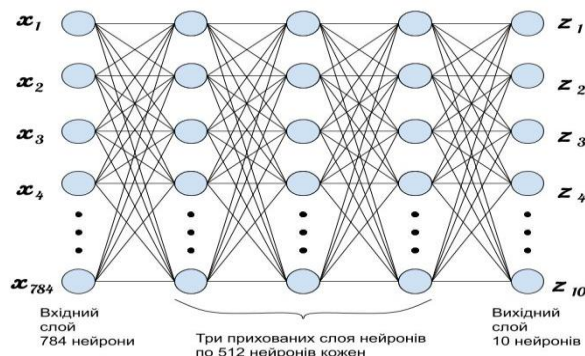


Рис.2 Архітектура нейронної мережі, де точками позначення нейрони, а лініями – їх з'єднання один до одного.

Крім того, було створено алгоритм, за яким було виконано обробку зображення, а саме, ми виділили з фотографії корисну інформацію (відокремили ту частину фото, яка містить цифру від решти фото і привели його до розміру 28 на 28 пікселів) .

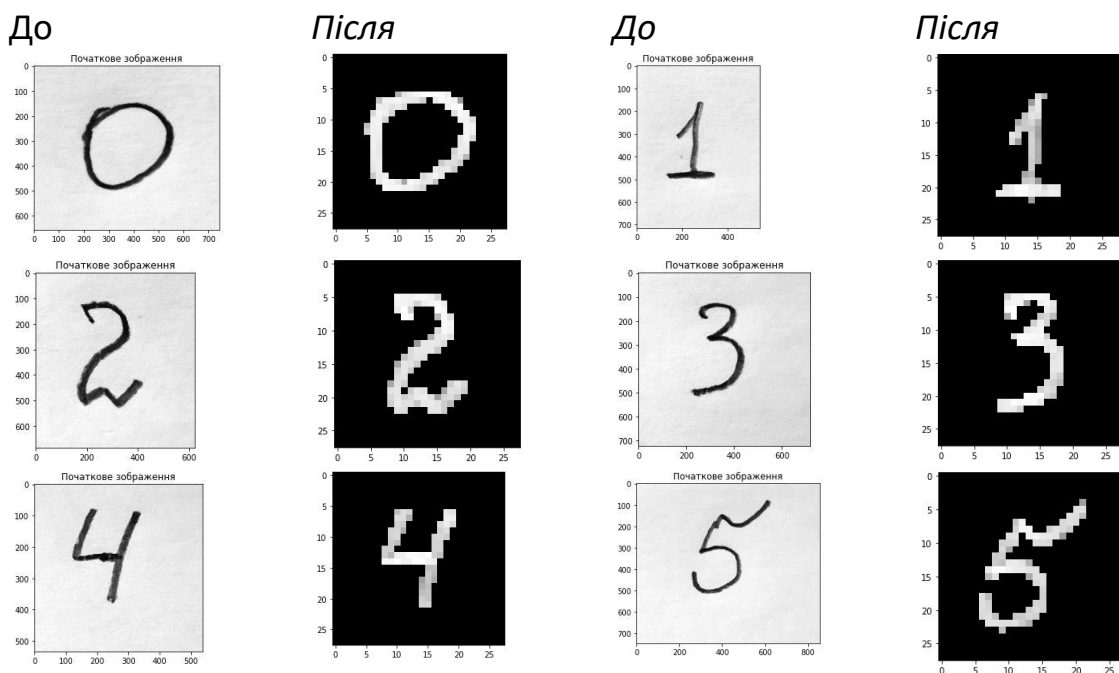


Рис.3. Приклади зображення цифр:
До – до обробки, Після – після обробки

Висновки. Розпізнавання образів – одна з найбільш актуальних сучасних задач прикладної геометрії. В цій роботі було показано, як застосовувати алгоритми машинного навчання разом з алгоритмами обробки зображень для розв’язування задач розпізнавання рукописних цифр. Наведені вище методи можна застосовувати для розпізнавання не тільки цифр, а й будь-яких інших образів.

Бібліографічний список

1. <https://www.digitalcitizen.life/rgb-rgb-lighting>
2. Бейко І.В., Зинько П.Н., Наконечний О.Г. Задачі, методи та алгоритми оптимізації. Рівне – 2011. Ст 150-161
3. Richard Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications. September 3, 2010 draft. c 2010 Springer. Ст 101-118
4. Aurélien Géron, Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. Ст 79-101

НЕТРАДИЦІЙНІ МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Коломийчук Н.М., старший викладач,

Миколайчук В.В., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання активізації роботи студентів на комп'ютерних практикумах і самотійна робота з комп'ютерної графіки.

Ключові слова – інженерна та комп'ютерна графіка, комп'ютерний практикум, графічне мислення, розумова діяльність.

Постановка проблеми. Продовжуємо цикл статей о нетрадиційних методах активізації навчального процесу. Дана стаття присвячується математичній фігурі – стрічки Мебіуса, яка дуже схожа на символ нескінченності (рис.1). Знак нескінченності називають ще «лемніската», що з давньогрецької означає стрічка.

Для побудови стрічки було використано КОМПАС, AutoCAD, SOLIDWORKS. На прикладі побудови цієї стрічки, було порівняно можливості поверхневого моделювання в цих програмах.

Формулювання цілей. Стрічка Мебіуса (або її ще називають петля Мебіуса, лист Мебіуса і навіть кільце Мебіуса) - одна з найбільш відомих в математиці поверхонь. Петля Мебіуса – приклад неорієнтованої односторонньої поверхні з одним краєм в звичайному тривимірному Евклідовому просторі. Більшість предметів є орієнтованими, тобто мають дві сторони, наприклад, аркуш паперу.

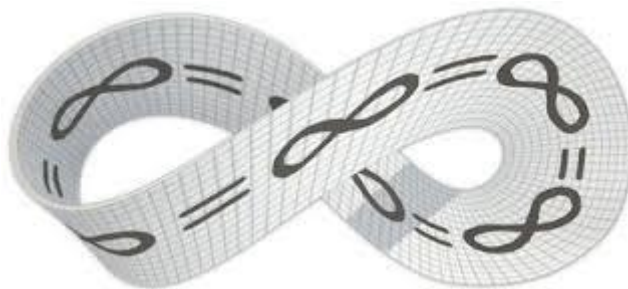


Рис.1

Основна частина. «Батьком» відкривачем цієї незвичайної стрічки визнаний німецький математик Август Фердинанд Мебіус, учень Гаусса, написав не одну роботу з геометрії, але прославився переважно відкриттям односторонньої поверхні в 1858 році. Дивним є той факт, що стрічку з однієї поверхнею в той самий рік відкрив інший учень Гаусса - талановитий математик Йоганн Лістинг, який придумав термін «топология» і написав серію основоположних праць з цього розділу математики. Однак, свою назву незвичайна стрічка все ж отримала на прізвище Мебіуса. Стрічка Мебіуса зовсім не абстрактна фігура, яка потрібна лише для цілей математики.

За принципом цієї стрічки функціонує в аеропорту стрічка, що пересуває валізи з багажного відділення. Така конструкція дозволяє їй служити довше у зв'язку з рівномірним зношуванням. Конструкцію використовують для тривалого запису на плівку, а також в принтерах, що використовують стрічку при роздруківці. Завдяки своїй наочності, петля Мьобіуса дає можливість робити сучасним ученим все нові і нові відкриття. З моменту виявлення дивовижних властивостей петлі по всьому світу прокотилася хвиля нових запатентованих винаходів. Наприклад, значне поліпшення властивостей магнітних сердечників, виготовлених з феро-магнітної стрічки, які намотані за способом Мебіуса. У 2015 році група вчених з Європи та США змогла закрутити світло в кільце Мебіуса. У науковому експерименті вчені використовували оптичні лінзи і структуроване світло - сфокусований лазерний промінь з певною інтенсивністю і поляризацією в кожній точці свого руху. В результаті були отримані світлові стрічки Мебіуса.

Найвідомішою роботою присвяченій стрічці Мебіуса вважається картина Moebius Strip II, Red Ants або Червоні Мурахи голландського художника-графіка Мауріца Ешера. На картині представлені мурахі, які повзуть по петлі Мебіуса з обох сторін, насправді, сторона всього одна. Мурахі повзуть по нескінченній петлі один за одним по одній і той самій поверхні (рис.2).

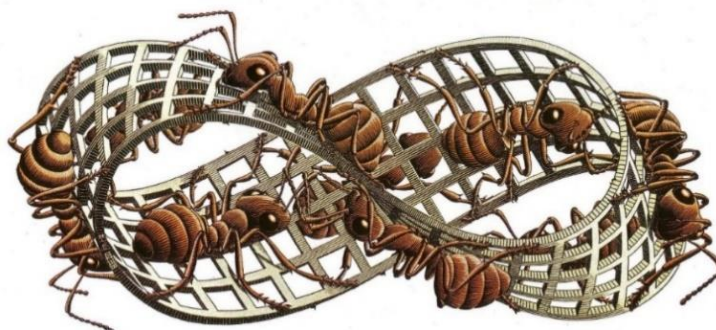


Рис.2

В КОМПАСі виникли труднощі з поворотом поверхні на 360° або 180° , і видно місце склейки (рис.3).

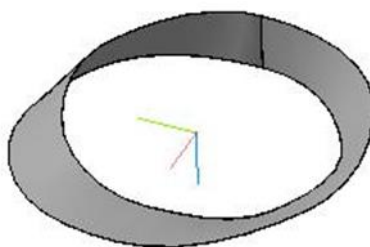


Рис.3

В AutoCADi, використовуючи команду LOFT, можна зрушити прямокутник вдовж кола і отримати фігуру подібну до стрічки Мебіуса (рис.4).

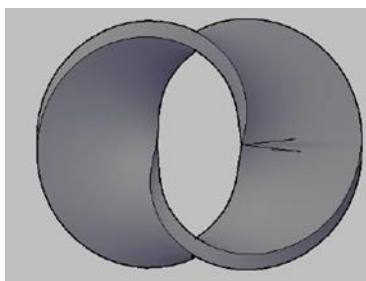


Рис.4

Більш вдалим рішенням стало побудова стрічки в програмі SOLIDWORKS, вона будується просто і виглядає майже ідеально.

Алгоритм побудови:

1. На вигляді зверху будуємо дугу.
2. На вигляді спереду будуємо пряму (рис.5).

3. Використовуючи команду «поверхня по траєкторії» , будуємо поверхню, але в параметрах треба вказати кут скручування профілей 90° , в протилежну сторону (рис.6).



Рис.5

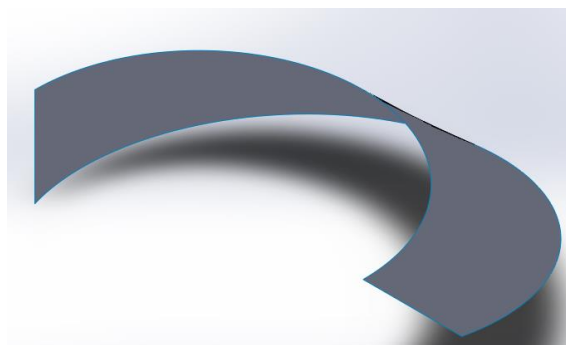


Рис.6

4. Для краси демонстрації побудуємо ще одну поверхню за допомогою команди «еквідистанта до поверхні»  зі зміщенням 0, і додамо товщину цієї конструкції за допомогою команди «придати товщину»  (рис.7).

5. Будуємо другу частину стрічки за допомогою команди «перемістити/копіювати» , яка знаходиться в розділі поверхні. Для цього спочатку побудуємо вісь відносно якої будемо копіювати. Будувати вісь будемо по двом площинам зверху і спереду або по двом точкам (рис.8).

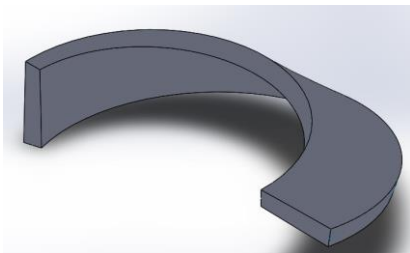


Рис.7

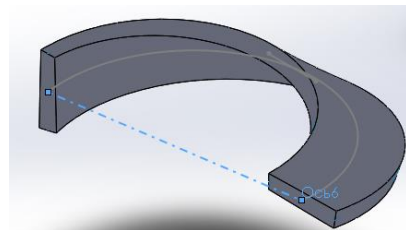


Рис.8

6. Стрічці можна придати колір і структуру (рис.9).

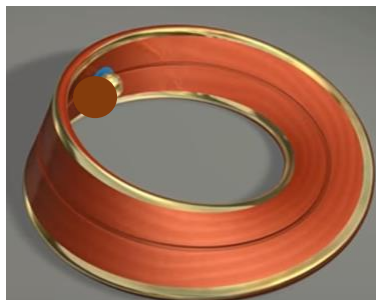


Рис.9

Висновки. Досвід показує, що для вивчення будь якого графічного редактора або програми на комп'ютерному практикумі використання нетрадиційних завдань, а оригінальних або цікавих, сприяє більш ефективному засвоюванню матеріалу. Багатократне використання команд і дій з ними доводить роботу до автоматизму, що сприяє швидкому вирішенню поставленого завдання. Це завдання можна також винести для самостійної роботи студентів по вивченню графічного редактору AutoCAD.

Бібліографічний список

1. Енциклопедичний словник Ф.А. Брокгауза і І.А. Ефрона. – СПб.:Брокгауз-Ефрон, 1890-1907

**ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ
ТЕМИ "ТИПОВІ ЕЛЕМЕНТИ ДЕТАЛЕЙ. НАРІЗЬ"
З КУРСУ "ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА"**

Баскова Г.В., ст. викладач, .

Колосова О.П., к.т.н., доцент,

Криницький П.К., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – інженерна графіка, геометричне технічне креслення, конструктивні елементи, нарізь, отвір.

Анотація – у статті описано завдання з теми "Типові елементи деталей. Нарізь", наведено основні переваги його використання.

Постановка проблеми. При вивченні курсу "Інженерна графіка" перехід до машинобудівного креслення починається з теми "Типові елементи деталей. Нарізь". В умовах скорочення курсу технічного креслення, учбовий процес вимагає оптимізації навчального процесу, його уніфікації. Один із способів вирішення цієї проблеми – це об'єднання в одному завданні декількох питань геометричного, проєкційного і машинобудівного креслення.

Аналіз останніх досліджень і постановка завдання. В курсі інженерної графіки вивчення тем з технічного креслення, в більшості випадків, завершується розробкою робочого ескізу деталі "з натури". Але не всі деталі за варіантами містять необхідні елементи для вивчення теми у повному об'ємі. На кафедрі рисової геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки КПІ імені Ігоря Сікорського розроблено навчальні посібники [1,2], до яких входять довідковий матеріал, методичні рекомендації та зразки робіт, які використовуються при виконанні цих завдань.

З метою підвищення ефективності вивчення теми "Типові елементи деталей. Нарізь", для всіх форм навчання розроблено завдання по моделюванню деталі типу "гайка накидна". Запропонована деталь найкраще демонструє сукупність зовнішніх та внутрішніх поверхонь різних форм на деталі: призматичних, циліндричних, конічних, як гладких, так і нарізових. Це дає змогу детально і найбільш повно вивчити способи і правила зображення цих форм на кресленику, а також закріпити основні навички з нанесення розмірів і узгодження їх зі стандартами.

Основна частина. Завдання для виконання кресленика "Гайка накидна" представлено на рис.1. Воно включає:

1. Аксонометричні зображення двох типів гайки з нанесеними на них параметрами розмірів, а також значення цих параметрів за варіантами (табл. 1).

2. Довідкові таблиці, в яких розміщено основні параметри конструктивних і технологічних елементів, необхідних для побудови кресленика.

Вибір деталі типу "Гайка накидна" як моделі для вивчення теми "Робочий кресленик деталі з наріззю" дозволяє найбільш повно розглянути алгоритм побудови кресленика. Тобто вивчити питання вибору головного виду, кількості зображень деталі на кресленнику, відпрацювати два з найбільш поширених елементів на деталях, а саме отвір і нарізь з точки зору їх класифікації та зображення на креслениках, технології виготовлення, конструктивних особливостей і, відповідно, простановки розмірів, а також набуття навичок роботи зі стандартами та іншою довідковою літературою.

Виконання робочого кресленика деталі в масштабі, в умовах обмеженості часу учбового процесу, дозволяє закріпити вивчення питання масштабування зображень.

Зображення фасок на шестигранній поверхні, а саме, дуг гіпербол, дозволяє розширити навички студентів з геометричного креслення, вивчити один з конструктивних способів побудови, з використанням дуги кола.

Зображення нарізевої поверхні, фасок, проточки і виносного елемента на кресленнику дозволяє на практиці відпрацювати зображення і розрахунок параметрів не тільки самої поверхні, а й супутніх конструктивних і технологічних елементів цієї поверхні.

Моделювання кресленика деталі "Гайка накидна", деталі токарної групи, значно полегшує перехід до вивчення наступних тем курсу технічного креслення, а саме, розробки ескізів деталей складального кресленика "з натури" і деталювання креслеників загального виду.

В ході виконання цієї роботи продовжується вивчення питання простановки розмірів деталі на кресленнику, обґрунтування кожного значення, що розширює знання о розмірах, їх характеристиках, тобто, окрім розмірів форми, положення, габаритних і довідкових вводяться такі поняття, як стандартні, спряжені, номінальні та дійсні розміри.

Крім того, ця деталь є зручною для вивчення теми шорсткості поверхні, включає поверхні найбільш поширених елементів деталі різного функціонального призначення та технології виготовлення.

Як показала практика виконання завдання студентами ПБФ, ІТС, ЗФ, розробка робочого кресленика деталі, порівняно з розробкою її робочого ескізу, потребує більше часу, але ефективніше впливає на подальше вивчення курсу.

Тема: Робочий кресленик деталі з наріззю

Завдання: виконати кресленик деталі «Гайка накидна», на форматі А3,
в масштабі 2:1, згідно варіанту (таблиця 1).

Матеріал: сталь вуглецева звичайної якості (СтЗ ДСТУ 2651:2005)

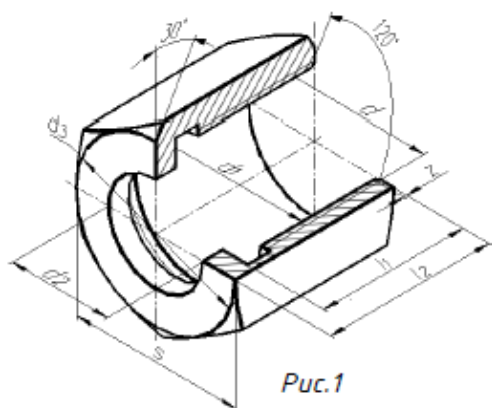


Рис.1

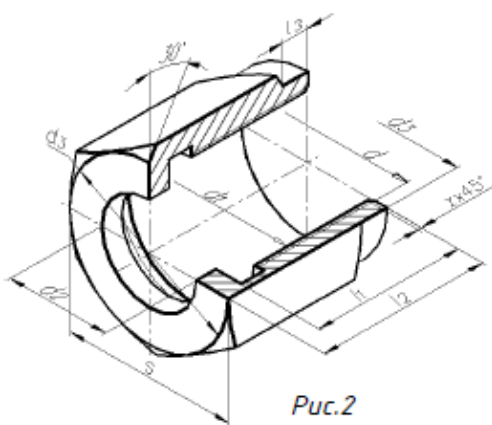
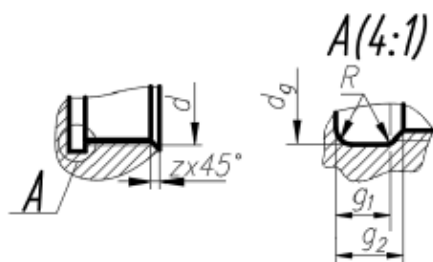


Рис.2

Проточка для внутрішньої метричної
нарізі ДСТУ ГОСТ 27148:2008



Таблиця 4 Розміри проточки (мм)

Крок нарізі, p	d, не менше		d, не більше		d ₉	R	z
	норм.	вуз.	норм.	вуз.			
1	4,0	2,5	5,2	3,7	d+0,5	0,6	1
1,5	6,0	3,8	7,8	5,6		0,8	1,6
2	8,0	5,0	10,3	7,3		1,0	2
3	12,0	7,5	15,2	10,7		1,6	2,5

Таблиця 1 Завдання (мм)

Номер вар.	№ рис.	s	D*	d	d ₂	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃
1	11	50	57,7	M45x2	30	50	44	50	8
2	12	30	34,6	M24**	15	28	27	30	5
3	13	36	41,6	M30x1,5	20	36	30	35	—
4	14	46	53,1	M42x2	30	44	46	50	—
5	15	41	47,3	M33x2	27	38	42	46	6
6	16	46	53,1	M39x2	25	46	40	45	8
7	17	50	57,7	M45x1,5	35	50	40	45	—
8	18	41	47,3	M36x1,5	25	40	36	40	—
9	19	32	37	M27**	16	32	32	35	5
10	20	36	41,6	M30x2	20	34	36	40	6

**Крок нарізі 3

Розміри S "під ключ" та
діаметри D* кіл, описаних
навколо шестикутників
ДСТУ ГОСТ 2839:2008

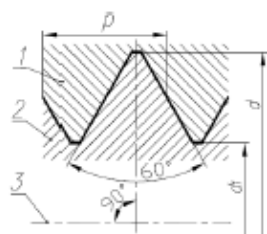
Таблиця 2

S	30	32	36	41	46	50
D* не менше	33	35	39,6	45,2	50,9	56,1

$$D^* = S / 0,866$$

Нарізь метрична ГОСТ 24705-2004

Основні розміри



- 1 — внутрішня нарізь;
- 2 — зовнішня нарізь;
- 3 — вісь нарізі;
- d — номінальний
зовнішній діаметр
внутрішньої нарізі;
- d₁ — номінальний
внутрішній діаметр
внутрішньої нарізі.

Таблиця 3 Розміри діаметрів нарізі (мм)

d	d ₁				
	Крок нарізі, p				
	3,5	3	2	1,5	1
M24		20,752	21,835	22,376	22,917
M27		23,752	24,835	25,917	25,917
M30	26,211	26,752	27,835	28,376	28,917
M33	29,211	29,752	30,835	31,376	31,917
M36		32,752	33,835	34,376	34,917
M39		35,752	36,835	37,376	37,917
M42		38,752	39,835	40,376	40,917
M45		41,752	42,835	43,376	43,917

Рис.1. Завдання для виконання робочого кресленика деталі
"Гайка накидна"

На рис.2 представлено приклад виконаного завдання.

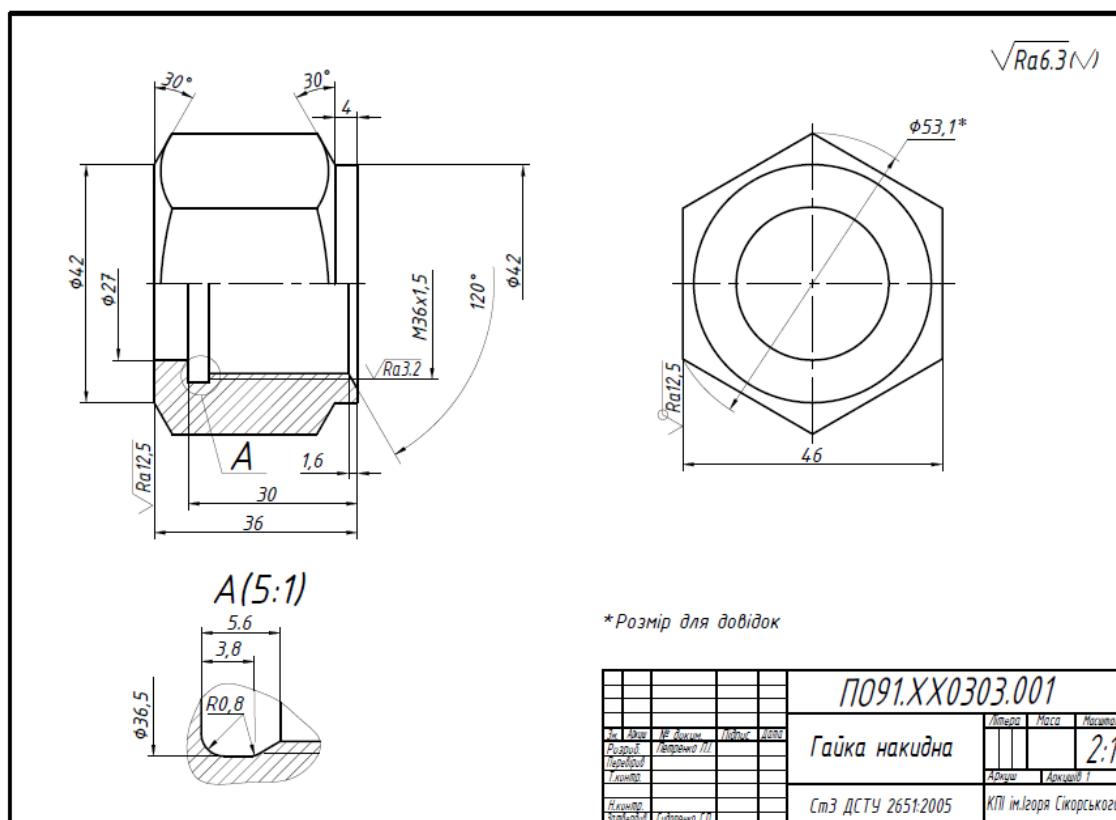


Рис.2. Зразок кресленика деталі "Гайка накидна"

Висновки. Запропоноване завдання з теми "Типові елементи деталей. Нарізь" дозволяє студентам відпрацювати моделювання робочого кресленика деталі за заданими параметрами на базі деталі «Гайка накидна» як для очної, так і заочної форм навчання. Виконання завдання дозволяє вивчити алгоритм розробки кресленика деталі токарної групи, яка є аналогом для цілого ряду деталей складальних одиниць як за функціональним призначенням, конструкцією, так і за технологією виготовлення, і дає можливість закріпити практичні навички, які використовуються в курсовому та дипломному проектуванні.

Бібліографічний список

1. Гетьман О.Г. Виконання робочих креслеників деталей за креслеником загального виду: навчальний посібник для студентів теплоенергетичного факультету усіх форм навчання / О.Г. Гетьман, Н.В. Білицька, Г.В. Баскова. – К.: НТУУ КПІ ім. І. Сікорського, 2016. – 144с.
2. Ванін В.В. Інженерна графіка. Розробка ескізів та робочих креслеників деталей: навчальний посібник/ В.В. Ванін, О.М. Воробйов, А.Є. Ізволєнська, Н.А. Парахіна, - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. - 106 с.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ FDM ПРИНТЕРІВ ДЛЯ ПРОСТОРОВОГО ДРУКУ ПОЛІМЕРНИХ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Олексишен В.О., аспірант¹,

Колосов О.Є., д.т.н., професор,

Сокольський О.Л., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» (Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглянуто деякі проблемні питання застосування сучасних принтерів для просторового (3D) друку полімерних термопластичних матеріалів. Окреслено напрямки подальших наукових досліджень у теоретичному та практичному аспектах.

Ключові слова – принтер, просторовий друк, полімер, термопласт

Постановка проблеми.

Технологія адитивного виробництва за останні роки набула широкого поширення майже у всіх сферах людського життя та галузях промислового виробництва. Проте, незважаючи на те, що технологія 3D-друку полімерним матеріалом є широко розповсюдженою, досі відсутні точні данні для ефективних технологічних режимів процесу.

Тому більшість значень режимних параметрів підбираються інтуїтивно, виходячи виключно з практичного досвіду. Це пояснюється тим, що полімерні матеріали мають складні фізико-хімічні властивості і, зазвичай, їх не враховують, або враховують лише частково, при проектуванні 3D-принтерів та при налагодженні процесу просторового друку конкретного виробу.

Аналіз останніх досліджень.

В умовах ринкової економіки та високої конкуренції найбільш важливими характеристиками будь-якого обладнання є його ціна та якість продукції. Не виключенням є обладнання для адитивного виробництва. Найбільш поширеним типом устаткування для адитивного виробництва з полімерного матеріалу є FDM (Fused Deposition Modeling) 3D-принтер.

Під час друку у такому принтері пластикова нитка подається крізь гарячий екструдер, де пластик розм'якшується, плавиться і крізь тонке сопло пошарово наноситься на попередні шари. Сопло нагрівається для того, щоб розплавити пластик перед нанесенням шару.

¹ Науковий керівник – д.т.н., професор Колосов О.Є.

Робочий матеріал є полімером у вигляді прута, який проходить крізь сопло в безперервному процесі і під постійним тиском.

Зазвичай сопло переміщується горизонтально по осях X та Y, а вгору і вниз по осі Z переміщується робоча платформа. Після нанесення шару сопла платформа рухається вгору або вниз.

Недоліками FDM є те, що точність кінцевої моделі є низькою порівняно з іншими процесами, а також зниженою міцністю виробу в напрямі між шарами пластику.

Процес FDM 3D-друку можна розділити на такі етапи:

1. Перший шар наноситься через сопло на підігріту платформу.
2. Наступні шари додаються поверх попередніх шарів.
3. Шари сплавляються між собою при нанесенні, оскільки матеріал верхнього шару в розплавленому стані.

Вартість такого обладнання залежить від багатьох чинників: якості комплектуючих механічної частини, розмірів робочої зони, типу сировинного матеріалу та ін. Одним з чинників, що впливають на вартість, є час на підбір параметрів друку для отримання необхідної якості виробу.

На якість сформованого (надрукованого) виробу впливають такі конструктивно-технологічні й режимні параметри, як температурний режим, питомі витрати сировинного матеріалу, режим охолодження вже екструдованого матеріалу, швидкість переміщення виконавчих органів, інерційність та геометрія рухомих вузлів. Зазвичай ці фактори не враховуються при проектуванні обладнання та при підготовці цифрової моделі до друку. Також не враховують поведінку розплавленого матеріалу, що наноситься на вже застиглий шар матеріалу. Априорі вважають, що матеріал має сталу у часі геометрію і параметри процесу охолодження не впливають на форму екструдованого матеріалу.

Постановка завдання. Актуальним завданням є визначення взаємозалежності основних параметрів просторового друку, а саме товщини шару нанесеного полімерного матеріалу, температури екструдера, швидкості друку, режимних параметрів охолодження, дослідження фізико-механічних властивостей друкованих полімерних виробів, включаючи адгезійну міцність міжшарової взаємодії, в залежності від розмірів друкувальної головки та конструктивних особливостей 3D-принтера, а також вдосконалення конструкцій друкувальної головки для забезпечення максимальної продуктивності друку.

Відповідно до мети актуалізовані такі задачі:

- дослідити динаміку процесу просторового друку для різних кінематичних схем переміщення друкувальної головки;
- провести експериментальні дослідження міжшарової адгезії зразків, створених при різних параметрах друку та діаметрах сопла друкувальної головки;
- провести аналіз точності виготовлення методом просторового друку великогабаритних виробів в залежності від динаміки охолодження;

- провести числові дослідження процесу плавлення в каналі друкувальної головки та процесу охолодження нанесеного термопластичного полімерного матеріалу в залежності від діаметра сопла друкувальної головки та товщини шару нанесеного полімерного матеріалу;
- розробити на базі експериментальних досліджень та числового моделювання удосконалену конструкцію високопродуктивної друкувальної головки для виготовлення великогабаритних деталей методом просторового друку;
- впровадити виконані розробки у хімічному та спеціальному машинобудуванні.

Основна частина.

Поставлені задачі вирішувались на основі експериментальних досліджень механічних властивостей друкованих виробів, сучасних методів числового моделювання з використанням положень теорії суцільного середовища, методу скінченних елементів на базі експериментально визначених фізико-механічних властивостей друкованих зразків.

На основі проведених комплексних досліджень *вперше*:

- досліджено вплив режимних параметрів просторового друку, а саме температури екструдера, швидкості переміщення друкувальної головки та діаметра її сопла, а також товщини шару нанесеного полімерного матеріалу на величину міжшарової адгезії;
- досліджено кількісну залежність теоретичного часу друку від фактичного часу друку для типових кінематичних схем переміщення друкувальної головки і проведена оцінка точності та якості виготовлення друкованих виробів для досліджених кінематичних схем;
- проведено комплексне випробування друкованих зразків, що виготовлені різними діаметрами сопел друкувальної головки при різних режимах друку: товщини шару нанесеного полімерного матеріалу, температури екструдера, швидкості друку, режимних параметрів охолодження, а також встановлено вплив кожного з параметрів на величину міжшарової адгезії; це дає змогу встановити ефективні параметри просторового друку термопластичними полімерними матеріалами для одержання виробів з покращеними механічними характеристиками;
- проведено натурні та числові дослідження динаміки охолодження пошарово нанесеного полімерного матеріалу на точність геометричної форми та на відхилення геометричних параметрів сформованих виробів від цифрової моделі друкованого виробу.

Удосконалено:

- математичну модель процесу просторового друку полімерних матеріалів рівняннями, що дозволяють враховувати міжшарову взаємодію та динаміку охолодження;
- здійснено комп'ютерне моделювання процесу плавлення термопластичного полімерного матеріалу в каналі друкувальної головки в

залежності від діаметру формуючого сопла друкувальної головки. Це дало змогу встановити розподіл температур в перерізі витратного матеріалу в залежності від діаметра сопла друкувальної головки та швидкості подачі полімерного матеріалу;

- здійснено комп'ютерне моделювання процесу охолодження нанесеного термопластичного полімерного матеріалу в залежності від діаметра сопла та товщини шару. Це дало змогу встановити розмір контакту між шарами виробу, внутрішню наповненість виробів та встановити оптимальні режими охолодження нанесеного матеріалу в залежності від діаметра сопла друкувальної головки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що:

- розроблено методику аналізу геометричної форми друкованих виробів методом просторового сканування та зворотного параметричного моделювання. Це дало змогу встановити відхилення розмірів та точності поверхонь друкованого виробу від теоретичної цифрової моделі в залежності від режиму охолодження процесу 3D друку;

- розроблено методику проведення досліджень міжшарової адгезії друкованих зразків, що дає змогу оцінити вплив режимів друку на адгезійну міцність надрукованого матеріалу;

- досліджено кінематичні та інерційні характеристики руху друкувальної головки різних видів 3D принтерів. Це дає змогу визначити максимально ефективну продуктивність пристроїв просторового друку в залежності від кінематичної схеми переміщення друкувальної головки;

- розроблена удосконалена конструкція друкувальної головки для друку великогабаритних виробів, на яку отримано патент України на корисну модель;

- розроблені рекомендації з виготовлення витратного термопластичного полімерного матеріалу, які були апробовані на ТОВ “Ukrainian 3D Factory” (м. Київ);

- встановлені параметри друку та охолодження, а також методи оцінки точності виготовлення виробів, які дали змогу виготовляти великогабаритне оснащення для виготовлення корпусних деталей методом вакуумного формування для ТОВ “ICE CLIME” (м. Чернівці).

Висновки. В результаті проведених досліджень дістало подальший розвиток:

- удосконалення підходів до проектування ефективних конструкцій друкувальної головки із застосуванням методів експериментально-числового моделювання;

- удосконалення підходів до виготовлення ефективних геометричних форм вихідного витратного матеріалу, що використовується у просторовому друці.

Отримані результати можуть використовуватись в аерокосмічній промисловості, авіації, спорті, біології, хімії, медицині, електроенергетиці, мікроелектроніці, машинобудуванні, військовій промисловості та інших галузях.

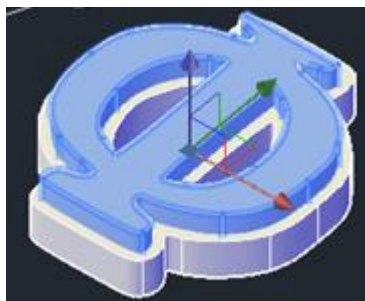
AUTOCAD РОБОТА З ТЕКСТОВИМИ НАПИСАМИ

Міхлевська Н.В., старший викладач,
Колінько І.О., студент
*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського,
(Україна, м. Київ)*

Анотація – розглядається питання стосовно самостійної роботи студентів.

Ключові слова – комп'ютерна графіка, методика проведення лабораторних занять, особливості дистанційного навчання, підвищення якості та ефективності навчального процесу.

Постановка проблеми. Написання тексту в системі AutoCAD операція не важка, але побудова об'ємного тексту (рис.1), або тексту на циліндричній поверхні доволі цікава задача, яка може бути представлена студентам як самостійна робота з метою поліпшення учбового процесу.



Аналіз останніх досліджень. Незважаючи на те що задача побудови об'ємні тексту не дуже популярна, однак вона періодично виникає. Є декілька способів побудови 3D -тексту в AutoCAD :

- Ввести з командної строки команду 3DTEXT. З'явиться плаваюча панель з клавіатурою. Можна буде вибирати літери і вказувати місце їх розташування.

Переваги: 3D-текст будується просто, швидко і автоматично.

Недоліки: Можна писати тільки англійськи літери, обмеження по версіям , AutoCAD потребує установлення додаткового плагіну.

- Можна побудувати замкнутий 2D об'єкт у вигляді тексту.

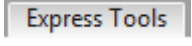
Недоліки: просте написання тексту в системі AutoCAD не дозволяє використовувати цю заготовку в якості форми для виштовхування. Також неможливо використання команди «explode».

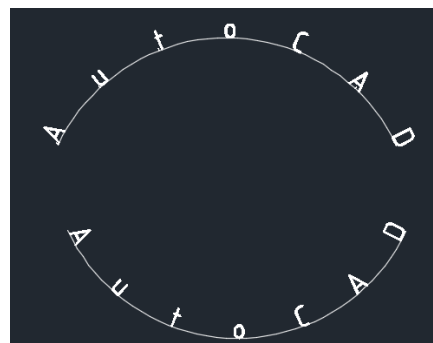
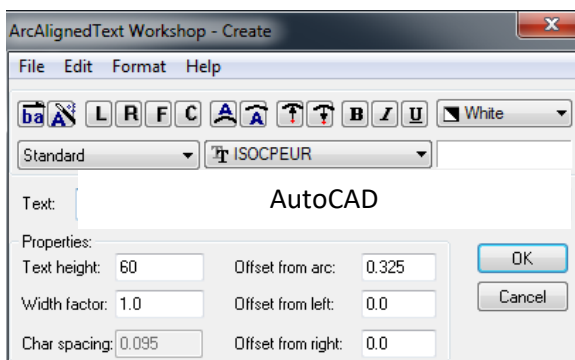
- Альтернативним варіантом є використання спеціального додатку, який написано на мові LISP (3D_TEXT.lsp).
- Можна для побудови об'ємного тексту використати функцію розпізнавання PDF файлів. Треба підібрати pdf файл з алфавітом, перейти во вкладку INSERT –  PDF Underlay... , вибрати необхідний документ і розпізнати його.

Недоліки: при розпізнаванні можуть бути прокреслені не всі лінії, тому треба буде доробляти з використанням інструментів креслення AutoCAD (теж саме можна робити з текстами Word).

Формування цілей. Ціль статті продемонструвати різні методи побудови тексту в системі AutoCAD на різних поверхнях.

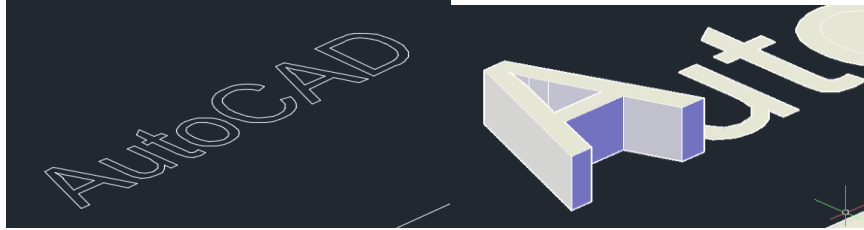
Основна частина. Розглянемо декілька мало відомих способів побудови тексту

1. Створимо плаский текст на дузі. Використовуючи команду  яка знаходиться в розділі  можливо побудувати текст на будь-якій дузі. Будуємо дугу, на якій потрібно зробити напис, натискаємо команду  і в вікні, яке випадає заповнюємо необхідні строки.



2. Створюємо об'ємний текст на площині. Для цього треба виконати наступні дії:
 - а) відформатувати текст, застосовуючи контурний або зафарбований шрифт (наприклад ARIAL);
 - б) за допомогою інструмента Explode Text Express (txtexp) треба перетворити текст в набір замкнених поліліній;
 - в) відредагувати текст, знищивши зайві лінії;
 - г) командою  Region зробити з напису полігон;
 - д) використовуючи команду  Extrude додаємо цим полілініям товщину;

е) використовуючи команду  Solid, Union об'єднуємо їх.

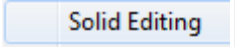


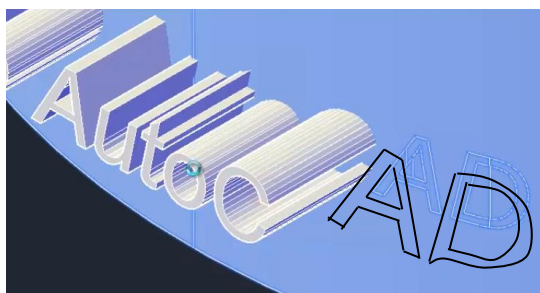
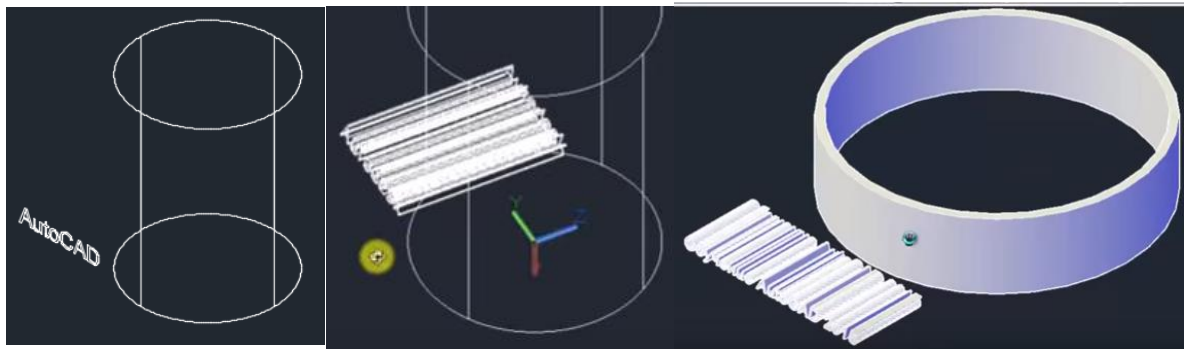
3. Створимо об'ємний текст на циліндрі.

а) будуємо циліндр або трубу;

б) в площині ХУ (можна в середині труби або зовні) зробити напис;

в) попереднім способом виштовхнути напис так, щоб він перетинав трубу;

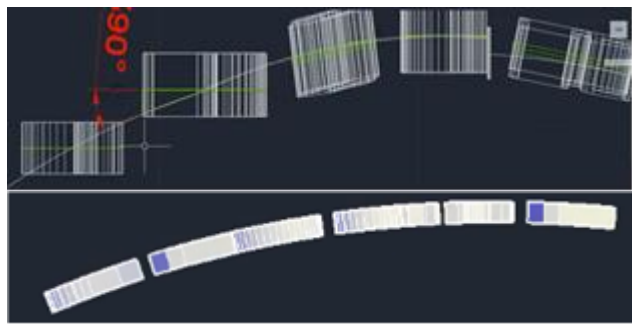
г) командою  Solid Editing  Imprint Edges (клеїти ребра) обрізаємо зайве, залишаємо лише відбиток.



Якщо потрібен текст без циліндра треба працювати по шарам і потім вимкнути шар, на якому креслили циліндр.

Якщо треба, щоб текст виступав за циліндр, побудуємо додаткову поверхню трохи більшою за циліндр і командою SLASE обрізаємо об'ємний текст на необхідну товщину.

3. Створимо об'ємний текст на колі. Варіантів креслення тексту на колі декілька. Пропонуємо метод виштовхування на площині, а потім розташування кожної букви на побудованому заздалегідь колі. Кожну літеру треба перемістити та повернути відповідно колу.



Висновки. Для самостійної роботи можна запропонувати студентам зробити медаль або монету з текстом, кухоль з написом або м'яч і таке інше.



На кухлі можна зробити напис з поздоровленням до дня народження, до дня святого Валентина, зробити об'ємний малюнок квіточки або серце. На м'ячу можна написати назву улюбленої команди, а сам м'яч зробити з шестикутників. Варіантів багато, проте результат один – зацікавленість студентів в процесі. Для виконання цього завдання необхідно знати команди побудови, редагування, операції з тілами, швидко орієнтуватися на стрічці з командами і в меню, що випадає.

Учебний процес завжди був спрямований на стимулювання мислення студентів, активізації пізнавального інтересу, підвищенню активності студентів при формуванні професійних знань, умінь, навичок, демонстрації можливостей практичного застосування вивченого матеріалу.

Бібліографічний список

За матеріалами взятими з інтернет ресурсів.

МИСЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ОБРАЗАМИ - ЗАПОРУКА РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

Білицька Н.В., к.т.н., доцент

Коваль Г. М., к.т.н., доцент

Тітов Г.В., студент

Наменюк П.Я., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – наведені та проаналізовані завдання, які були запропоновані на олімпіаді з курсу нарисної геометрії. Пошук розв'язку таких завдань сприяє розвитку творчих здібностей студентів.*

***Ключові слова** – нарисна геометрія, олімпіада, геометричне моделювання, геометричні місця точок (прямих), спосіб заміни площин проєкцій.*

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток інформаційних технологій та технічних засобів витискають з поля зору молоді традиційні підходи к розв'язку задач, у тому числі геометричних. Але задачі нарисної геометрії, які потребують логічного мислення та вільного оперування геометричними об'єктами, стимулюють розвиток творчих здібностей, тому варто знайти шляхи зацікавлення студентів.

Аналіз останніх результатів. Скорочення у програмах середньої школи курсу математики та недостатній рівень викладання геометрії призвели до того, що сучасні студенти не вміють оперувати геометричними об'єктами, будувати логічні ланцюжки алгоритмів побудов у просторі. Тому при вивченні курсу нарисної геометрії у студентів виникають значні ускладнення.

Формулювання цілей. Сучасний спеціаліст не може обійтись без знання фундаментальних дисциплін, вміння та навичок розробки алгоритмів розв'язку комплексних задач, розбивати складні задачі на низку більш простих, логічно мислити просторовими геометричними образами, виконувати та читати кресленики. Тому дуже актуально заохочувати студентів при вивченні курсу нарисної геометрії.

Основна частина. Останнім часом навчальні години дисциплін «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка», постійно зменшуються. Але саме вивчення таких курсів як «Нарисна геометрія» найбільш сприяє розвитку загального інтелектуального потенціалу студентів. При підготовці до занять та в аудиторні години студенти розв'язують завдання за матеріалами лекції, крім того вони виконують більш складні (епюрні)

завдання, що винесені на самостійну роботу. Комплексні завдання підвищеної складності розглядаються на заняттях наукових гуртків. Ці гуртки допомагають найбільш обдарованим студентам розвивати логічне мислення і просторову уяву та готують їх до участі у олімпіадах.

В «КПІ імені Ігоря Сікорського» багато років проводяться студентські олімпіади [1-4], які завжди збирають багато студентів. На олімпіадах пропонуються комплексні задачі, розв'язування яких базується на основних темах курсу: методі геометричних місць, методі перетворення проєкцій за допомогою заміни площин проєкцій, побудові точок (прямих) перетину поверхонь прямими (площинами) та ін. Для розв'язку таких задач необхідно вільно володіти знаннями, вміннями та навичками, які отримують студенти при вивченні курсу.

Викладачами кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки «КПІ імені Ігоря Сікорського» застосовується методика розв'язування просторових геометричних задач, яка передбачає створення просторової моделі сукупності геометричних об'єктів, необхідних для побудови шуканого геометричного елементу, розробку алгоритму розв'язку задачі і відображення цього алгоритму на комплексному кресленнику.

У 2019 році на олімпіаді з нарисної геометрії були запропоновані такі задачі:

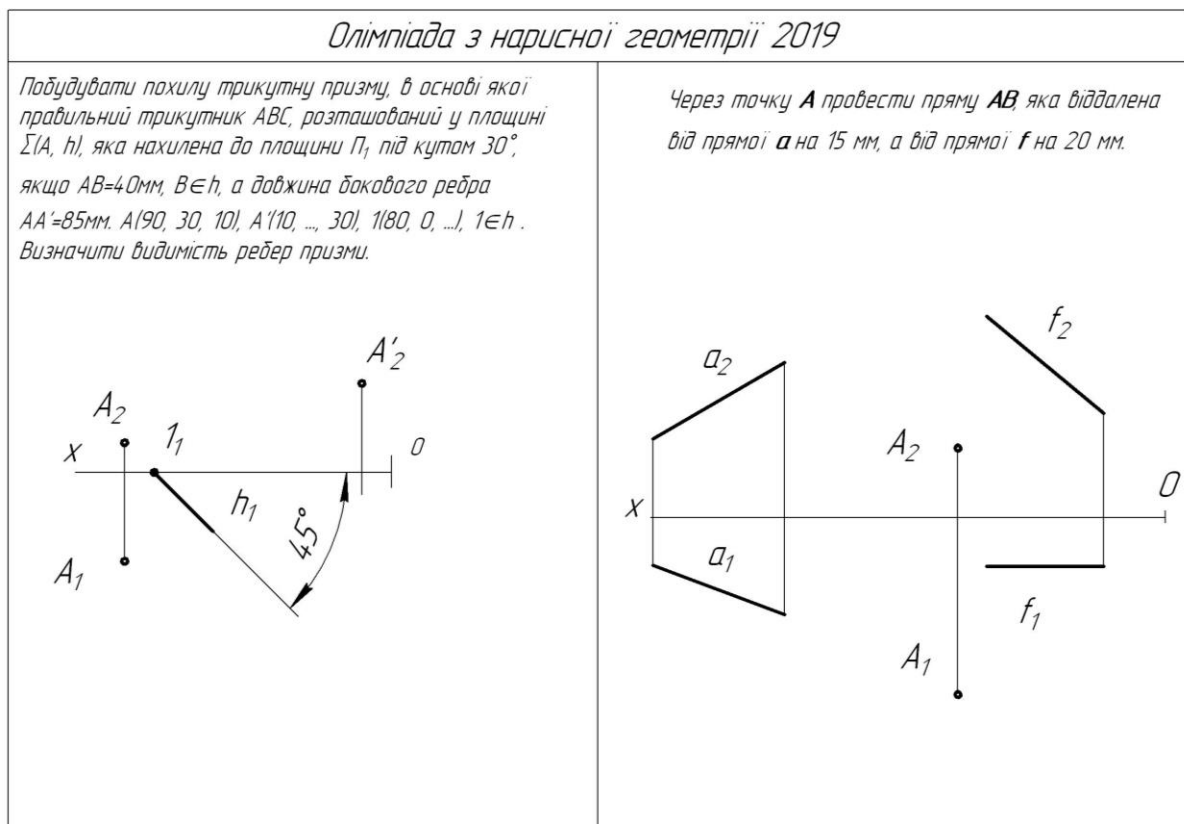


Рис. 1. Умова запропонованих на олімпіаді задач

Для розв'язку обох задач доцільним є використання способу заміни площин проєкцій.

Задача 1

Алгоритм рішення задачі 1.

1. За допомогою способу заміни площин проєкцій перетворюємо площину Σ – площину основи призми – в площину рівня:

1.1. $\Pi_2/\Pi_1 \rightarrow \Pi_4/\Pi_1$, $\Pi_4 \perp \Pi_1$, $\Pi_4 \perp h$.

1.2. $\Pi_4/\Pi_1 \rightarrow \Pi_4/\Pi_5$, $\Pi_5 \perp \Pi_4$, $\Pi_5 \parallel \Sigma$.

2. В площині Σ будуємо рівносторонній $\triangle ABC$:

2.1. $|AB| = 40\text{мм}$, $B \in h$, $|AC| = |BC| = 40\text{мм}$.

3. Знаючи дійсну величину ребра AA^I , визначаємо положення другої основи призми:

3.1. $\Pi_2/\Pi_1 \rightarrow \Pi_2/\Pi_6$, $\Pi_6 \perp \Pi_2$, $\Pi_6 \parallel AA^I$.

3.2. $\triangle ABC \cong \triangle A^I B^I C^I$, $AA^I \parallel BB^I \parallel CC^I$.

4. За допомогою конкуруючих точок визначаємо видимість ребер.

Рішення задачі зображене на рис.2.

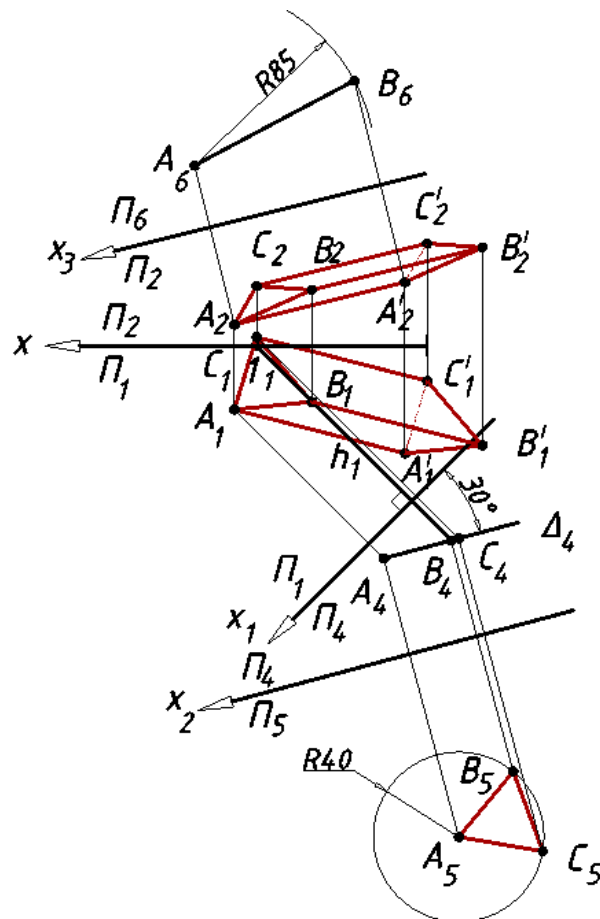


Рис.2 Рішення задачі 1 на комплексному кресленку

Задача має 16 розв'язків.

Задача 2.

Шукана пряма AB є перетином двох пучків прямих. Центри обох пучків розташовані в точці A , один з пучків прямих належить площині Δ , яка проходить через точку A та дотична до циліндра, вісь якого – пряма f , а радіус дорівнює 20мм, другий належить площині Σ , яка теж містить точку A та дотична до циліндра, вісь якого – пряма a , а радіус дорівнює 15мм (рис.3).

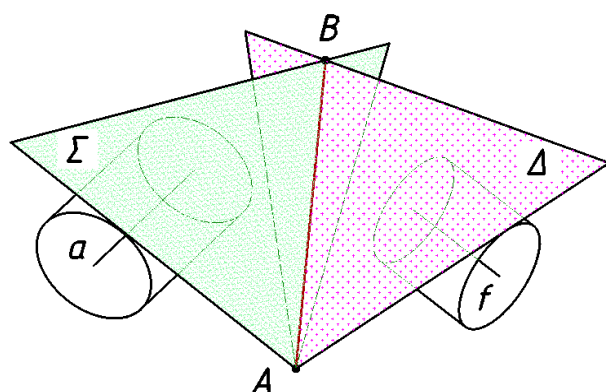


Рис. 3 Просторова модель до задачі 2

Алгоритм рішення задачі 2.

1. Визначаємо положення площини Δ (Δ_4)

1.1 $\Pi_2/\Pi_1 \rightarrow \Pi_2/\Pi_4, \Pi_4 \perp \Pi_2, \Pi_4 \perp f$

2. Визначаємо положення площини Σ (Σ_6)

2.1. $\Pi_4/\Pi_2 \rightarrow \Pi_4/\Pi_5, \Pi_5 \perp \Pi_4, \Pi_5 \parallel a$.

2.2. $\Pi_4/\Pi_5 \rightarrow \Pi_6/\Pi_5, \Pi_6 \perp \Pi_5, \Pi_6 \perp a$.

3. За допомогою довільної точки B знаходимо шукану пряму AB – лінію перетину площин Δ та Σ .

3.1. $AB = \Delta \cap \Sigma$.

Рішення задачі на комплексному кресленнику зображене на рис.4.

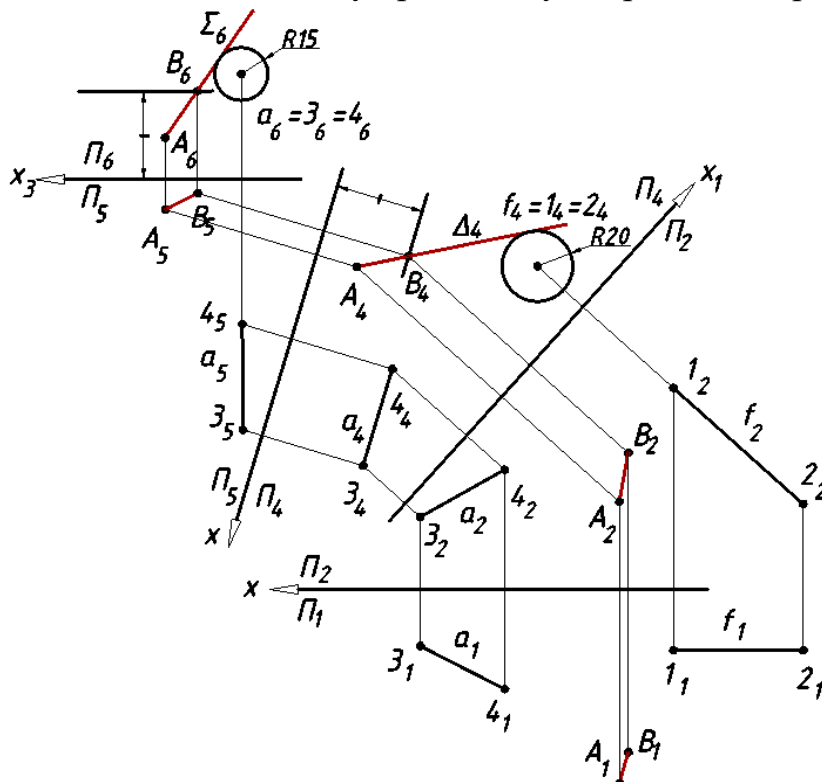


Рис.4 Рішення задачі 2 на комплексному кресленнику
Задача має 4 розв'язки.

Висновки. Олімпіада з нарисної геометрії в «КПІ ім. Ігоря Сікорського» - це перший етап Всеукраїнської олімпіади з нарисної геометрії та геометричного моделювання на ПЕОМ, тому вона дозволяє виявити найбільш обдарованих та підготовлених студентів для участі у другому етапі Всеукраїнської олімпіади.

Окрім того, усі учасники олімпіади у процесі підготовки до неї помітно поліпшують своє логічне мислення та розвивають творчий потенціал майбутнього інженера.

Бібліографічний список

1. Білицька Н. В. До питання проведення студентської олімпіади з нарисної геометрії. /Н. В. Білицька, Г. М. Коваль, І. О. Корнієнко - Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Вип.5. - К.:ДІА, 2016. - С. 33-37.

2. Білицька Н. В. Олімпіада як спосіб підвищення зацікавленості студентів при вивченні курсу нарисної геометрії. /Н. В. Білицька, Г.М. Коваль, М. М. Бережнюк - Матеріали VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Вип.6. - К.:ДІА, 2017. - С.41-45.

3. Білицька Н. В. Один із шляхів підвищення зацікавленості студентів при вивченні курсу нарисної геометрії. /Н. В. Білицька, Г. М. Коваль, Д. С. Александрова - Матеріали VII-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Вип.7. - К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. - С.156-160.

4. Білицька Н. В. Олімпіади з нарисної геометрії - одна з ланок розвитку творчого потенціалу студентів. /Н. В. Білицька, Г. М. Коваль, Д. С. Александрова, О.В. Юраш О.В. - Матеріали VIII-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Вип.8. - К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - С.173-177.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБЕРТАННЯ У ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ ДВОХ РОЗНЕСЕНИХ ВАНТАЖІВ

Куценко Л. М., д.т.н., проф.

Ковальов О. О., к.т.н., доц.

Поліванов О. Г. ад'юнкт

Національний університет цивільного захисту України (Україна, м. Харків)

Анотація – В межах вертикальної площини здійснено моделювання процесу обертання двох рознесених вантажів, сполучених невагомим стержнем (скорочено - гантелі). Ініціювання руху здійснюється завдяки одночасної дії двох вибухових імпульсів, спрямованих на кожний з вантажів. Складено та розв'язано систему диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду. Наведено приклади моделювання окремих фаз обертання.

Ключові слова – геометричне моделювання, оберти гантелі на площині, рівняння Лагранжа другого роду, окремі фази обертання.

Постановка проблеми. В багатьох сферах діяльності людини виникає необхідність використовувати технології, основані на доставці необхідних речовин способом метання. Наприклад, при масштабних пожежах доцільно доставляти вогнегасні речовини в центри загоряння на великі відстані. Також цікавими виглядають технології розкидання на великі відстані мінеральних добрив на поля, а також розпорошення хімічних препаратів як засобів захисту лісових масивів від шкідників. Тому актуальною буде тема розробки нових металевих технологій доставки речовин на великі відстані.

Аналіз останніх досліджень. Для вирішення цієї проблеми в роботі [1] пропонується використати пневматичну гармату як засіб доставки вогнегасних речовин, поміщених у спеціальний контейнер. Для реалізації на практиці такої технології необхідно підтримувати постійну готовність механізмів гармати, особливо її пневматики. А також мати досвід врахування сезонних погодних умов.

Зручнішим буде «безгарматний» спосіб доставки речовин на великі відстані. У роботі [2] описано спосіб безопірного розкриття стержневих конструкцій у невагомості з використанням піропатронів. Ідею цього способу можна використати і для умов земного тяжіння. Для цього необхідно розробити математичне забезпечення нової технології доставки на великі відстані речовин, запакованих у спеціальний контейнер. Конструктивно контейнер складений з двох рознесених вантажів,

сполучених (невагомим) стержнем. Для скорочення такий контейнер назовемо гантеллю.

Формулювання завдання. Розробити поки без врахування опору повітря спосіб моделювання переміщення в межах вертикальної площини гантелі за умови, що ініціювання руху здійснено в результаті одночасної дії двох вибухових імпульсів, спрямованих на кожний з вантажів.

Основна частина. На рис. 1 зображено в системі координат Oxy схему початкового розташування гантелі. Гантель складається з двох (сферичних) вантажів масами m_1 і m_2 , сполучених невагомим стержнем. Центр маси першого вантажу розташований в початку координат. Центр маси другого вантажу розташований на відстані h від першого на осі Ox .

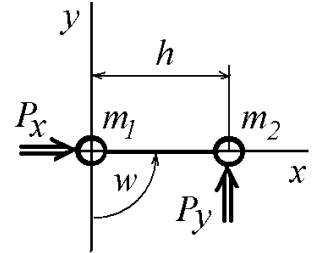


Рис. 1. Схема гантелі

У якості узагальнених оберемо координати $x(t)$ і $y(t)$, а також кут $w(t)$, який вісь гантелі утворює з від'ємною частиною осі Oy . Вважатимемо, що на масу m_1 діє вибуховий імпульс P_x , а на масу m_2 – одночасно з попереднім діє імпульс P_y .

За допомогою символів початкове положення гантелі визначається так: $x(0)=0$; $dx(0)=P_x$; $y(0)=0$; $dy(0)=0$; $w(0)=0$; $dw(0)=P_y$. Тут і далі всі величини в умовних одиницях ($g=9.81$).

Для опису без врахування опору повітря обертового руху гантелі використаємо лагранжіан $L = T - V$, де кінетична і потенціальна енергії обчислюються так:

$$T = 0.5m_1 \left(\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 \right) + 0.5m_2 \left(\frac{dx}{dt} + h \cos(w) \frac{dw}{dt} \right)^2 + 0.5m_2 \left(\frac{dy}{dt} + h \sin(w) \frac{dw}{dt} \right)^2 ; \quad (1)$$

$$V = m_1 y g + m_2 g (y - h \cos(w)) . \quad (2)$$

Лагранжіан дає можливість відносно узагальнених координат $x(t)$, $y(t)$ і $w(t)$ скласти систему трьох диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду:

$$\begin{aligned} (m_1 + m_2) \frac{d^2 x}{dt^2} - h m_2 \sin(w) \left(\frac{dw}{dt} \right)^2 + h m_2 \cos(w) \frac{d^2 w}{dt^2} &= 0 ; \\ g \sin(w) + \cos(w) \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{d^2 w}{dt^2} + \sin(w) \frac{d^2 y}{dt^2} &= 0 ; \\ (m_1 + m_2) \left(g + \frac{d^2 y}{dt^2} \right) + h m_2 \cos(w) \left(\frac{dw}{dt} \right)^2 + h m_2 \sin(w) \frac{d^2 w}{dt^2} &= 0 . \end{aligned} \quad (3)$$

Розв'язувати систему рівнянь (3) будемо чисельним методом Рунге-Кутти в середовищі математичного процесора Maple. В якості незмінних оберемо параметри $h=5$; $m_1=1$ і $m_2=2$, а також початкові умови $x(0)=0$; $y(0)=0$; $dy(0)=0$ і $w(0)=\pi/2$.

Варіювати будемо величинами вибухових імпульсів $dx(0)$ та $dw(0)$. При чому, їх значення підбираємо так, щоб при їх одночасній дії «узагальнений» кут вильоту гантелі був близький до 45° . Але такий спосіб опису не виключає хаотичність обертання гантелі.

Варіанти:

1) $dx(0)=8$; $dw(0)=5.1$; 2) $dx(0)=12$; $dw(0)=7.6$; 3) $dx(0)=18$; $dw(0)=10.9$.

Значення для вибухових імпульсів у наведених варіантах обиралися за умови $\arctg \frac{dx(0)}{dw(0)} \approx 1$.

На рис. 2 - 4 зображено відповідні цим варіантам окремі фази обертів гантелі в процесі польоту (величини умовні).

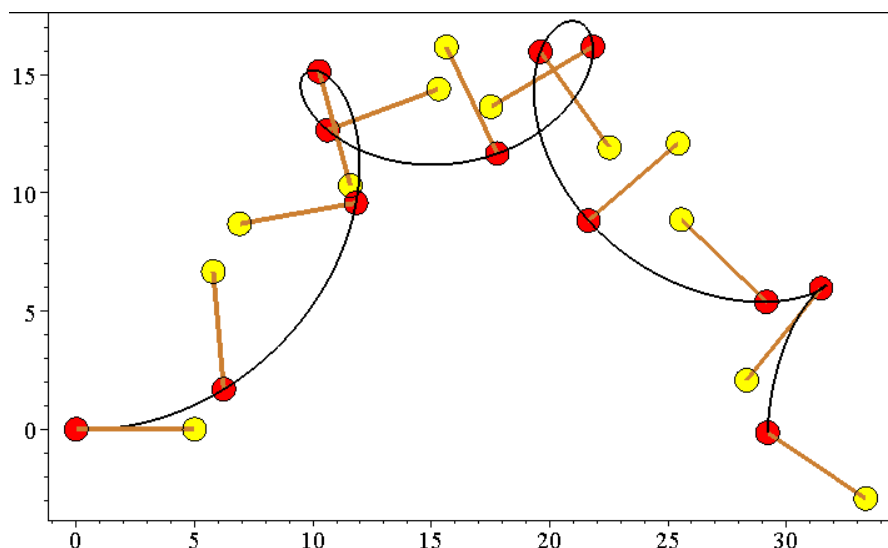


Рис. 2. Унаочнення окремих фаз обертів гантелі для варіанту 1.

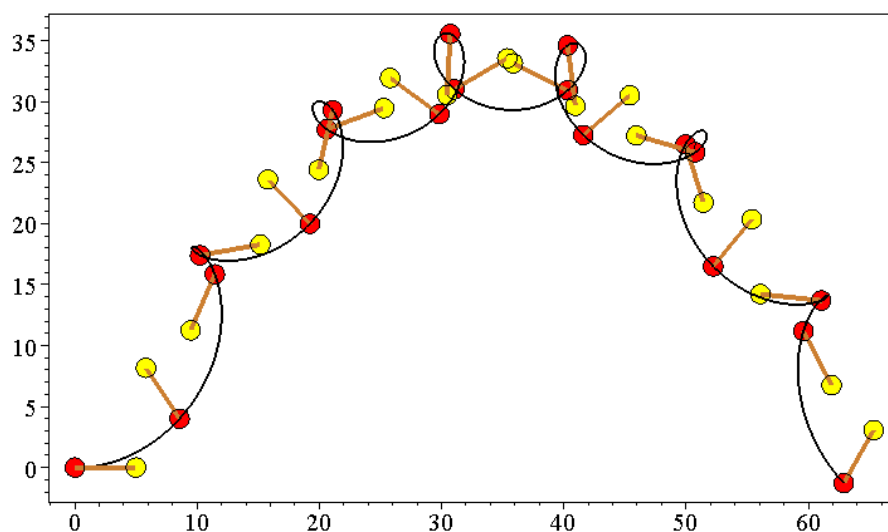


Рис. 3. Унаочнення окремих фаз обертів гантелі для варіанту 2.

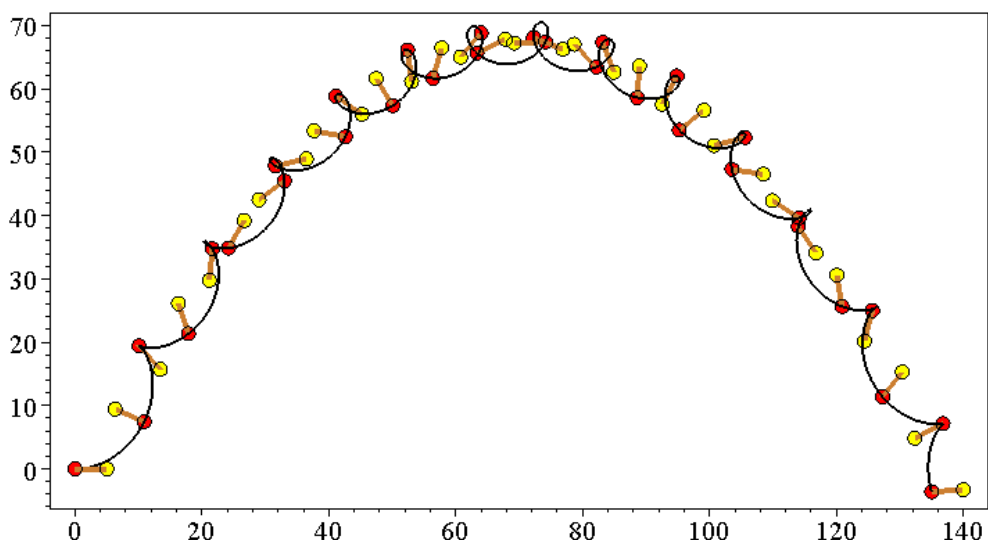


Рис. 4. Унаочнення окремих фаз обертів гантелі для варіанту 3.

Наблизитися до симетричної траєкторії переміщення першого вантажу гантелі можна за допомогою зображень кривих у системі координат $Oydy$ – тобто у фазовому просторі $\{y, dy\}$. На рис. 5 зображено фазову траєкторію - однакову для розглянутих випадків. По горизонталі відкладено переміщення $y(t)$ центра мас першого вантажу, а по вертикалі – швидкість $dy(t)$ центра мас першого вантажу. При цьому слід пам'ятати, що переміщення $y(t)$ визначає висоту підйому гантелі.

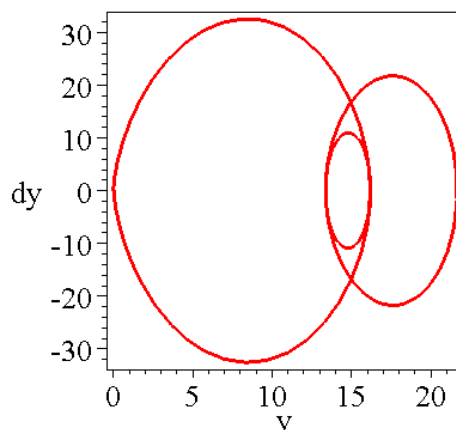


Рис. 5. Фазова траєкторія

Існування регулярної кривої на фазовій площині $Oydy$ вказує на певні особливості процесу метання гантелі. А саме, при незмінному значенню $dw(0)=5.69$ «вертикального» вибухового імпульсу гантель відлетить на відстань H за незмінний час $t=3.9$. І саме головне, траєкторія польоту центра маси першого вантажу буде симетричною відносно відстані $H/2$, що переконує у відсутності хаотичності руху. В таблиці показана залежність відстані H від значення $dx(0)$ «горизонтального» вибухового імпульсу.

Таблиця

$dx(0)$	30	25	20	15	10
H	120	100	85	65	47

На рис. 6 і 7 зображено траєкторії та окремі фази обертів гантелі для випадків $dx(0)=15$ і $dx(0)=25$. Переваги над попередніми результатами очевидні.

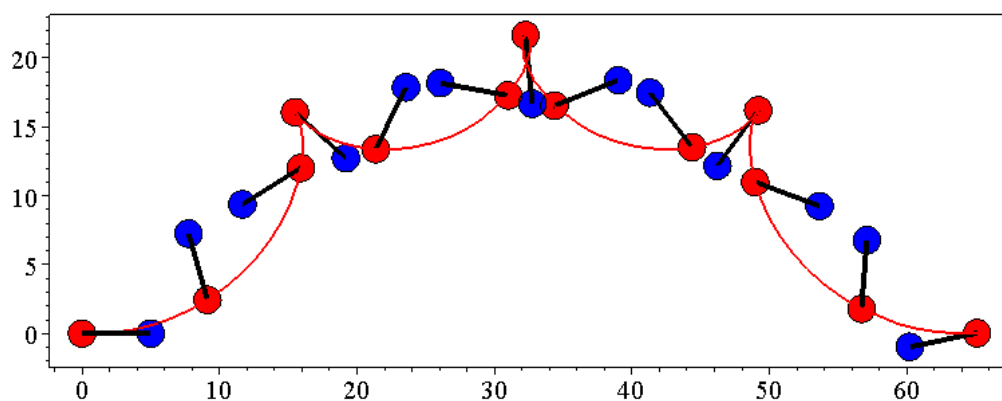


Рис. 6. Траєкторії та фази обертів гантелі для $dx(0)=15$ і $dw(0)=5.69$

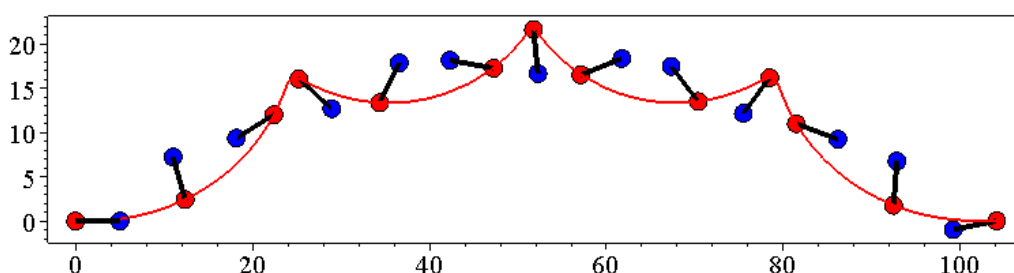


Рис. 7. Траєкторії та фази обертів гантелі для $dx(0)=25$ і $dw(0)=5.69$

Для впровадження розглянутої технології метання гантелі в практичну діяльність пожежних крім врахування опору повітря необхідно провести ряд досліджень. По-перше – обрати вид вибухової речовини і розробити заходи по її безпечному використанню. По-друге – спроектувати «стартовий» пристрій, здатний двома одночасними вибуховими імпульсами надати рух гантелі. І, нарешті, здійснити вибір матеріалу для виготовлення корпусу контейнерів типу гантель, який був би міцним і протистояв руйнуванню вибухами, але який би легко випаровувався під впливом вогню пожежі.

Висновки. Розроблений спосіб та складена Maple програма дозволяє змодельовати переміщення без врахування опору повітря в межах вертикальної площини гантелі, коли ініціювання руху здійснено в результаті одночасної дії двох вибухових імпульсів, зосереджених на обох вантажах.

Бібліографічний список

1. Ковалев А.А. Разработка отдельных аспектов контейнерного метода пожаротушения / А.А.Ковалев, А.Я.Калиновский, И.М. Хмиров // Проблемы пожарной безопасности. Сб. научных трудов. Харьков: НУГЗУ, Выпуск 44, 2018. – С.57-69
2. Куценко Л.М. Модель розкриття чотириланкової стержневої конструкції з рухомою точкою відліку / Л.М. Куценко, О.М. Семків, Л.Л. Запольський // Сучасні проблеми моделювання. Зб. Наукових праць. Мелітополь: МДПУ ім..Б. Хмельницького, Випуск 17, 2020. - С. 47-53

ТЕНДЕНЦІЇ СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ 3D ГРАФІКИ

Бородай А.М., студентка,
Ванін В.В., д.т.н., професор,
Грубич М.В., аспірантка²
Кузнецов Ю.М., д.т.н., професор.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Україна, м. Київ

Анотація – розглядається перехід з 2D-графіки до 3D-графіки та методи використання 3D-графіки.

Ключові слова – 3D-графіка, векторні зображення, анімовані 3D-зображення, 3D-моделювання, реалістичні об'єкти, 3D-індустрія, промисловий дизайн.

Постановка проблеми. Зображення існують сотні років, починаючи з кам'яного віку. Проте, з плином часу, людська раса еволюціонувала, так само як і їхні продукти, включаючи мистецтво. І хоча зображення в основному представляється в двох вимірах, класифікуючись по своїй ширині і висоті, то з приходом комп'ютерного віку, зображення дуже скоро отримали третій вимір-глибину.

Аналіз останніх досліджень. 3D-моделі є найважливішими компонентами цифрового виробництва. У 3D-індустрії, такі як 3D-друк, анімація, ігри, архітектура та промисловий дизайн, 3D-моделі є найважливішими компонентами цифрового виробництва. Тому важливим є вибір правильного програмного забезпечення для 3D-моделювання; Це допомагає реалізувати ваші творчі ідеї з мінімумом затрат та виробничих клопотів.

Формування цілей (постановка завдання). Провести спостереження як відбувався перехід від 2D-графіки до 3D-графіки, як розвивалася 3D-графіка та індустрія її використання.

Основна частина. 3D-графіка була створена в 1960-х роках, коли були введені векторні зображення. Векторний підхід дозволив створити 3D-графіку, використовуючи ті ж методи математичних формул, які обчислюють положення кожного пікселя в 3D-зображенні (рис.1).

² Науковий керівник – д.т.н., професор Ванін В.В., КПІ ім. Ігоря Сікорського

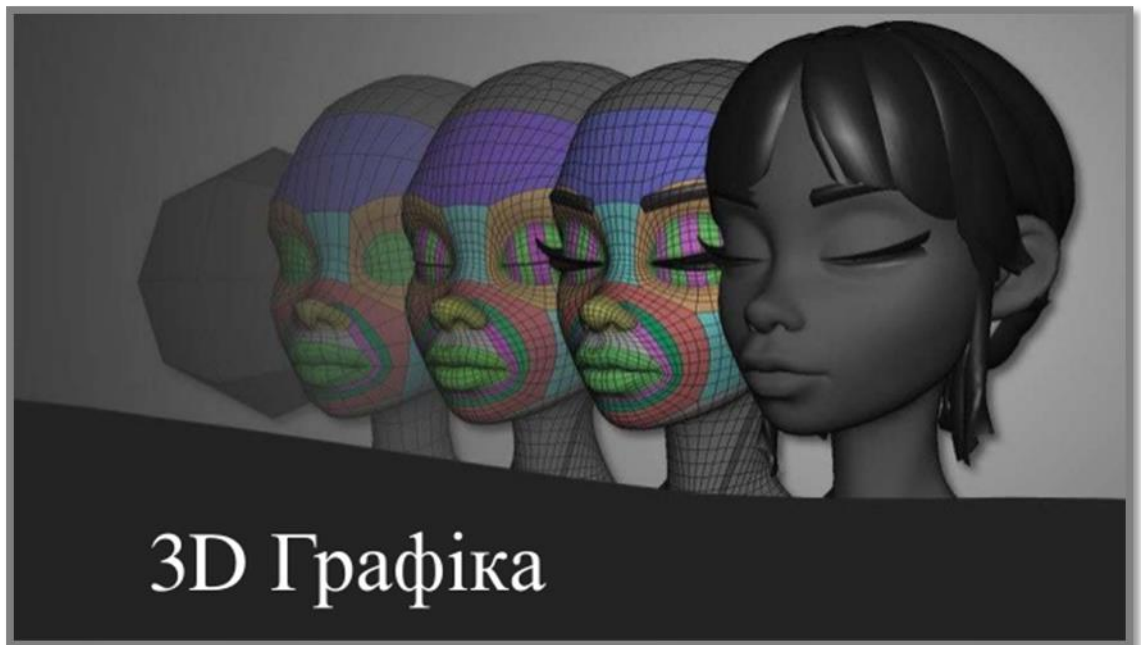


Рис.1.3D зображення

Сфери реалізації 3D моделювання:

- комп'ютерні ігри (рис.2)

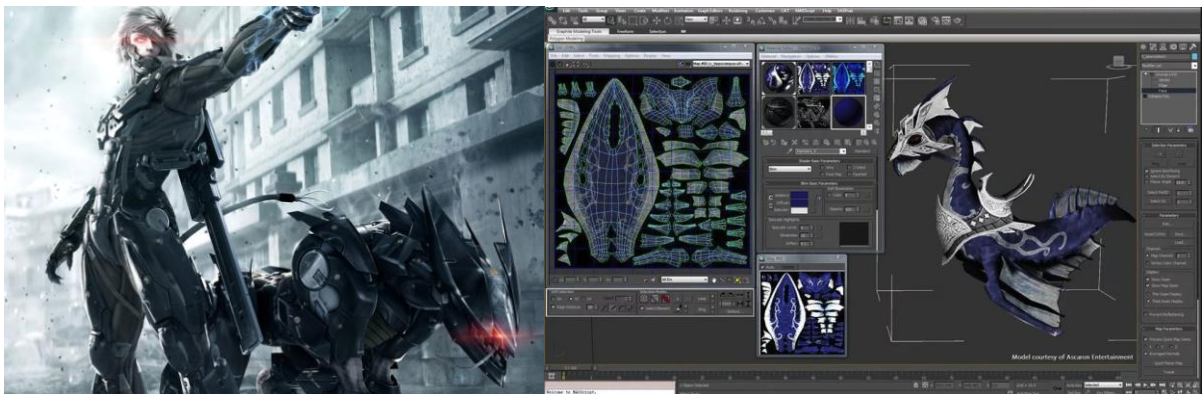


Рис.2.Комп'ютерні ігри

- реклама, маркетинг (рис.3)

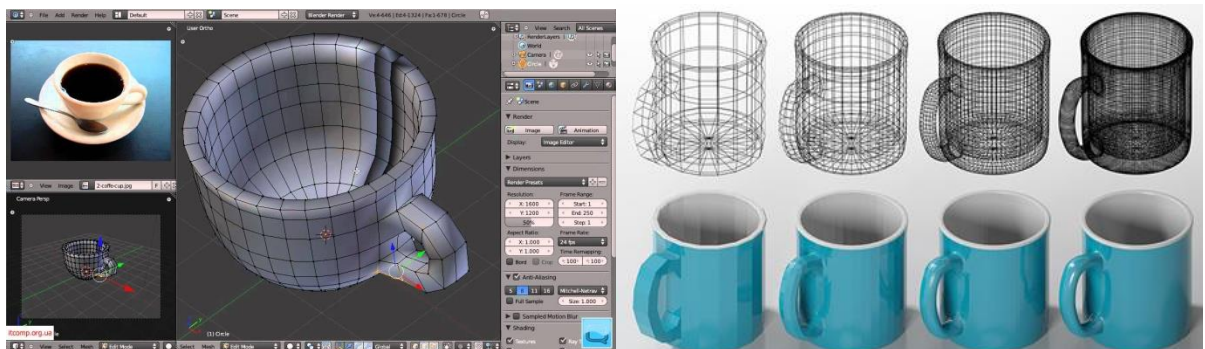


Рис.3. Реклама, маркетинг

➤ кінематограф (рис.4)

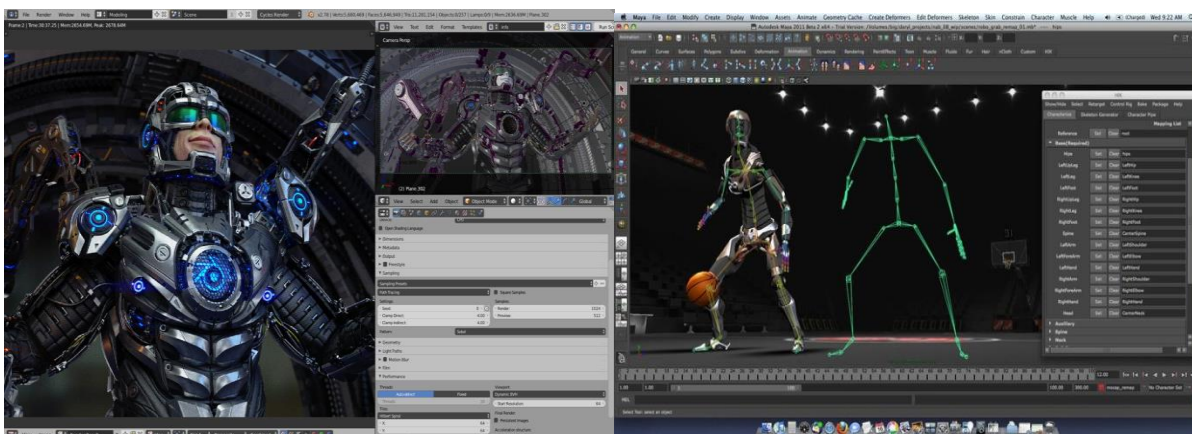


Рис.4.Кінематограф

➤ архітектура та дизайн інтер'єрів (рис.5)

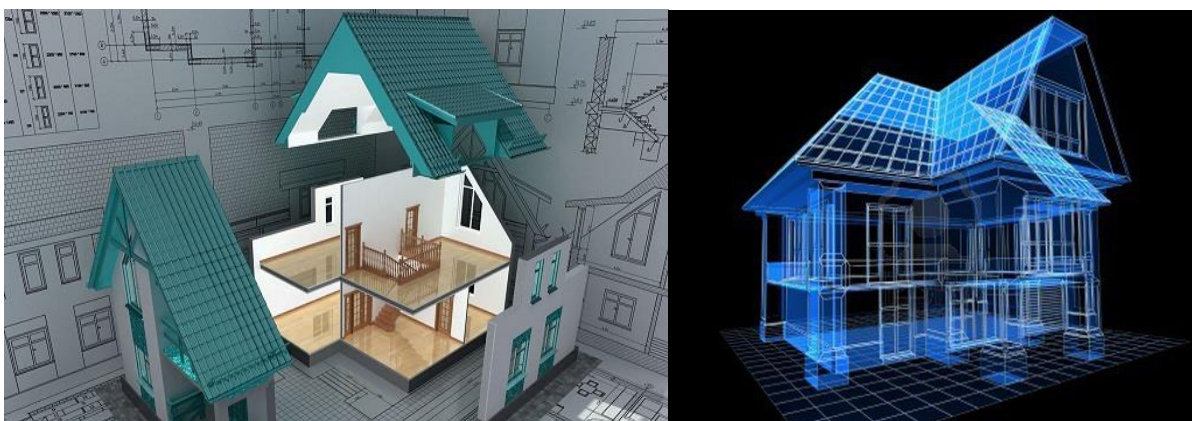


Рис.5. Архітектура та дизайн інтер'єрів

➤ анімація (рис.6)

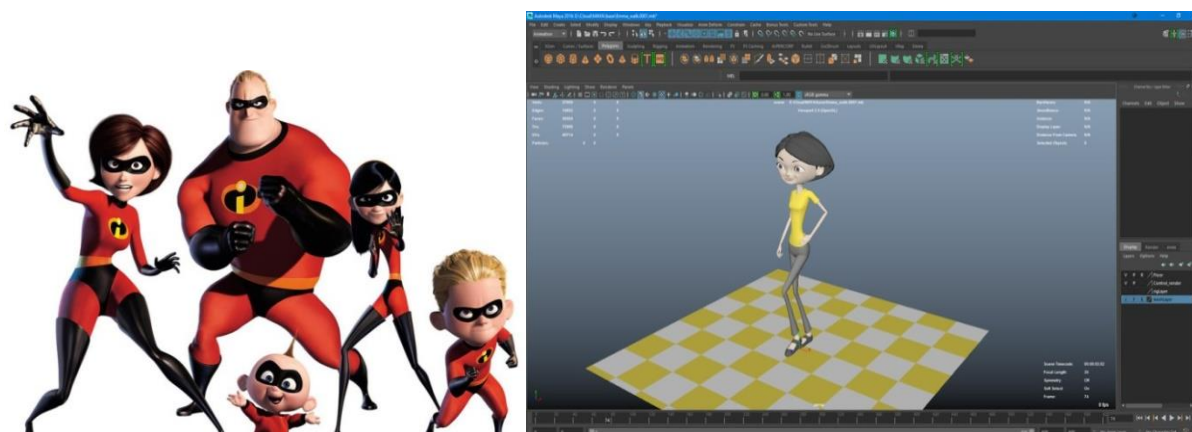


Рис.6. Анімація

Після того, як 3D-графіка стала популярною, вона швидко завоювала популярність у світі мистецтва для її різноманітного використання. Швидко анімовані 3D-зображення широко використовуються в кіно і комп'ютерних іграх.

3D-графіка запропонувала інший підхід, порівняно з тим, який використовується в 2D-зображеннях, створюючи зображення ближче до реальності. Незважаючи на те, що перші 3D-зображення були чітко створені комп'юром, сьогодні 3D-зображення може бути майже таким же реальним і живим, як і реальне життя.

До недоліків тривимірної графіки слід віднести:

- підвищені вимоги до апаратної частини та пам'яті сучасного комп'ютера;
- необхідність проведення великої підготовчої роботи по створенню моделей всіх об'єктів сцени і призначення їм матеріалів;
- меншу, ніж в двовимірній графіці, свободу при формуванні зображень;
- необхідність контролю за взаємним положенням об'єктів в складі сцени;
- неправдоподібну ідеальність результатів візуалізації.

Висновок. У 2D-системі ми використовуємо лише дві координати X і Y, але в 3D-додаємо додаткову координату Z. Технології 3D-графіки та їх застосування мають фундаментальне значення для індустрії розваг, ігор та комп'ютерного проектування. Це постійний напрямок досліджень у науковій візуалізації.

Крім того, компоненти 3D-графіки тепер є частиною практично всіх персональних комп'ютерів, і хоча вони традиційно призначені для роботи з графічними програмами, такими як ігри, вони все частіше використовуються іншими програмами.

Бібліографічний список

1. <https://www.ntchosting.com>
2. <https://www.sciencedaily.com>
3. <https://en.wikipedia.org>
4. <http://programming.in.ua>
5. <http://computer-graphics.narod.ru>

КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМИ ЗУБА КОВША ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ

Грубич М.В., аспірантка³,
Кувшинов О. В., студент,
Ванін В.В., д.т.н., професор,
Макаренко М.Г., к.т.н., доц., НАУ,
Макаров В. І., к.т.н., доц., НАУ.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(Україна, м. Київ)*

***Анотація** – проаналізовано існуючі підходи використання традиційних конструкцій у будівельній і дорожній галузях машинобудуванні при конструюванні підйомно-транспортних машин для розробки та транспортування ґрунтів, виконані патентно-інформаційні дослідження для оцінки технічного рівня обладнання та модернізовано зуб ковша землерийної машини.*

***Ключові слова** – зуб ковша землерийної машини, робоча частина, ріжуча кромка, клини, повздовжня канавка, дія зуба на ґрунт, бокові грані, поперечний переріз.*

Постановка проблеми. Відомо, що будівельні і дорожні роботи складні в технічному оснащенні та для їх проведення витрачається багато часу. Недоліком такого обладнання є те, що у процесі рихлення відбувається налипання ґрунту на робочу частину (поверхню), що підвищує енергоємність роботи машини. Дане конструктивне технічне рішення стосується зуба ковша землерийної машини. Використання запропонованого пристрою дозволяє знизити енергоємність рихлення ґрунту, а також підвищити довговічність зуба.

Аналіз останніх досліджень. До підйомно-транспортних машин будівельної і дорожньої галузей машинобудування відноситься машини для розробки та транспортування ґрунтів, у складі структури окремих видів яких є зубці ковшів землерийних машин:

Відомі зубці ковшів землерийних машин, що включають хвостовик і робочу частину з ріжучою кромкою, яка забезпечена розширювачами [1]. Недоліком такого обладнання є те, що у процесі копання відбувається

³ Науковий керівник – д.т.н., професор Ванін В.В., КПІ ім. Ігоря Сікорського

налипання ґрунту на робочу частину (поверхню), що підвищує енергоємність роботи машини та поліпшується процес рихлення.

Найбільш близьким до конструкції гогового технічного рішення є зуб ковша землерийної машини, що включає хвостик і симетричну відносно повздовжній вісі робочу частину з ріжучою кромкою, яка має два клини, кожен з яких пов'язаний з хвостиком і має повздовжню канавку з боковими гранями та шириною, яка збільшується за напрямом від ріжучої кромки до хвостика [2].

Недоліком такої конструкції є те, що повздовжня канавка забивається ґрунтом і знижується інтенсифікація просування частин ґрунту по робочій поверхні ковша.

Формулювання цілей. Метою даної роботи є опис отриманих результатів конструктивного пошуку, проведеного в контексті вибору пошукової концепції модернізації конструкції стосовно обладнання, робота якого спрямована на автоматизоване використання запропонованого пристрою, що дозволяє знизити енергоємність копання ґрунту, а також підвищити довговічність зуба.

Основна частина. В основі пошуків поставлена задача підвищення ефективності процесу руйнування ґрунту, який досягається тим, що в зубі ковша землерийної машини, що включає в себе хвостик і симетричну відносно повздовжньої вісі робочої частини з ріжучою кромкою, яка має два клини, кожен з яких пов'язаний з хвостиком і має повздовжню канавку з боковими гранями і шириною, яка збільшується у напрямку від ріжучої кромки до хвостика. При цьому бокові грані канавки виконані у вигляді частин конусних поверхонь, опуклість яких звернена до подовжньої вісі симетрії робочої частини, а радіуси кривизни конусних поверхонь збільшуються у напрямку від ріжучої кромки до хвостика [3].

Сутність пояснюється кресленням, де:

на рис. 1 – вигляд спереду зуба по повздовжній вісі його симетрії;

на рис. 2 – теж саме, вид зверху.

Зуб ковша землерийної машини складається з хвостика 1, робочої частини 2 у вигляді клина 3, що виконаний з верхньою гранню 4 і нижньою 5. На клиновій ділянці 4, що межує з хвостиком, на верхній його грані 6, в середній частині виконано повздовжню канавку 7. Бокові грані канавки виконані опуклої форми по відношенню одна до одної, до того ж радіус опуклості канавки збільшується у напрямку від її початку до лінії з'єднання хвостика з робочою частиною [4].

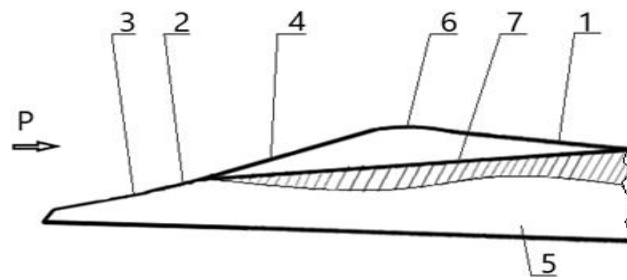


Рис.1

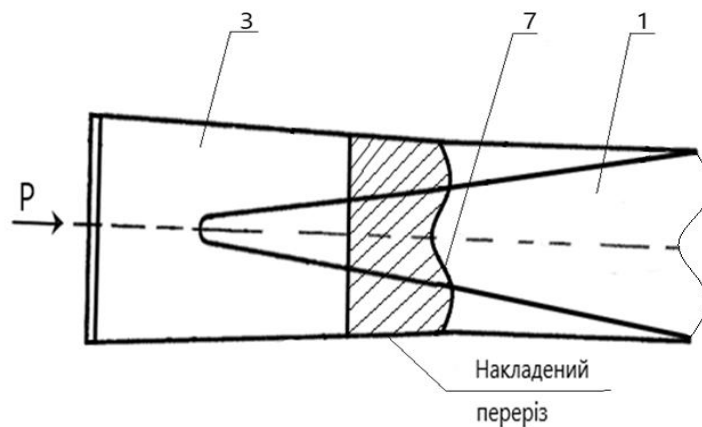


Рис. 2

Пристрій працює наступним чином. Ґрунт, розпушений першою ввігнутою, клиновою ділянкою 3, де він стискається, просовується по верхній грані 6 другої клинової ділянки. Виконання другої ділянки канавки випуклої форми значно полегшує відокремлення ґрунту від поверхні зуба, оскільки на цій ділянці він розтягується, на що витрачається менше енергії. Виконання тієї ж канавки змінним радіусом зі збільшенням його від ріжучої кромки та поперечного перерізу до лінії з'єднання хвостика з робочою частиною полегшує просування ґрунту по напрямку до ковша за рахунок того, що головні зусилля дії у місці канавок спрямовані доверху від поверхні зуба і розходяться між собою.

Виконання канавок зі змінним радіусом, який збільшується від ріжучої кромки до хвостика зменшує опір просування ґрунту у середній канавці ковша.

Крім того, виконання канавки з опуклими боковими гранями підвищує термін служби зуба при роботі у ґрунті за рахунок збільшення об'єму металу у зношуваній робочій частині.

Висновок

Сконструйований зуб ковша землерийної машини, який складається з хвостовика і симетричної відносно повздовжньої вісі робочої частини з ріжучою кромкою, яка розпадається на два клини, що пов'язані з хвостовиком і мають між собою повздовжню канавку з боковими гранями та ширина яких збільшується у напрямку від ріжучої кромки до хвостовика, має наступні переваги:

1. Він відрізняється тим, що у повздовжньому перерізі зуб виконаний у вигляді циліндричної поверхні загального типу, яка в передній частині має ввігнуту форму, що поступово переходить у випуклу робочу поверхню.
2. У зуба ковша землерийної машини повздовжня канавка виконана у вигляді конічної поверхні, яка розширяється в напрямку від носка до хвостової частини зуба.
3. Використання запропонованого пристрою дозволяє знизити енергоємність копання ґрунту, а також підвищити довговічність зуба та всієї землерийної машини.

Бібліографічний список

1. Универсальные одноковшовые строительные экскаваторы: Учебник для ПТУ / И. Л. Беркман, А. В. Раннев, А. К. Рейш. Москва: Высшая школа, 1977. 384 с.
2. Вибір будівельних машин для виконання земельних робіт. / Галузин В.М., Телешев В.І. ЛПІ, 1987г. 84 с.
3. Будівельні матеріали. / Довідник під ред. Баумана В.А., Машинобудування, 1976 г. Ч. I. 502 с.
4. <http://propozitsiya.com/ua/agrotehnika-ta-mehanizaciya-zbirannya-kartopli>

РОЗРОБКА СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ КАТЕТЕРА ВНУТРІШНЬОВЕННОГО ДЛЯ СТУДЕНТІВ ФБМІ

Кантур М. І., студентка,

Голова О.О., к.т.н.,

Воробйов О.М., старший викладач,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

(Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглянуто складальну одиницю катетера внутрішньовеного як об’єкт для навчання студентів роботі в програмі Автокад з дисципліни «Інженерна та комп’ютерна графіка»

Ключові слова – катетер, Автокад, 3D-модель, складальна одиниця.

Постановка проблеми. На даний час студенти I курсу всіх факультетів НТУУ «Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського» навчаються за однаковою програмою з дисципліни «Інженерна та комп’ютерна графіка». При цьому, у якості макетів та моделей використовуються застарілі зразки. Проблема відсутності використання набутих знань стає гострою на деяких факультетах. Зокрема, на факультеті біомедичної інженерії.

Формування цілей (постановка завдання). Для вирішення цієї проблеми нами розроблена модель нової складальної одиниці, за якою буде проводитись навчання та відпрацювання навичок, здобутих на практичних заняттях для студентів факультету біомедичної інженерії. Прототипом цієї моделі став катетер звичайний внутрішньовенний.

Основна частина.

Біомедична інженерія займається створенням нових та поліпшенням існуючих медичних приладів

Внаслідок реформування медичної галузі найближчим часом інфузії голками (коли у вені стоїть металева голка) будуть замінюватися інфузіями катетерами. Тому вивчення цього медичного приладу та його вдосконалення для біомедичних інженерів є однією із цікавих та важливих ланок їхньої професійної діяльності.

Катетер – дуже поширений медичний інструмент, який призначений для сполучення судин із зовнішнім середовищем та не потребує заміни певний період часу. Звичайний внутрішньовенний катетер встановлюється

безпосередньо у вену для введення лікарських препаратів або для виведення рідини з організму. Одна кінцівка катетера знаходиться у вені, а через пластикову кінцівку назовні, вводять препарат. Катетер використовується для внутрішньовенних інфузій зазвичай у периферичні вени верхніх кінцівок, але, також, він може розміщуватися на інших ділянках тіла. В залежності від цього, а також від віку пацієнта, катетери відрізняються довжиною та діаметром голки і трубки [1, 2].

Якість катетера дуже важлива, особливо в критичних ситуаціях. Коли потрібно швидко поставити інфузію (при гіпер- та гіпоглікемії, інфаркті, інсультах, комах різної етіології). На рис. 2 наведено складові частини катетера.

Трубка з канюлею (1), яка одягнута на голку з кріпленням (5), вводиться у вену. Голка та перехідник для заглушки (6) виймаються з трубки. Заглушка (7) накручується на канюлю (4). Фіксуючі крильця (3) кріпляться пластирем до шкіри та тримають трубку на місці. Ковпачок (8) перед встановленням катетера знімається. Ін'єкції проводяться при відкриванні ін'єкційного порта (2). В канюлю (4) підключаються системи для проведення інфузій.



Рис. 1. Розбірний кресленик катетера

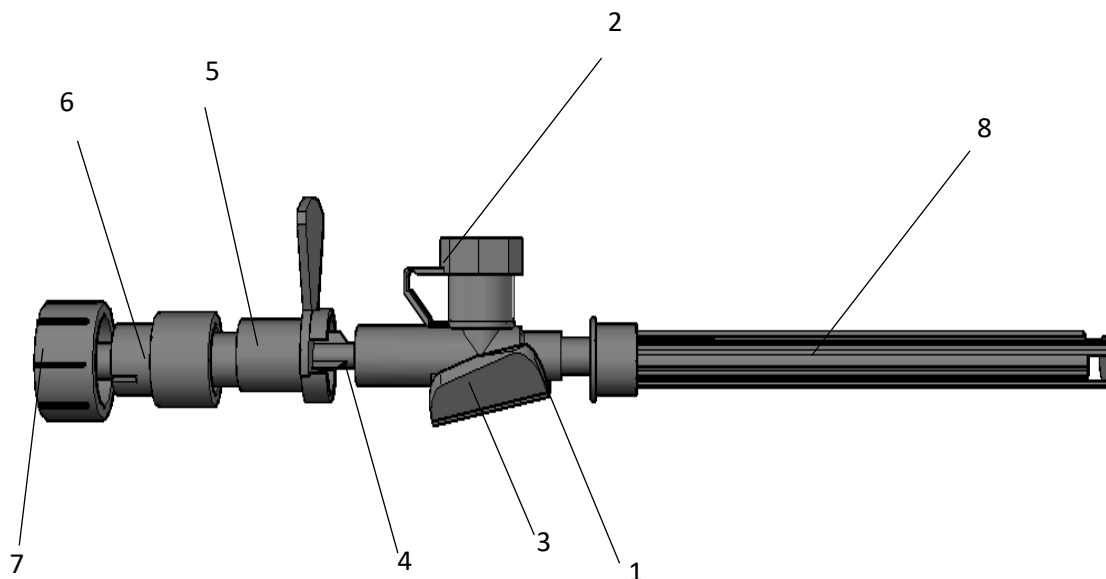


Рис.2. Складальний кресленик катетера

Висновки. У статті розглянута конструкція внутрішньовенного катетера як складальна одиниця для студентів I курсу факультету біомедичної інженерії, а також представлено 3D-моделі цього медичного обладнання з різних видів.

Вивчення деталей катетера дає змогу в подальшому шукати нові шляхи модернізації та вдосконалення катетерів для використання при виконанні інфузій .

Бібліографічний список

1. Анестезіологія, реанімація та інтенсивна терапія невідкладних станів - Ковальчук Л.Я. - Навчальний посібник – 2003. – 248 с.

2. Периферичний венозний катетер [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:
https://05ml.ru/spravochnik/Perifericheskiy_venoznyy_kateter/

ПРОЦЕСИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА

Надкернична Т.М., старший викладач,

Дмитрієнко О.С., студентка

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ)

Анотація – В статті описані процеси, що відбуваються при вигині оптичного волокна, зокрема такі зміни сигналу, як дисперсія, згасання та втрати інтенсивності на перегинах. Проаналізований вплив механічних дефектів волокна на поширення сигналу.

Ключові слова – оптичне волокно, пропускна здатність, згасання сигналу, критичний радіус вигину, радіус згину, міжмодова дисперсія, матеріальна дисперсія, світловод, втрати сигналу на перегинах.

Інформаційні мережі на основі оптичного волокна здатні передавати сигнал на великі відстані з малими втратами, забезпечуючи при цьому високу швидкість передачі інформації. Останнім часом в інженерії широко впроваджується використання рефлектометрів, для дослідження не тільки рівня згасання сигналу в оптичному волокні, але й для моніторингу, наприклад, деформацій будівельних конструкцій або зсувів ґрунту [1,5]. Саме тому проблема дослідження є актуальною.

Мета дослідження: проаналізувати процеси, що виникають в оптичному волокні при його деформації та з'ясувати їх вплив на поширення сигналу.

Основна частина

Застосування для передачі даних оптичних волокон неодмінно супроводжується їх вигинами при прокладках кабелю, що зумовлено особливостями архітектури приміщень, розташуванням мережевої апаратури. Аналіз наукових публікацій, інтернет-видань показав, що:

- розвиток технологій сприяє поліпшенню характеристик оптичних волокон та підвищенню їх стійкості до деформацій [3];
- проведені різноманітні дослідження коефіцієнта пропускання оптоволокон від радіусу його кривизни [3,5,6,7];
- інтенсивно розвивається імпульсна рефлектометрія, що проявляється у застосуванні затухання сигналу при деформаціях оптичних волокон для реєстрації сеймосигналів (навіть при довжині волокна 20 м), деформацій будівельних конструкцій тощо [5].

Зазначене свідчить про необхідність вивчення фізичних властивостей оптичного волокна як середовища поширення сигналу з

метою покращення якості передачі сигналу, збільшення її швидкості і обсягу переданих даних.

Розглянемо процеси, що виникають при *деформації* оптичного волокна. Розрізняють такі зміни сигналу при вигині хвильоводу: дисперсія; затухання (згасання).

Дисперсія являє собою розширення світлового імпульсу в процесі його проходження по оптичному волокну, вона обмежує ширину смуги пропускання та інформаційну ємність кабелю. Існують наступні типи дисперсії: міжмодова; матеріальна; хроматична. [4]

Модова (міжмодова) дисперсія – це дисперсія, що існує тільки в широкосмуговому хвильоводі та викликана різною швидкістю поширення променів з різним значенням центральної частоти спектру, що передається, вони досягатимуть виходу в різний час, що приводить до збільшення тривалості імпульсу на виході. Число мод, що розповсюджується по волокну, можна розрахувати наступним чином [5]:

$$M = \frac{v^2}{2} \quad (1)$$

де v – нормалізована частота. Якщо $v=2,405$ або менше, то розповсюджується лише одна мода, якщо ж більше - багато мод.

До приймального кінця волокна енергія різних мод надходить з певною затримкою. Це викликає розмазання прийнятого імпульсу, що надає деструктивну дію, оскільки частина енергії потрапляє в бітовий інтервал сусіднього біта.

Матеріальна дисперсія викликана тим, що різні довжини хвиль проходять через певні матеріали з різними швидкостями. Її визначають як співвідношення залежності довжини хвилі від показника заломлення того матеріалу, з якого сформований світловод.

Затухання – втрати оптичної енергії сигналу під час проходження світла по волокну. Залежить від довжини світла та вимірюється у дБ/км.

Згасання інтенсивності сигналу визначається за формулою [2]:

$$\alpha = \frac{10}{L} \lg \frac{P_{out}}{P_{in}}, \quad (2)$$

де α -коефіцієнт затухання, L - довжина оптичного волокна (км), P_{out} - вихідна потужність(зареєстрована світлодіодом), P_{in} - вхідна потужність (потужність джерела випромінювання).

Втрати сигналу на перегибах оптичного волокна залежать від радіусу вигину [3] за експоненціальним законом

$$\alpha \sim \exp(-R/R_k) \quad (3)$$

де R - радіус вигину світловода,

R_k -критичний радіус вигину оптоволокна, який наближено розраховується за формулою 4 [5]:

$$R_{kp} \approx \frac{3n_1^2 \lambda}{4\pi(n_1^2 - n_2^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (4)$$

- n_1, n_2 - показники заломлення серцевини та оболонки;
- λ - довжина хвилі випромінювання, яке приймається.

У разі вигину оптичного волокна понад допустимого радіусу (для стандартного одномодового волокна близько 50 мм, для світловода близько 80 мм [1,2,5]) порушується кут падіння світла на межу розділу серцевина-оболонка, через що значна частина розповсюдженого по волокну світла не тільки виходить за межі серцевини, але і зовсім виходить з волокна. Були проведені відповідні дослідження залежності затухання сигналу від радіусу кривизни волокна для різних довжин хвиль [6, 7]. (див. рис. 1 та рис. 2)

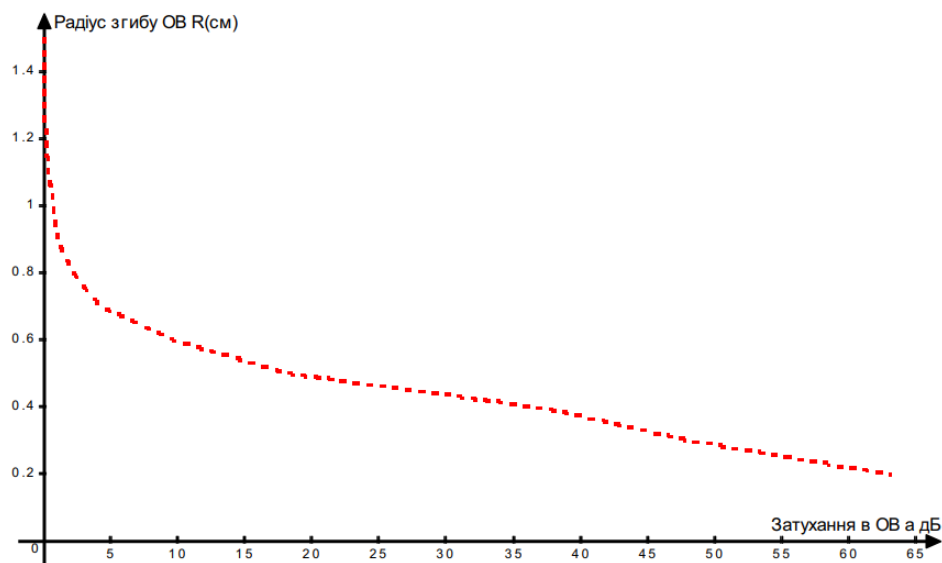


Рис. 1 Графік залежності затухання сигналу від радіуса згибу оптоволокна на довжині хвилі 1550 нм. [5]

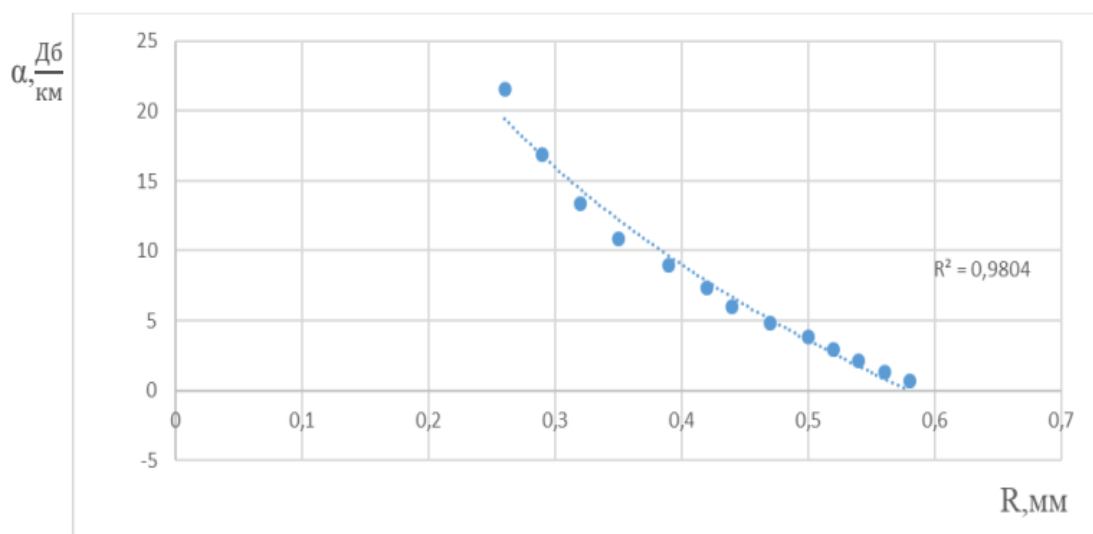


Рис. 2. – Графік залежності втрат сигналу від радіуса кривизни волокна для довжини хвилі 532 нм. [6]

Висновок

Таким чином, було розглянуто процеси, що відбуваються при деформаціях оптичних волокон та визначено основні причини втрати сигналу. Теоретично визначено закон зміни інтенсивності оптичного сигналу, що передається світловодом, при перегибах в залежності від радіусу вигину хвилевода. Зазначені критичні (мінімальні) радіуси вигину оптичних волокон в залежності від кількості мод (одномодове волокно або багатомодове- світловод). Проаналізовані можливі напрямки застосування оптичних волокон в рефлектометрії.

Бібліографічний список

1. Paschotta.R [Encyclopedia of Laser Physics and Technology](#) Edition October 2008 , 844 Pages WILEY-VCH , 2008. – 844 з. P.215-219.
2. Fiber Optic Sensors: Fundamentals and Applications [Text] / David A. Krohn 2015, с.161-165.
3. Matthijsse P., Kuyt G. Влияние изгибов оптических волокон на их характеристики //Кабели и провода. – М.: «Кабели и провода», 2005, №4, с. 17-22
4. Волоконна та інтегральна оптика: Навчальний посібник для студентів /Уклад.: О.К. Кучеренко. –К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.–216с
5. Новые возможности ВОЛС для мониторинга деформации сооружений и смещений грунта: FiberTOP.RU. URL: https://fibertop.ru/monitoring_deformaciy_sooruzeniy_i_smescheniya_grunta/
6. Дмитрієнко О.С., Растьогін М.Ю. Дослідження втрати інтенсивності сигналу при вигині оптичного волокна //Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління присвячена Дню космонавтики. Херсон: Видавництво ПП Вишемірський В.С., 2019. – с.59
7. Резак Е.А. Потери при изгибе оптоволокна. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Физика и химия . – СПб.: СПбГУ, с. 119-122: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=14340818>.

КНИЖКОВА ГРАФІКА — ЯК ЗАСІБ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Надкернична Т.М., старший викладач,

Романенко А.К.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ)

Ключові слова — Графіка, історія розвитку книг.

Анотація — В статті розповідається про історію розвитку, види та актуальність книжкової графіки (ілюстрації) на сьогоднішній день.

Постановка проблеми. Книга — це засіб зберігання інформації, друкована продукція. Але оформлення книги іноді виділяє її на фоні інших. Тим самим більш стилізована та красивіша робота друкарні є об'єктом уваги рядового читача. Іноді навіть обкладинка книги вже відображає характер літературного твору.

Основна частина. Один із засобів сприйняття інформації є зоровий. Коли ми дивимось на знак “ЗАБОРОНЕНО”, то розуміємо що подальший шлях заборонений. Чи коли дивимось уперед, то бачимо перешкоди попереду. Так само й у книгах, читаючи ми розуміємо про що йдеться у книзі. Графіка нам допомагає в цьому.

На початку нашої ери у Європі з'являються книги, схожі на наші сучасні. І одразу найперші твори отримали тогочасну ілюстрацію, схожу на гравірування.

Найпопулярнішим видом є ілюстрація. Найголовніша мета ілюстрації є графічне передання інформації до читача, іноді звичайні малюнки можуть доповнити картину подій, описаних у книзі (рис1.)



Рис.1 Ілюстрація до книги “Гаррі Поттер” художником Джимом Кеєм

Ілюстрація змінювалась разом із художніми течіями у світі (1). Так у епоху панування бароко книгам були притаманні пишні форми та нестандартна кольоровість та динамічність. Тоді як вже через одне століття, у часи панування модернізму, художнє оформлення книг стало більш стриманим. А на сьогоднішній час серед художників - ілюстраторів панує мінімалістичний стиль, мета якого передання тільки доцільної інформації, без зайвих візерунків.

Ще одним засобом надання структурованості книзі була буквиця (3). Вона використовувалась для відокремлення розділу у стародавніх рукописах та друківаних текстах. На сьогодні її використовують художники чия ідея надати книзі стародавнього виду (рис.2.).

По відношенню до абзацу буквицю відрізняють як буквиця винесена вгору, буквиця втоплена, буквиця обтравлена текстом.

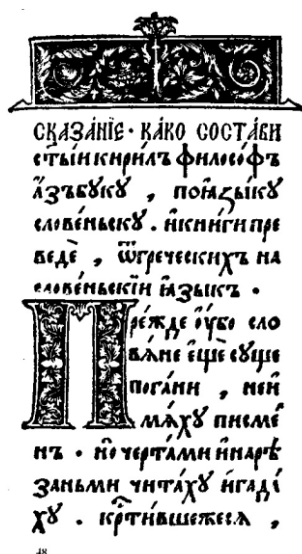


Рис.2 Літера “П” у “Острозькому букварі” означає початок розділу

Ще є прикрасою для початку чи кінця тексту невеликий малюнок чи орнамент, який називають віньєткою (2). Зазвичай сюжетом для віньєток є рослинні мотиви (часто фантастичного й казкового змісту), абстрактні зображення, рідше — зображення людей і тварин. На відміну від ілюстрацій, віньєтка жодним чином не повинна відволікати увагу читача від тексту, її завдання — надання книзі художньо-оформленого вигляду. Кажучи сучасною мовою, віньєтка — елемент дизайну (рис.3).



Рис.3 Віньєтка у кінці сторінки

Також, найперше, що ми бачимо у книзі — це її обкладинка. Обкладинку використовують для надання книзі яркого кольору, декору, але при цьому зберігати та надавати точну характеристику книзі. Бо наприклад, якщо книга є художнього напрямку на тематику жахів, то добрі малюнки будуть псувати перше враження від книги. Тому можна зробити висновок що обкладинка є презентацією книги для читача.(Рис.4)

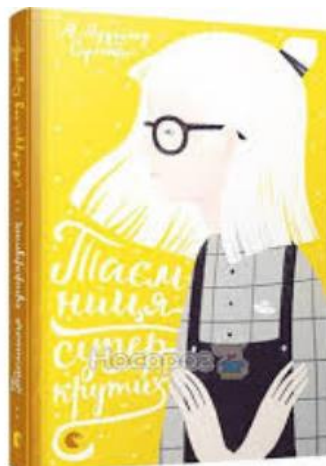


Рис.3 Приклад дизайну сучасної обкладинки

У наш час з'явилася нова техніка ілюстрації - комп'ютерна. Вона стала найбільш затребувана. Головна її перевага - це можливість масштабування і певна ступінь мінімалізму. Не втратили актуальності і традиційні техніки (акварель і різні техніки гравюри). Вибір стилю і техніки залежить від аудиторії на яку розрахована книга. Наприклад: наукова аудиторія або художня, доросла або дитяча. До кожної аудиторії треба мати свій підхід.

Певну популярність отримала в наш час «мультяшна» ілюстрація. Вона приваблює своєю яскравістю, чітким композиційним рішенням, простою технікою виконання і певною ясністю в відображенні персонажів і навколишнього середовища. Особливо такі ілюстрації привабливі для дитячої аудиторії.

Висновки. Книжкова графіка була і є важливою частиною книгодрукування. Бо вона допомагає краще розуміти текст твору, а у сучасному світі передача інформації графічно має велику перевагу. Бо окрім книг, ілюстрації перейшли і у веб-дизайн, технологічні презентації, форуми та ін.

Бібліографічний список

1. Как иллюстрируется книга — Демосфенова Г. Л. — М.: Академия художеств СССР, 1961 — 63 с.
2. Сокольников М. П. М. В. Маторин. — М.: Гизлегпром, 1948. — 72 с. — (Мастера книжного оформления).
3. Богацький Павло. Мала Літературна Енциклопедія. — Сідней, 2002.

ПОРІВНЯННЯ FUSION 360 ТА AUTOCAD ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У НАВЧАЛЬНИХ ТА ПРОФЕСІЙНИХ ЦІЛЯХ

Надкернична Т.М., старший викладач,

Сіряк Т. В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», (Україна, м. Київ)

Анотація – у статті проведено порівняльний аналіз основних можливостей систем автоматичного проектування Fusion 360 та AutoCAD 2019 для використання у навчальних та професійних цілях.

Ключові слова – геометричне моделювання, Fusion 360, AutoCAD, Autodesk .

Постановка проблеми. У 21 сторіччі важко уявити людину технічної спеціальності, яка б не користувалася програмами графічного моделювання. Невід’ємною частиною підготовки студентів є вивчення саме цих програм для подальшого прискорення та спрощення виконання багатьох непростих завдань.

Аналіз останніх досліджень. При наявності великої кількості програмних продуктів виникає питання застосування тієї чи іншої системи для вирішення конкретних прикладних задач. Вибір тієї чи іншої графічної інженерної програми все ще актуальний і активно обговорюється користувачами.

Формулювання цілей. В даній статті наведено порівняння основних критеріїв та можливостей двох загальновідомих програм графічного моделювання для використання у навчальних та професійних цілях.

Основна частина. Autodesk Fusion 360 - це комплексний хмарний CAD / CAE / CAM інструмент для промислового дизайну і машинобудівного проектування. Він поєднує в собі краще від Inventor, Alias, Simulation та інших програмних продуктів Autodesk, дозволяючи створювати унікальне середовище, яку з легкістю можна пристосувати під себе, і яка дозволить спроектувати практично все, що можна собі уявити [8].

Autodesk AutoCAD випускається компанією Autodesk з 1982 року. Перші розробки допускали взаємодію з прямими відрізками, дугами і колами. Їх об’єднували в блоки і становили складніші конструкції. Цей процес

нагадував нанесення елементів на папір, за що утиліта серед професіоналів стала називатися «електронний кульман». Сьогодні плоскі деталі будь-якої форми можна виконувати в один прийом інструментом, який називається полілінія. Завдяки доповненням проектувальники можуть промальовувати не тільки 2D проекції, але і виконувати складні об'ємні фрагменти з можливістю перетворення в реалістичну модель [9].

Для початку треба розглянути мінімальні вимоги до встановлення інсталяційного пакету, які наведені в Таб.1

Таблиця 1. Основні мінімальні вимоги до апаратного забезпечення

	AutoCAD 2019	Fusion 360	
Операційна система (32-розрядна та 64-розрядна)	- MS Windows 7 SP1 - MS Windows 8.1 - Ювілейне оновлення 64-розрядної версії MS Windows 10	- Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave 10.14; High Sierra 10.13 - Microsoft® Windows® 8.1 - Microsoft Windows 10	
Необхідний об'єм вільного місця на жорсткому диску для базового інсталяційного пакету	6,0 ГБ	32-розрядна	64-розрядна
		3 ГБ	3,3 ГБ

Важливим є те, що мова інтерфейсу обох програм є як російська, так і англійська, що дає можливість отримати додаткові знання.

Критичним завжди є питання ліцензійного використання програмних продуктів навчальними закладами. Обидві системи доступні для безкоштовного вільного використання в навчальних цілях для студентів та для домашнього використання: AutoCAD – навчальна ліцензія для студентів і викладачів на 3 роки; Fusion 360 – навчальна ліцензія на три роки з можливістю продовження.

Для студентів важливим є питання вільного доступу до безкоштовних актуальних навчальних матеріалів, так як зміни в навчальних програмах не встигають за активним розвитком програмних продуктів. У компанії Autodesk це реалізовано за рахунок онлайн-сервісів Knowledge Network та, де зібрані навчальні відео-уроки. Autodesk надає навчальні матеріали переважно англійською мовою. В свою чергу, Autodesk University проводить заняття, воркшопи та практичні заняття від провідних спеціалістів. Також діє система сертифікації спеціалістів (послуга безкоштовна).

Основною відмінністю є те, що AutoCAD інтегрується з галузевими інструментами, такими як AutoCAD Architectural, Electrical, Civil 3D і Mechanical, в той час як основною сферою застосування Fusion 360 є промисловий дизайн, а саме машинобудування.

Робота з 3D об'єктами в AutoCAD базується на побудові 2D ескізів та використанні геометричних об'єктів, а в Fusion 360 на роботі з 3D моделями довільної форми [5].

Для більш детального ознайомлення з характеристиками обох програм наведена порівняльна Таб. 2

Таблиця 2. Порівняння деяких характеристик AutoCAD та Fusion 360

	AutoCAD 2019	Fusion 360
Бібліотеки	Наявні бібліотеки стандартних елементів, деталей, можна створювати власні	Наявні бібліотеки стандартних елементів, деталей, можна створювати власні
Можливість програмування	Основна мова програмування AutoLisp	Дві основні мови програмування – Python та C++
Підходи до 3D-моделювання	Має можливість створювати з 2D об'єктів тверді тіла, мережі, поверхні.	Робота з 2D ескізами – створення твердотільних об'єктів – наявність дерева побудови з можливістю редагування моделі
Специфікації	Вручну або за допомогою комплексу «Автоматична специфікація Автокад»	Створення специфікацій як у середовищі креслення так і через виведення і збереження файлів схем.
Позиціонування в 3D	Немає складальної системи, позиціонування за рахунок переміщення системи координатам користувача	Існує повноцінна складальна система із довільним переміщенням компонентів один відносно одного
Параметризація	Наявна, але не для всіх об'єктів Тільки для 2D об'єктів, 3D примітивів, поверхонь	Наявна
Створення розгортки поверхні	Не можна	Можна для простих об'єктів
Налаштування інтерфейсу (створення своєї палітри інструментів)	Можна, додатково є можливість створити «свою кнопку», інструменти з необхідною побудовою створити повністю свій інтерфейс	Можна додати свої найчастіше вживані кнопки на кожную панель
Підшивки	Можна підшивати кілька креслеників за допомогою диспетчера підшивок	Немає підшивок

Висновки. Обидві програми – потужні комплекси, які допомагають виконувати роботу швидко та максимально автоматизувати роботу проектувальників. В загальному плані надати однозначну перевагу тій чи

іншій системі складно, але в залежності від поставлених задач можна більш конкретно визначитися, використання якої з програм буде більш доцільним. А зробити остаточне рішення можна лише ознайомившись і попрацювавши особисто і у Fusion 360, і в AutoCAD. І тільки тоді робити вибір, адже програма підбирається під кожну особистість і не можна сказати, яка з них більш ефективна.

Бібліографічний список

1. Функциональность AutoDesk Fusion 360
<https://www.pointcad.ru/product/autodesk-fusion-360/funkczional-autodesk-fusion-360> - Мова рос.
2. Позиціювання
<http://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/?guid=GUID-509FE7DB-8E56-4048-9AE9-22683EF5C07A> – Мова англ.
3. Розгортка поверхонь <https://forums.autodesk.com/t5/fusion-360-russkiy/razvertka-poverhnostey/td-p/6677610> – Мова рос.
4. Створення специфікації на основі файла схеми
<https://knowledge.autodesk.com/ru/search-result/caas/sfdarticles/sfdarticles/RUS/How-to-generate-a-Schematics-BOM-in-Fusion-360.html> - Мова рос.
5. Робота з 3D моделями в Fusion 360
[https://www.pointcad.ru/novosti/rabota-s-3d-modelyami-v-sisteme-fusion-360-%E2%80%93-ot-konczepczii-do-voploshheniya-\(chast-1\)](https://www.pointcad.ru/novosti/rabota-s-3d-modelyami-v-sisteme-fusion-360-%E2%80%93-ot-konczepczii-do-voploshheniya-(chast-1)) – Мова рос.
6. Стандартные изделия во Fusion 360
https://www.pointcad.ru/novosti/ctandartnyie-izdeliya-vo-fusion-360_
Мова рос.
7. Библиотеки компонентов (AutoCAD Mechanical Toolset)
<https://knowledge.autodesk.com/ru/support/autocad-mechanical/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/RUS/AutoCAD-Mechanical/files/GUID-D80CCFCC-BD45-4C2B-9090-2864C5C3055C-hm.html> – Мова рос.
8. Функциональность Autodesk Fusion 360
<https://www.pointcad.ru/product/autodesk-fusion-360/funkczional-autodesk-fusion-360> - Мова рос.
9. Что представляет собой AutoCAD?
<https://www.autodesk.ru/products/autocad/overview> - Мова рос.

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ РІВНЯ МІКРОПЛАСТИКУ В ОРГАНІЗМІ

Вінічук А.С., студентка,

Голова О.О., к.т.н.,

Воробйов О.М., старший викладач,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського» (Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглянуто перспективний пристрій для діагностування рівня мікропластику в організмі та механізм його дії.

Ключові слова – мікропластик, BioMEMS, мікроконсольний біосенсор (перетворювач), токсини.

Постановка проблеми. Хлопчики Давньої Греції грали у футбол жовчним міхуром свині. Племя майя користувалися для цього шкірою з плодів. Впродовж століть людство намагалося зробити м'яч для футболу міцнішим та еластичнішим. І йому це вдавалося завдяки природним добавкам. У 1862 році естафету прийняв більярд. Британський хімік Паркес винайшов перший пластифікатор, який став дешевим замінником слонової кістки, з якої робили більярдні кулі.

Згодом, у 1907 році, вчені винайшли повністю синтетичний пластик. І його головна перевага – довговічність, згодом стала його критичним недоліком. Він майже не розкладається.

Мікропластик - це крихітні часточки полімеру-основи пластикової маси, які є найбільшим забруднювачем довкілля. Ці частинки мають розмір від 5 до 100 нм. Сам мікропластик буває первинним і вторинним. Первинний виникає тоді, коли, наприклад, зношуються шини автомобіля. Утім, більшою загрозою є вторинний мікропластик, який утворюється з пластикового сміття - одноразовий посуд, пакети та інші пластикові вироби. Пластикове сміття розпадається на дрібні, але тверді частинки. На жаль, вони чудово втягують у себе різні токсичні речовини.

Використання пластику в останні десятиліття збільшилось настільки, що він стає невід'ємною частиною осадових гірських порід Землі. Вчені виявили зв'язок між експоненціальним приростом мікропластику, що лишається в осадових породах, і експоненціальним збільшенням виробництва пластику.

Відкриття говорить про те, що після доби бронзи та залізної доби ми наразі переходимо до епохи пластику.

Від Великої тихоокеанської сміттевої плями до русел річок та струмків мікропластик є одним з найпоширеніших забруднювачів планети. Його знаходять скрізь – від найглибших частин нашого океану до шлунків

китів та морських птахів. Тож, пластик, який ми використовуємо, потрапляє в океан і лишається у викопних рештках.

Мікропластик є новою темою для наукової спільноти. Людина поглинає його разом з їжею, водою та через повітря. Виявлено, що у тварин (зокрема людей), часточки мікро- і нанопластику можуть всмоктуватися в тканини шлунково-кишкового тракту, проникати у м'язову тканину на клітинному рівні і викликати запальні процеси. Дослідження вчених показують, що згодом, при накопиченні в організмі мікропластику, погіршується імунна система за рахунок токсичних властивостей, які притаманні великій кількості крихітних пластмасових частинок. Токсини, які переносяться мікро- та наночастинками пластика, можуть проникати через клітинні мембрани в кров[1], впливати на енергетичний баланс, змінювати генофонд.

Формування цілей (постановка завдання). Спроектувати потенційний прилад для діагностування рівня мікропластику в організмі (через кров). Розглянути механізм його дії.

Основна частина. На цей момент діагностування мікропластику в організмі не є можливим через відсутність попиту і пристроїв, проте неважко передбачити, що протягом найближчих 5-10 років у людства виникнуть хвороби, безпосередньо пов'язані з накопиченням мікропластику в організмі (зокрема, у крові). Тому так необхідні пристрої для швидкого та якісного діагностування рівня крихітного пластику. Це дозволить підвищити ефективність роботи лікарів за рахунок таких аналізів, вберегти їх від втрати часу на тривале діагностування хворих.

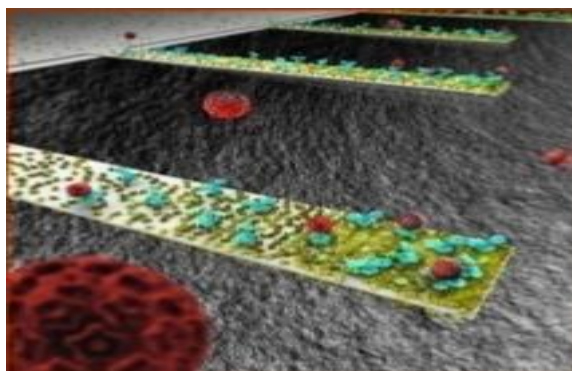


Рис 1. Приклад роботи мікроконсольного біосенсору

Для вирішення цієї проблеми нами був розроблений спеціальний пристрій, що забезпечує визначення рівня нанопластику в організмі. В основі дії цього приладу лежать MEMS – технології.

Мікроелектромеханічні системи (MEMS) – це концепція створення електронних компонентів, яка дозволяє мініатюризувати механічні структури та повністю інтегрувати їх з електричними схемами. Це дає фізичний пристрій, який, наразі, більш схожий на мікросистему, що поєднує в собі переваги механічних та електричних систем.

MEMS-технології застосовуються для створення різних мініатюрних актуаторів (виконуючих пристроїв) та датчиків, таких, як магнітометричні, барометричні датчики, аналізатори середовища, наприклад, для термінового аналізу крові.

Наш пристрій призначений для визначення рівня нанопластика в крові за рахунок оцінювання кількості отруйних речовин – токсинів. Так як токсини майже завжди є білками, що здатні породжувати хвороби через взаємодію з біологічними макромолекулами, то ми пропонуємо скористатися BioMEMS. Цей різновид MEMS має біологічний характер.

Розроблений нами прилад створений на основі принципу роботи звичайного мікроконсольного перетворювача (рис.2) є пристроєм для виявлення різноманітних аналітів.

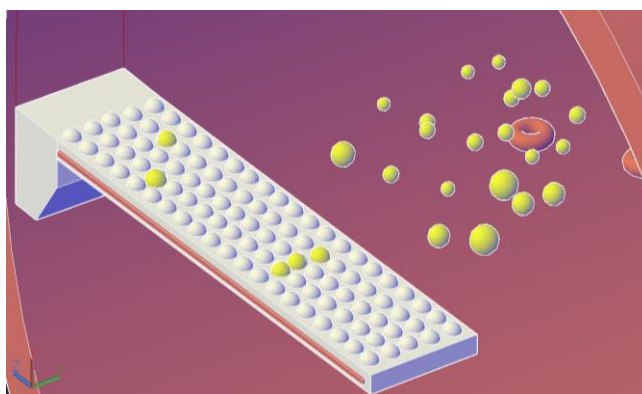


Рис 2. Вигляд мікроконсольного перетворювача.

На рис. 2 темні сфери символізують токсини мікропластику, які безпосередньо потрапляють на інтерфейс біосенсору. Внутрішня пластина містить чутливі мікросхеми, які зчитують інформацію про зміну параметрів, тим самим визначаючи кількість та вид токсинів. Під час подальших досліджень можливе встановлення шкали оцінювання рівня інтоксикації організму.

Висновки. Дана стаття розглядає один із способів вирішення проблеми людства, яке стикнулося з хворобами, пов'язаними з накопиченням мікропластику, шляхом його діагностування та подальшого лікування за допомогою високочутливого біохімічного датчика на основі мікроконсольного перетворювача.

Дана робота може стати основою для подальших винаходів і проектів, які пов'язані з цією проблемою.

Бібліографічний список

1. Мікропластик і що ми про нього знаємо [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.akvantis.com.ua/ua/novosti/mikroplastik-i-hto-my-o-nem-znaem>

ФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛОМАННЫХ ЗУБЬЕВ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ШЕСТЕРЕН ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Козулин С. М., к.т.н.,
Подыма Г. С., старший преподаватель,
*Институт электросварки им. Е.О. Патона Национальной академии наук
Украины (Украина, г. Киев)*
*Национальный технический университет Украины «Киевский
политехнический институт им. Игоря Сикорского» (Украина, г. Киев)*

Аннотация – описана конструкция формирующего устройства для восстановления поломанных зубьев крупномодульных шестерен электрошлаковой наплавкой. Цель работы – разработка упрощённой конструкции формирующего устройства, обеспечивающей снижение трудоёмкости его изготовления. Для экономии цветного металла, а также исключения токарно-фрезерных операций предложено формирующий кокиль изготавливать из тонколистового медного проката, а для создания системы охлаждения использовать малоуглеродистую сталь. Показано, что предложенная конструкция позволит существенно снизить затраты на изготовление формирующих устройств для восстановления поломанных зубьев ($m \geq 18$), что повысит эффективность выполнения ремонтных работ.

Ключевые слова – шестерни, крупномодульные зубья, формирующее устройство, кокиль, рабочая поверхность, эвольвентный профиль, восстановление, электрошлаковая наплавка, материальные затраты, трудоёмкость изготовления.

Постановка проблемы. Восстановление дорогостоящих деталей машин с использованием сварочных процессов позволяет существенно снизить сроки ремонтно-восстановительных работ, а также уменьшить закупки по импорту.

Увеличение ресурса работы зубчатых передач крупногабаритных агрегатов, вышедших из строя в результате поломки отдельных зубьев, с применением электрошлаковой наплавки является актуальной задачей.

Анализ последних исследований. В настоящее время реставрацию поломанных зубьев крупного модуля ($m \geq 18$) выполняют с применением электродуговых методов наплавки, которые отличаются низкой производительностью, а также не позволяют обеспечить восстановление исходного профиля рабочей поверхности без её последующей механической обработки [1]. Наиболее эффективным методом их восстановления является электрошлаковая наплавка с использованием специального формирующего устройства [2, 3].

Основным элементом устройства является кокиль, который изготавливают, как правило, из толстостенного медного проката [3, 4]. Учитывая то, что при выполнении электрошлаковой наплавки температура шлаковой ванны достигает 1800°C , для охлаждения рабочей поверхности в

теле кокиля предусмотрены каналы для циркуляции охлаждающей воды, которые выполняют путём сверления или фрезерования. Профиль рабочей поверхности кокиля, который должен соответствовать стандартной эвольвентной форме зуба изготавливают фрезерованием с использованием специального инструмента. Учитывая то, что при эксплуатации шестерен известны случаи поломки отдельных зубьев, изготовление сложных металлоёмких формирующих устройств для их реставрации с экономической точки зрения является нецелесообразным.

Формулировка целей (постановка задачи). Разработка упрощённой конструкции формирующего устройства для восстановления отдельных поломанных зубьев позволит существенно уменьшить материальные затраты на изготовление устройств и снизить сроки ремонтно-восстановительных работ.

Основная часть. Поставленная цель достигается тем, что для реставрации поломанных зубьев предложено устройство сборной конструкции. Для экономии цветного металла, а также исключения токарно-фрезерных операций при изготовлении формирующего устройства, рабочий элемент формирующей поверхности предложено изготавливать из тонкостенного медного проката толщиной 3-5 мм. Для этого механическим путём лист отожжённой меди изгибают, формируя копию эвольвентного профиля заготовки. При этом в качестве оправки используют зубья восстанавливаемой шестерни, не имеющие дефектов профиля. Для создания системы охлаждения формирующей поверхности кокиля изготавливают П-образный короб из малоуглеродистой стали, который припаивают к медной заготовке на латунь или с применением специальных флюсов. Торцевые стенки устройства также изготавливают из малоуглеродистой стали. Однако опыт изготовления прямоточных сборных кокилей показал, что при малой скорости циркуляции охлаждающей воды в их верхней части нарушаются условия конвективного теплообмена, что нередко приводит к закипанию воды, прожогу формирующей стенки, а также выбросу пара из сливного отверстия. Это может привести к повреждению отводящих воду резиноканевых рукавов и ожогам обслуживающего персонала.

Для гарантированной работы кокиля в конвективном режиме охлаждения в конструкции предусмотрены поперечные диафрагмы, которые устанавливают внутри корпуса формирующего устройства (рис.1).

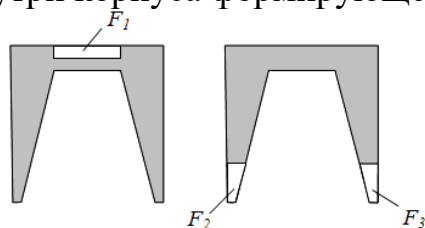


Рис. 1. Конструкция диафрагм с отверстиями для циркуляции охлаждающей жидкости: F_1 , F_2 и F_3 – площади отверстий, вырезанных в диафрагмах для циркуляции воды.

Для соблюдения необходимой скорости циркуляции охлаждающей жидкости должно соблюдаться равенство:

$$F_{вх.} = F_{вых.} = F_1 = F_2 + F_3,$$

где: $F_{вх.}$ и $F_{вых.}$ – площади поперечного сечения входного и выходного отверстий в штуцерах подвода и отвода охлаждающей жидкости;

Площади отверстий F_1 , F_2 и F_3 (рис. 1) и расстояния между диафрагмами рассчитывали по методике, приведённой в работе [5]. Диафрагмы изготавливали из малоуглеродистой стали и приваривали по наружному контуру к стальному корпусу кокиля.

На рис. 2 приведена принципиальная конструкция формирующего устройства и показана схема циркуляции охлаждающей жидкости.

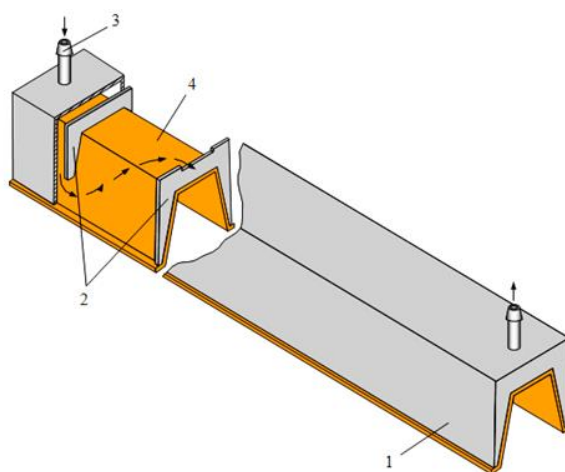


Рис. 2. Конструкция формирующего устройства для восстановления поломанных зубьев крупномодульных шестерен: 1 – корпус; 2 – диафрагмы; 3 – входной штуцер подачи охлаждающей воды; 4 – медный формирующий кокиль.

Для восстановления поломанных зубьев крупного модуля ($m = 40$) изготовлен опытно-промышленный образец формирующего устройства (рис. 3). Испытания устройства в лабораторных условиях показали, что процесс охлаждения рабочей поверхности осуществляется стабильно в конвективном режиме, качество формирования наплавленного металла хорошее. Температура воды на выходе из формирующего устройства не превышала $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, что допустимо для электрошлакового процесса.

Выводы. Разработанная конструкция формирующего устройства для восстановления поломанных зубьев крупного модуля позволит существенно уменьшить материальные затраты на его изготовление и сократить сроки ремонтно-восстановительных работ.

Предложенную конструкцию устройства также можно использовать для восстановления других рабочих элементов машин, профили которых имеют форму близкую к трапеции, например, грунтозацепов траков гусеничных машин, цевочных звёздочек и др.

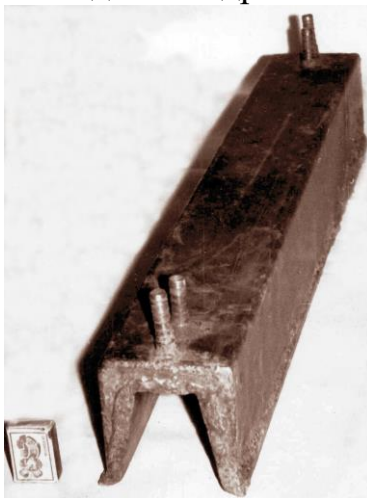


Рис. 3. Внешний вид формирующего устройства для восстановления поломанных зубьев крупномодульных шестерен.

Библиографический список

1. Восстановление деталей машин: Справочник / Ф. И. Пантелеенко, В. П. Лялякин, В. П. Иванов, В. М. Константинов [под ред. В. П. Иванова]. – М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Электрошлаковая сварка и наплавка в ремонтных работах / И. И. Суцук-Слюсаренко, И. И. Лычко, М. Г. Козулин, В. М. Семенов. — Киев: Наук, думка, 1989. — 112 с.
3. Лычко И. И. Электрошлаковая наплавка – эффективный способ восстановления крупномодульных шестерен / И. И. Лычко, С. М. Козулин. – К: Общество «Знание» Украинской ССР, 1988 – 20 с.
4. Козулин С. М., Подыма Г. С. Формирующее устройство для восстановления крупномодульных зубьев венцов электрошлаковой наплавкой // Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених», Випуск 4. – К.: ДІА, 2015. – С. 102 – 107.
5. Тепловые процессы при электрошлаковом переплаве [под ред. Б. И. Медовара]. — Киев: Наук, думка, 1978. — 304 с.

ЗУБОТЕХНІЧНІ ШТИФТИ: НЕДОСКОНАЛІСТЬ МЕТАЛЕВИХ ТА МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ

Подима Г.С., старший викладач,

Вілінська О.А., студентка.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського (Україна, м. Київ)

***Анотація** – у роботі розглядаються переваги керамічного зуботехнічного штифта та недоліки металевих. Також у статті наведена конструкція зуботехнічного штифта.*

***Ключові слова** 3D-моделювання, штифт, метал, кераміка, стоматолог-терапевт, терапевтичне лікування.*

Постановка проблеми. Метою даної статті є вдосконалення зуботехнічного штифта, а також виявлення можливостей його вдосконалення за допомогою зміни матеріалу.

Формування цілей. Розробити удосконалений зуботехнічний штифт для вирішення проблеми несумісності матеріалу з живим організмом.

Основна частина Значне руйнування коронки зуба - проблема, що часто зустрічається в практиці стоматолога-терапевта. Відновлення такого зуба являє собою складну задачу. Існують різні способи терапевтичного лікування зруйнованих зубів з використанням композиційних матеріалів.

Однак, ряд клінічних спостережень показав, що без внутрішнього канального штифта неможливо провести гарантовану реставрацію коронкової частини зуба.

Нажаль, при поширенні такої процедури, пристрої для її проведення мають ряд недоліків і не вдосконалюються. Звичайні металеві штифти при тривалому використанні приходять в невідповідність, тому що метал при взаємодії з яснами, кровоносними судинами та слиною починає ржавіти.

Термін дії такого штифта – не більше 5 років. Якщо пацієнт не відчує одразу погіршення самопочуття та біль у яснах, то це може призвести до більш серйозної проблеми – запалення ясен та зараження крові.

Ми можемо удосконалити існуючу конструкцію зуботехнічного штифта, змінивши матеріал штифта на той, що буде краще сприйматися організмом і не буде зношуватися так швидко.

Було прийнято рішення замінити метал на кераміку через ряд переваг:

1. Кераміка більш сумісна з людським організмом.
2. Навіть якщо керамічний штифт зламається в середині ясен, він не викличе запального процесу.

3. Якщо пацієнт має проблеми з шлунково-кишковим трактом, то метал у роті небажаний, тому що вступає в реакцію з слиною і порушує кислотність шлунка.
4. Якщо пацієнт має алергію на метал, то в цьому випадку не існує інших варіантів – виключно неметалева конструкція.

При розробці штифта ми використовували програму 3D-моделювання AutoCad. На рис.1 зображено зуботехнічний штифт розміром 5 мм, за основу взято штифт OverFibers з скловолокна.



Рис. 1. Зуботехнічний штифт

Висновки

Запропонована розробка штифта для використання у практиці стоматолога-терапевта є більш сумісною з людським організмом. Проте має і свої недоліки, наприклад меншу міцність, тому в подальшій перспективі теж потребує удосконалення.

Бібліографічний список

1. Биоматериаловедение: Учебное пособие для студентов биотехнологического направления в том числе иностранных/ В.В. Россихин, А.И. Ильинский, Н.Ф. Клещев; – Харьков : НТУ «ХПИ», 2011. – 142 с.
2. <http://dentalcentr.com.ua/shtift.html>
3. <https://medlineservice.ru/uslugi/stomatologiya/zubnye-shtifty>
4. <https://dial-dent.ru/patient/articles/shtifti.php>

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗВ'ЯЗКУ ДЕЯКИХ МЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Волочнюк М.В., студент,
Гетьман О.Г., к.т.н., доцент,
Білицька Н.В., к.т.н., доцент.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
(Україна, м. Київ)*

Анотація - розглядається можливість вибору найбільш раціональних методів розв'язку деяких метричних задач нарисної геометрії. Порівняння виконано на прикладі двох задач із застосуванням способу заміни площин проекцій та без нього.

Ключові слова - лінії рівня, спосіб заміни площин проекцій, метричні задачі, площина – посередник, проекціююча площина.

Постановка проблеми. В нарисній геометрії, як правило, існує декілька варіантів розв'язку однієї і тієї ж задачі і дослідник має можливість вибору найкращого з них. Але для повної оптимізації алгоритму отримання результату не слід забувати і про методи перетворення проекцій, за допомогою яких теж є можливість скоротити процес розв'язку задачі.

Аналіз останніх досліджень. Розв'язок деяких метричних задач нарисної геометрії інколи буває досить складним. Це торкається задач на перпендикулярність, на пошук ліній перетину площин та поверхонь та інших. У таких випадках буває доцільним застосування методів, що спрощують хід побудов для отримання результатів розв'язку складних задач. Це такі методи, як перетворення комплексного кресленика, метод косокутного проекціювання, методи проективної геометрії.

Постановка завдання. Вивчення додаткових розділів дисципліни студентами, що мають бажання поглиблено вивчати інженерну графіку, розвиває їх інтелектуальний потенціал та надає їм можливість бути більш підготовленими до професійної, конструкторської діяльності. Тому розгляд питання про вибір оптимального варіанта розв'язку конкретної задачі має неабияке значення.

Основна частина. Інколи розв'язок метричних задач буває дуже складним і потребує від студентів поглибленого знання багатьох розділів дисципліни. Застосування методів перетворення комплексного кресленика буває доступним для студентів, які вивчають інженерну графіку в скороченому об'ємі, але значно спрощує алгоритм пошуку результату.

Розглянемо варіанти розв'язку деяких задач на наступних прикладах.

Нехай необхідно побудувати сферу, що є дотичною до площини $\Sigma(ABC)$ у точці M так, щоб точка N належала її поверхні (рис.1).

Розглянемо алгоритм розв'язку цієї задачі (рис.2).

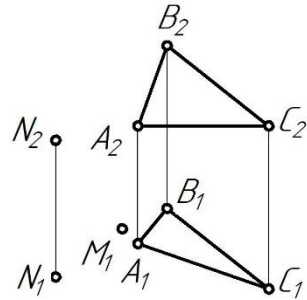


Рис. 1 Умова задачі.

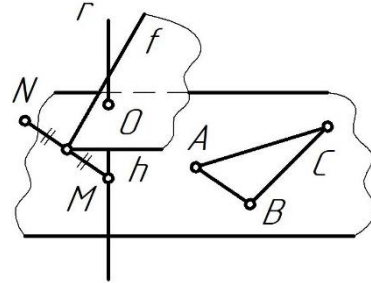


Рис. 2. Розв'язок задачі на просторовій моделі.

Визначивши належність точки M площині $\Sigma(ABC)$, будуюмо пряму r , яка перпендикулярна цій площині і проходить через точку M . З'єднуємо точки M та N . Площина $\Omega(h \times f)$, яка проходить через середину цього відрізка та перпендикулярна йому – це множина точок, на яких може бути розташований центр шуканої сфери. Але центр цієї сфери буде також належати і прямій r , яка перпендикулярна площині $\Sigma(ABC)$. Тому центр сфери, яка дотична до площини $\Sigma(ABC)$ у точці M та проходить через точку N , буде знайдено як точку перетину площини $\Omega(h \times f)$ та перпендикуляра r .

Розв'язок цієї задачі наведено на рис.3. Побудова достатньо громіздка та потребує значної точності виконання [1].

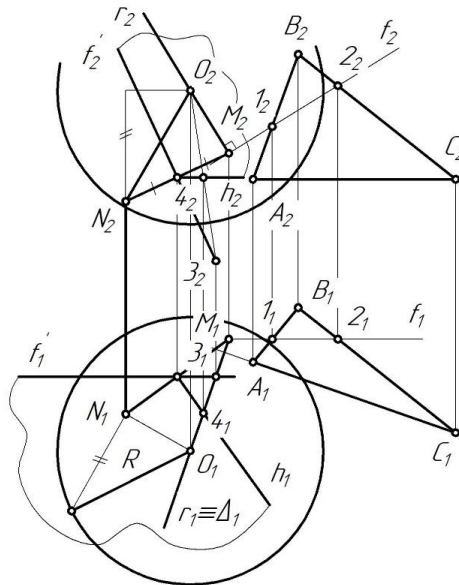


Рис. 3. Розв'язок задачі без застосування методів перетворення кресленика.

На рис.4 ця задача розв'язана за допомогою способу заміни площин проєкцій [2].

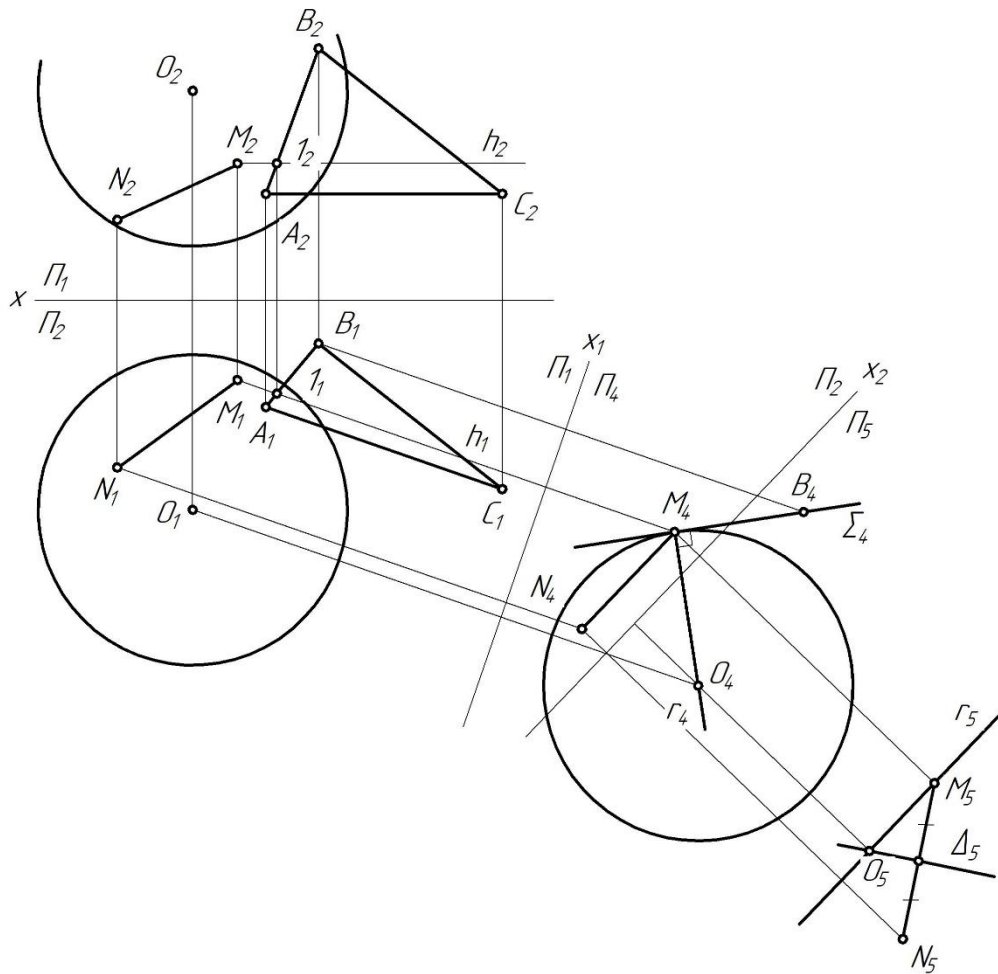


Рис. 4. Розв'язок задачі методом заміни площин проекцій.

Спочатку за допомогою горизонталі h визначаємо належність точки M площині $\Sigma(ABC)$ і перетворюємо задану площину на проєкціюючу в системі площин проєкцій Π_1/Π_4 . На Π_4 будемо перпендикуляр r до площини $\Sigma(ABC)$, що виходить з точки M .

Друге перетворення площин проєкцій виконуємо таким чином, щоб побудувати площину Π_5 , що паралельна відріzkу MN , через точки якого проходить шукана сфера. Тоді в системі площин проєкцій Π_4/Π_5 через середину відрізка MN побудуємо перпендикулярну до нього площину $\Delta(\Delta_5)$, яка, перетинаючись із перпендикуляром r (r_5), надасть точку $O(O_5)$, яка є центром шуканої сфери. Знаходимо проєкції центра сфери в системі площин проєкцій Π_2/Π_1 та будемо обрис сфери.

Ми вважаємо, що в даному випадку більш доцільним та наочним є розв'язок цієї задачі способом заміни площин проєкцій.

Порівняємо методи розв'язку ще однієї задачі.

Нехай треба побудувати горизонтальну проєкцію прямої m , точки якої рівновіддалені від сторін a і f лінійного кута (рис. 5).

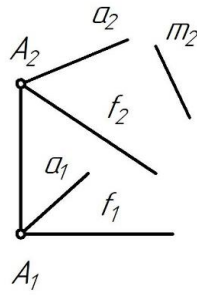


Рис. 5. Умова задачі.

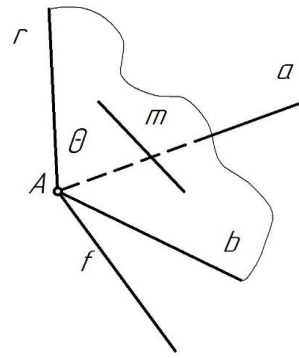


Рис. 6. Розв'язок задачі на просторовій моделі.

Шукана пряма повинна бути розташована в площині, яка по-перше, задається бісектрисою b лінійного кута, а по-друге, перпендикуляром r до площини, що утворена прямими a та f (рис.6).

На рис.7 наведено розв'язок задачі класичним методом: побудована бісектриса кута $b(b_1, b_2)$ та перпендикуляр $r(r_1, r_2)$, які проходять через точку $A(A_1, A_2)$. Виходячи із умови приналежності прямої m , що задана своєю однією проекцією, цій площині, знаходимо другу проекцію шуканої прямої m .

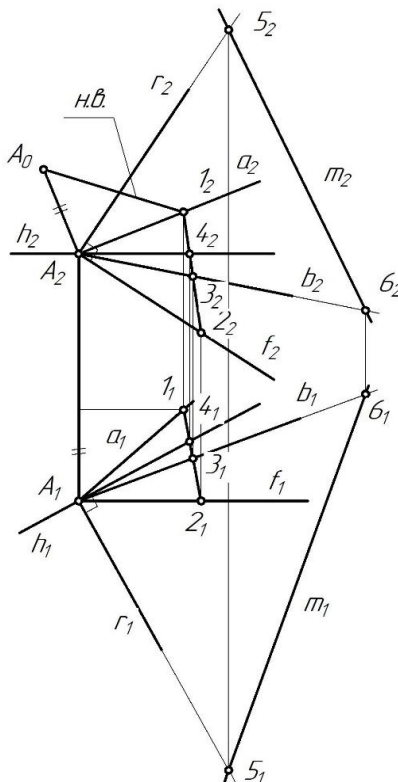


Рис. 7. Розв'язок задачі без застосування методів перетворення кресленика.

Незважаючи на простий алгоритм, побудова також досить громіздка.

Розглянемо розв'язок цієї задачі способом заміни площин проекцій [3] (рис.8).

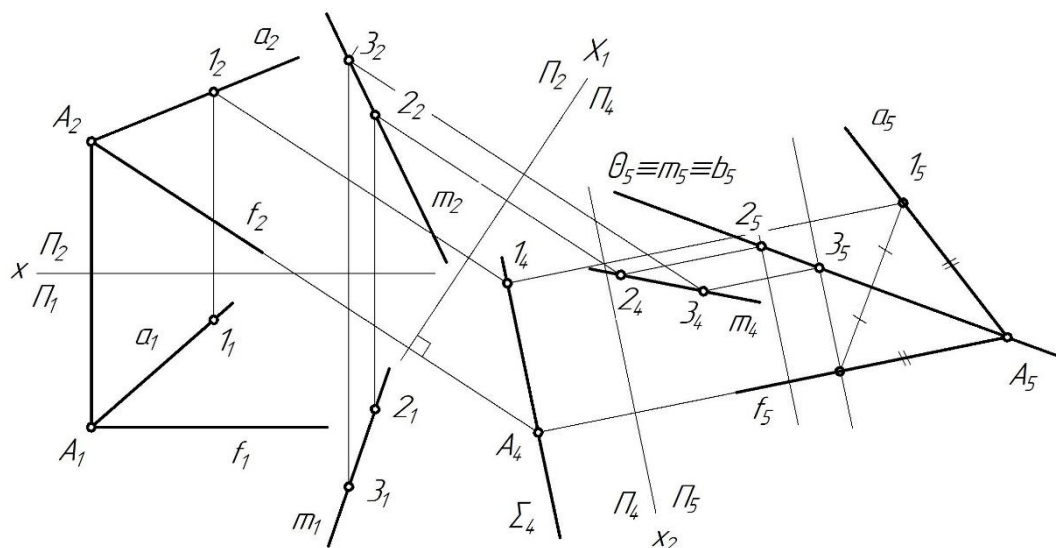


Рис. 8. Розв'язок задачі методом заміни площин проекцій.

Перетворимо задану площину загального положення $\Sigma (a \times f)$ на проекціючу $\Sigma (\Sigma_4)$ виконавши заміну систем площин проекцій Π_2/Π_1 на Π_2/Π_4 , де Π_4 перпендикулярна лінії рівня f заданої площини. Після чого замінюємо систему площин проекцій Π_2/Π_4 на Π_4/Π_5 таким чином, щоб Π_5 була паралельна площині Σ . В площині проекцій Π_5 знаходимо натуральну величину лінійного кута та будуємо бісекторну площину $\Theta (\Theta_5)$, у якій і розташована шукана пряма $m(m_5)$. Зворотнім рухом знаходимо спочатку проекцію m на Π_4 , а потім на Π_1 .

Якщо порівняємо обидва методи розв'язку цієї задачі, то результат, отриманий способом заміни площин проекцій виглядає простіше.

Висновки. Для розв'язання розглянутих задач були застосовані традиційний метод та метод заміни площин проекцій. Використання обох методів та аналіз їх застосування розвиває просторово-логічне мислення студента та спонукає до вибору оптимального варіанту у кожному конкретному випадку. Такий підхід готує студентів до подальшої конструкторської діяльності.

Бібліографічний список

1. Бубенников А.В. Начертательная геометрия./ Бубенников А.В., Громов М.Я. – М: Высшая школа, 1973. – 286с.
2. Інженерна графіка. /Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. – К: Видавнича група ВНУ, 2009. – 399с.
3. Короткий курс лекцій з інженерної графіки для студентів немеханічних спеціальностей [Електронний ресурс]:. – Електронні текстові дані (1 файл : 72,1 Мбайт). / Ванін В.В., Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Міхлевська Н.В. – Київ : НТУУ «КПІ», 2013.- 44 с.

ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З РОЗВИТКУ ПОПУЛЯРНОСТІ САЙТУ КАФЕДРИ

Гагарін О.О., к.т.н., доцент

Герасимик І.П., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – пошукова оптимізація сайтів (SEO), пошуковий запит, пошукові системи.

Анотація – у статті розглянуто деякі аспекти проведення комплексу заходів щодо збільшення видимості сайту в пошукових системах за цільовими пошуковими запитами. Розглянуто етапи проведення SEO оптимізації сайту кафедри АПЕПС ТЕФ КПІ, запропоновано варіант побудови веб системи для виявлення та вироблення рекомендацій з виправлення недоліків сайтів що тестуються розробленою системою.

Постановка проблеми. В сучасному світі складно уявити працюючий бізнес чи якусь організацію без власного сайту. Кожного дня створюються тисячі сайтів і конкуренція між ними росте. Основною проблемою для бізнесу зараз є не створення власного сайту, а саме його просування в пошукових системах інтернет за рахунок проведення так званої SEO оптимізації сайту. Аналіз неякісної побудови сайту та усунення недоліків у процесі проведення оптимізації під пошукові системи є актуальною завжди, адже пошукові системи модернізують свої алгоритми. Пошукова оптимізація дає ні багато ні мало, а перш за все потенційних клієнтів, які, до речі, самі вас знайшли та підвищує довір'я вашому сайту, якщо у всій мережі Інтернет він виявився в трійці кращих.

Аналіз останніх досліджень. Зазвичай по складності роботи SEO-оптимізації (пошуковому просуванню) можна умовно поділити на наступні:

- аналіз алгоритмів ранжирування пошукових систем, для виявлення ключових факторів ранжирування та відстеження нововведень пошукових систем;

- аналіз поточного попиту користувачів з відвідувань сайтів по тематиці (статистики пошукових запитів,);

- складання списку запитів що просувають контент сайту (або побудова семантичного ядра);

роботи з поліпшення контенту та дизайну самого сайту (внутрішня оптимізація);

роботи по збільшенню цитування сайту і числу його згадок в мережі (зовнішня оптимізація);

роботи з аналізу поведінки користувачів на сайті і на сторінках результатів видачі (поліпшення поведінкових факторів);

відстеження результатів (позиції по цільових запитах, трафіку) і внесення коригувань в поточну схему роботи.

У якості відстеження результатів по просуванню та оптимізації сайту на сьогодні прийнято використати дві ключові метрики - позиції сайту по цільових запитах (видимість у інтернет просторі) і пошуковий трафік (кількість та швидкість отримання відповіді) по комерційним запитам.

Формулювання цілій. У роботі надано опис проведених процедур оптимізації сайту кафедри АПЕПС ТЕФ КПІ (зовнішня і внутрішня) з метою підняття його популярності (рейтингу) в мережі Інтернет та просування його в пошуковій видачі на перші позиції.

Основна частина. Робота з оптимізації сайту кафедри АПЕПС ТЕФ КПІ проводилася у такій послідовності. Спочатку проводилась індексація усіх сторінок і побудова дерева сайту та перевірявся код відповіді сервера та наявність редіректів. Далі аналізувалися всі сторінки сайту на відповідність їх вмісту вимогам пошукових систем, тобто перевіряються: мета-дані, такі як title, description, alt, наявність і правильність використання заголовків, а також аналізувалась карта сайту, коректність зовнішніх посилань та файл robots.txt.

Для реалізації наведеного алгоритму був розроблено веб додаток доступу користувачів до сервісів перевірки коректності побудови сайту вимогам алгоритмів SEO-оптимізації.

Веб-додаток дає можливість звичайному користувачу інтернету перевірити свій сайт на наявність помилок оптимізації сайту під пошукові системи та дає ряд рекомендацій по виправленню даних помилок. Кожен користувач застосунку має можливість створити свій особистий кабінет з функціями доступу до сервісів перевірок та формування рекомендацій і звітів. Для реєстрації в додатку користувачу потрібно ввести електронну адресу та отримати паролі доступу. У сеансах проведення SEO-оптимізації ввести пароль та від сервісу для побудови звітів та рекомендацій відносно стану сайту що перевіряється.

Реалізація серверної частини веб-додатку використовує PHP-фреймворк Laravel [1]. Його головними перевагами є підвищена продуктивність та наявність інструментів для кешування. Також Laravel має систему організації черг із довго працюючими процесами. Для зберігання даних використовується система управління базами даних MySQL [2].

Веб-додаток працює на платформі з операційної системою CentOS Linux 7 [3], як самій оптимальної ОС для веб-застосунку, що використовує додатки з великим навантаженням.

Веб-сервер одночасно використовує зв'язку nginx [4] та apache [5]. Легкий високопродуктивний nginx будемо використовувати на клієнтській частині (front-end). Він буде обробляти запити щодо статичного контенту сайту. Серверна частина (back-end) використовує apache, задачею якого є надання динамічного контенту.

Перевірку на коректність роботи розробленого додатку була виконана при SEO-оптимізації елементів сайту кафедри АПЕПС КПІ.

Ця перевірка виявила наступне. Була виявлена відсутність карти сайту та некоректно прописаний файл robots.txt. Це груба помилка, оскільки індексація сайту для пошукових систем починається саме з цих файлів. Файл robots.txt вказує пошуковому роботу правила індексування сайту: які сторінки потребують індексації, які цього не потребують, а також прописується шлях до карти сайту. Файл sitemap.xml який зберігає у собі карту (дерево) сайту, що полегшує роботу пошуковому роботу та значно прискорює процес індексації усього ресурсу.

Також на сайті були перевірені метатеги та теги головних заголовків. Коли неправильно прописані метатеги, головні заголовки сторінок сайту, а також використовуються адресні посилання (URL) з параметрами, то пошуковий робот може неправильно зчитати контент вашої сторінки та дати позицію вище вашому конкуренту. Таким чином ви будете втрачати вагому долю цільового трафіка вашого сайту

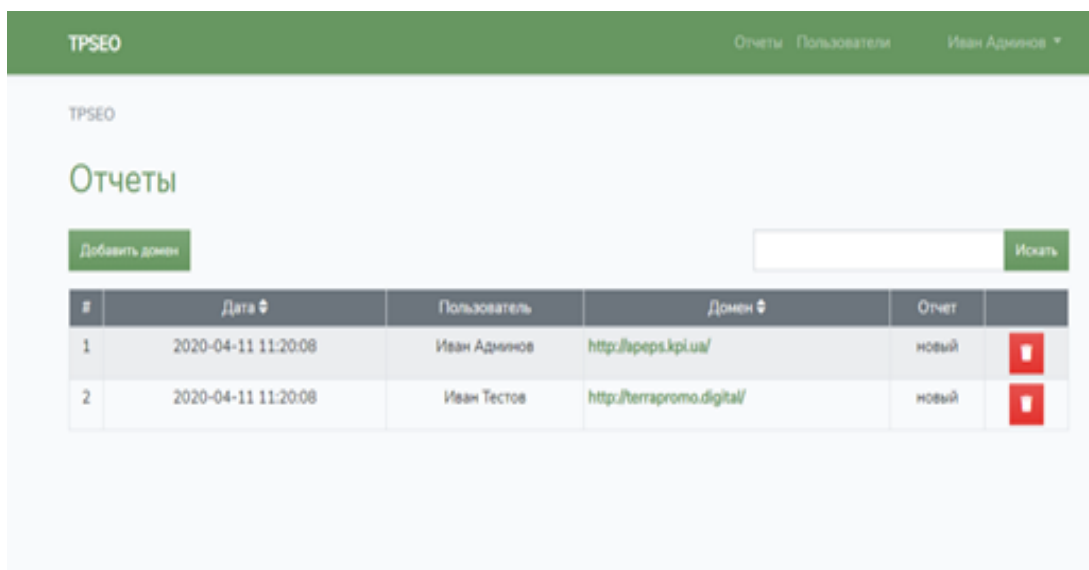
Помилка побудови кафедрального сайту в цьому напрямку виявила, що довжина більшості метатегів більша або менша стандарту. Крім цього, немає входження ключових слів у головних заголовках та використовуються стоп-слова. Головна ж помилка – наявність дублів головних тегів h1 на окремих сторінках сайту (рис. 1).

	Address	Occurrences	H1-1
1	http://apeps.kpi.ua/dlia-choho-vykorystovuiut-cpp	1	Для чого використовують С++?
2	http://apeps.kpi.ua/dlia-choho-vykorystovuiut-cpp/en	1	Для чого використовують С++?
3	http://apeps.kpi.ua/it-v-ukraine-kudy-mi-rukhaemos	1	ІТ в Україні: куди ми рухаємося
4	http://apeps.kpi.ua/it-v-ukraine-kudy-mi-rukhaemos/en	1	ІТ в Україні: куди ми рухаємося
5	http://apeps.kpi.ua/Coursera	1	Курси онлайн платформи Coursera
6	http://apeps.kpi.ua/Coursera/en	1	Курси онлайн платформи Coursera
7	http://apeps.kpi.ua/spivrobitn	1	Співробітництво кафедри з організаціями та комі
8	http://apeps.kpi.ua/spivrobitn/en	1	Співробітництво кафедри з організаціями та комі
9	http://apeps.kpi.ua/konstruktor	1	Студентське конструкторське бюро
10	http://apeps.kpi.ua/konstruktor/en	1	Студентське конструкторське бюро

Рисунок 1 – Дублі тега h1

Дані помилки негативно впливають на зчитування контенту зі сторінки пошуковим роботом та на визначення позиції ресурсу в пошуковій видачі.

Усі звіти користувача зберігаються у його особистому кабінеті та він завжди має до них доступ. Це зроблено для того, щоби кожен користувач мав змогу відслідковувати динаміку зміни стану SEO-оптимізації власного сайту (Рисунок 2).



#	Дата	Пользователь	Домен	Отчет	
1	2020-04-11 11:20:08	Иван Админов	http://apeps.kpi.ua/	новый	
2	2020-04-11 11:20:08	Иван Тестов	http://terrapromo.digital/	новый	

Рисунок 2 – Таблица звітів у особистому кабінеті

Виправлення виявлених помилок дало змогу значно повисити позиції сайту кафедри в пошуковій видачі та збільшити кількість цільового трафіку на сайт.

Як доказ цього, зверніть увагу на статті, які публікувалися нами на протязі року у блозі «новин» сайту кафедри.

Сторінки з цими статтями повністю відповідають вимогам пошукових систем, а тексти написані на основі зібраного семантичного ядра.

На даний момент ці статті дають найбільшу частину трафіку, на відміну від інших пріоритетних сторінок. Наведений на рисунку 5 звіт отриманий з використанням системи аналітики Google Analytics.

Страница ?	Просмотры страниц ? ↓	Уникальные просмотры страниц ?	Средняя длительность просмотра страницы ?	Входы ?
	7 547 % от общего количества: 100,00 % (7 547)	6 371 % от общего количества: 100,00 % (6 371)	00:01:47 Средний показатель для представления: 00:01:47 (0,00 %)	5 009 % от общего количества: 100,00 % (5 009)
1. /shcho-take-basa-danykh	951 (12,60 %)	883 (13,86 %)	00:06:04	883 (17,63 %)
2. /top10-mov-programuvania-2019	795 (10,53 %)	712 (11,18 %)	00:07:35	709 (14,15 %)
3. /	614 (8,14 %)	415 (6,51 %)	00:01:04	340 (6,79 %)
4. /vidi-programnoho-zabezpecheni a	411 (5,45 %)	380 (5,96 %)	00:05:33	378 (7,55 %)
5. /shcho-take-informatsiini-technol ogii/en	380 (5,04 %)	360 (5,65 %)	00:06:37	360 (7,19 %)
6. /moya-maibutnia-professiya-progr amist	219 (2,90 %)	198 (3,11 %)	00:05:03	196 (3,91 %)
7. /teachers	189 (2,50 %)	108 (1,70 %)	00:01:16	53 (1,06 %)
8. /online-coursy-programuvania	176 (2,33 %)	156 (2,45 %)	00:04:04	155 (3,09 %)
9. /news	169 (2,24 %)	94 (1,48 %)	00:00:37	9 (0,18 %)
10. /about	157 (2,08 %)	118 (1,85 %)	00:00:48	58 (1,16 %)

Рисунок 5 – Трафік із пошукових систем на статті у блозі «новин» сайту кафедри АПЕПС

Висновки. Проведені за наведеною процедурою коректури сторінок кафедрального сайту дозволили значно підвищити його рейтинг у типових пошукових запитах абітурієнтів щодо популярності навчання на спеціальностях кафедри АПЕПС.

Бібліографічний список

1. Laravel [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://laravel.com/docs>
2. MySQL [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mysql.ru/docs/man/>
3. CentOS Linux 7 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.centos.org/>
4. Nginx [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nginx.org/ru/>
5. Apache [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://httpd.apache.org/>

ПОБУДОВА КОНСТРУКЦІЇ ШЕСТЕРЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ АРХІМЕДОВОЇ СПІРАЛІ

Крикун Є. Є., студент,
Муханова О.Є., студентка,
Листопадова В.В., к.ф-м.н., доцент.
Юрчук В.П., д.т.н., професор
*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(м. Київ, Україна)*

Ключові слова – нові механізми, зубчаті шестерні, передатне відношення, Архімедова спіраль, профіль шестерні

Анотація – в машинобудуванні все частіше виникають задачі на дослідження нових механізмів, особливо механізмів із змінним передатним відношенням. В даний час ці механізми раціонально створювати на базі комп'ютерних технологій

Постановка проблеми. В часи новітніх технологій все частіше доводиться вигадувати нові механізми і відступати від речей які пройшли перевірку часом. В даній ситуації хотілось виконати дві шестерні які будуть постійно змінювати передатний коефіцієнт між собою.

Аналіз останніх досліджень є створення двох шестерень, які матимуть різну швидкість обертання - одна відносно іншої, в залежності від положення обох у просторі, шестерні повинні походити від контуру Архімедової спіралі.

Формулювання цілей. У даній статті описано принципи контактування зубів шестерень зі сторони комплексної алгебри. Формули виведені за допомогою програмного середовища Maple, що є наближеною формою рішення рівнянь, що описують дотик профіля шестерні до профілю заданої опори. Стаття безпосередньо показує кінцевий результат профілю шестерні у форматі DXF.

Основна частина. На основі програм: SolidWorks SP 1.0 2020 Professional Edition, AutoCAD 2020, Math CAD, Maple змодельовати дві шестерні і перевірити можливі моделі конфігурації.

На основі цих методів було використано метод генерації профілю, який міститься в наступному:

- пряма лінія кочення g_1 опори котиться без ковзання по кривій кочення g_2 ;
- шестерні з радіусом r та два зуби опори огортають один зуб шестерні.

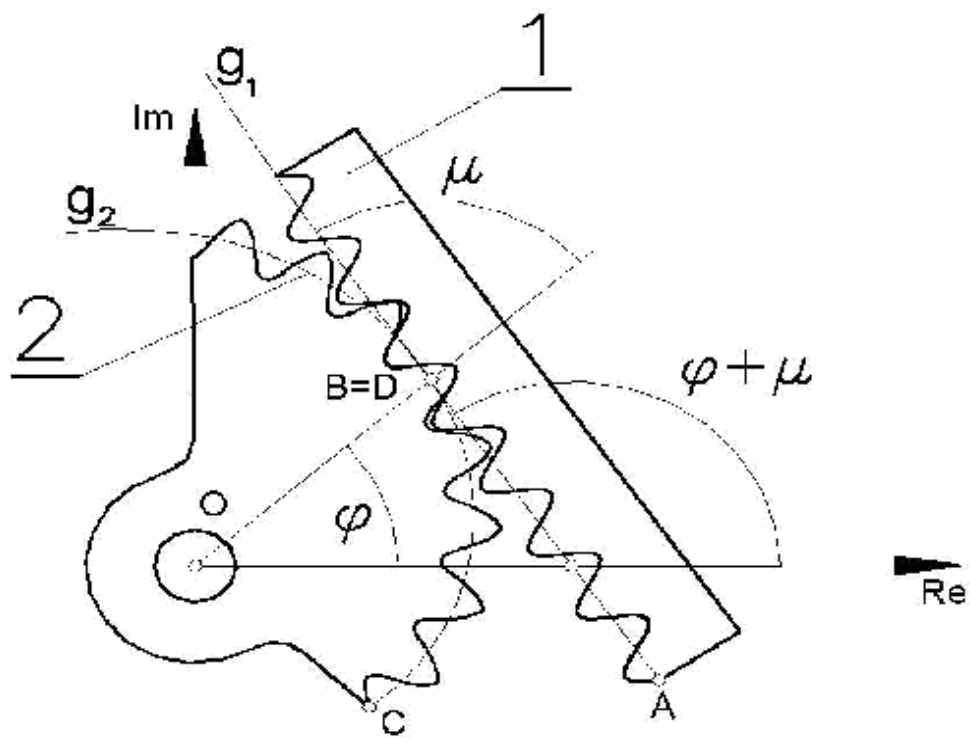


Рис. 1.

Кочення менш ковзаючої лінії нахилу g_1 опори по центроїді g_2 шестерні може бути побудована за допомогою наступних трьох рухів:

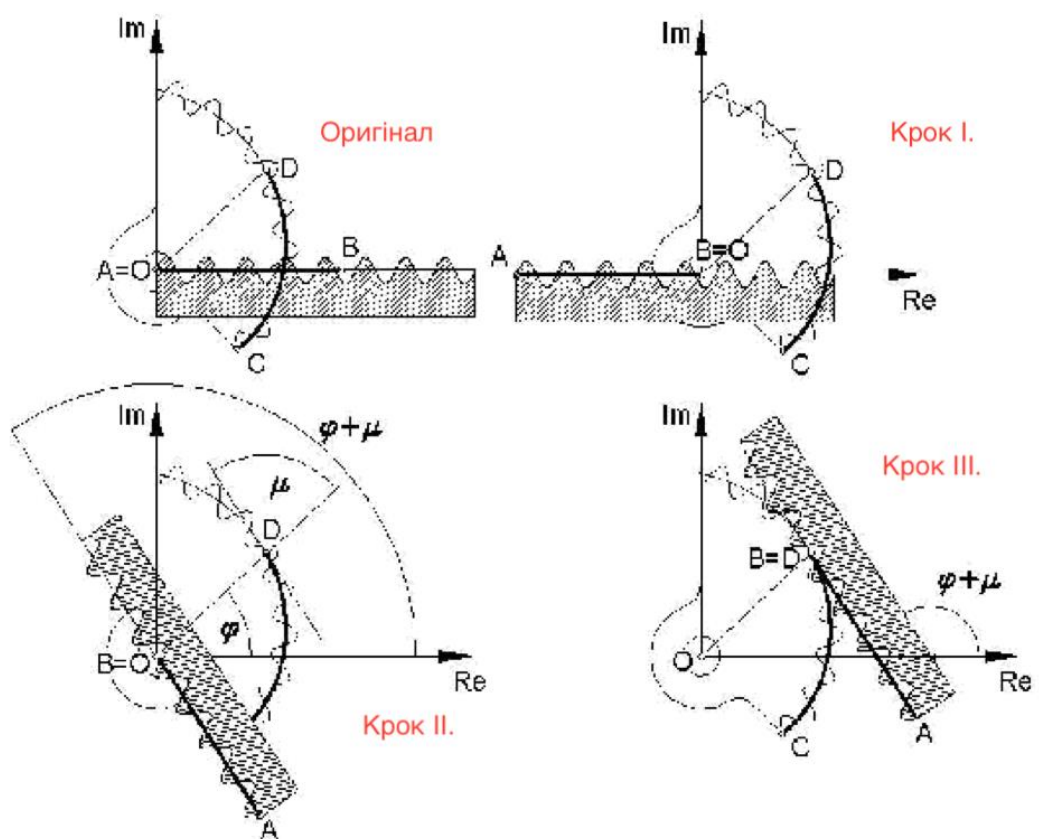


Рис. 2.

1. Опора рухається з початкової точки 1 з відстанню $AB=CD$ в протилежному напрямку від заданої осі;

2. А потім вона рухається до позиції 1 за допомогою оберту навколо своєї осі з кутом $\mu+\alpha$ до позиції 2;

3. Припускаючи кочення g_2 центральної дуги шестерні та довжини g_1 кочення AB , отримаємо рівність $AB=CD$. Полярний кут кривої нахилу – це α та кут між полярним радіусом OD та дотичною до g_2 в точці D – це μ .)

4. Основа рухається від позиції 2 до точки D кривої нахилу g_1 дотикаючись до неї.

За допомогою попередніх рухів, елемент огорнувся через рухи основи та профіль шестерні у поєднанні з чим, може бути визначеним загальним способом. Припустимо, що профіль основи задано за допомогою комплексної функції з параметром u відповідно до рівняння:

$$P(u) := z_1(u) + I z_2(u)$$

Формула комплексної зміни кроків елементів I - III задана таким чином:

$$w := \rho(\phi) e^{I\phi} + \left(z_1(u) + I z_2(u) - \left(\int \sqrt{\rho(\phi)^2 + \left(\frac{d}{d\phi} \rho(\phi) \right)^2} d\phi \right) \right) e^{I(\phi+\mu)} \quad (1)$$

Під час кочення, наступне диференціальне рівняння справедливе для форми краю, що огинається зубом основи.

$$\tan(\alpha) := \frac{\frac{\partial}{\partial \phi} \Im(w)}{\frac{\partial}{\partial \phi} \Re(w)} = \frac{\frac{\partial}{\partial u} \Im(w)}{\frac{\partial}{\partial u} \Re(w)} \quad (2)$$

Де $\tan(\alpha)$ є кутом повороту осі дотичної до кривої нахилу. Припустимо, що рівняння контуру основи:

$$z_1(u) := u; z_2(u) := k \sin(n u) \quad (3)$$

Узагальнюючи всі рівняння вище отримаємо:

$$w := - \frac{e^{I\phi} \left(a e^{b\phi} \sqrt{1+b^2} I - b (k(bI-1) \sin(nu) + (I+b)u) \right)}{\sqrt{1+b^2}} \quad (4)$$

Розв'язуючи останнє рівняння, отримаємо:

$$\phi := - \frac{\ln \left(\frac{8 a^2 (1 + b^2)}{(n^2 k^4 - n^2 k^4 \cos(4 n u) + 8 n k^2 \sin(2 n u) u + 8 u^2) b^2} \right)}{2 b}$$

Тобто профіль зуба шестерні – це комплексне рівняння від u , тоді, підставляючи змінну ϕ в рівняння з двома змінними (3), рішення може бути знайдене в найближчому значенні.

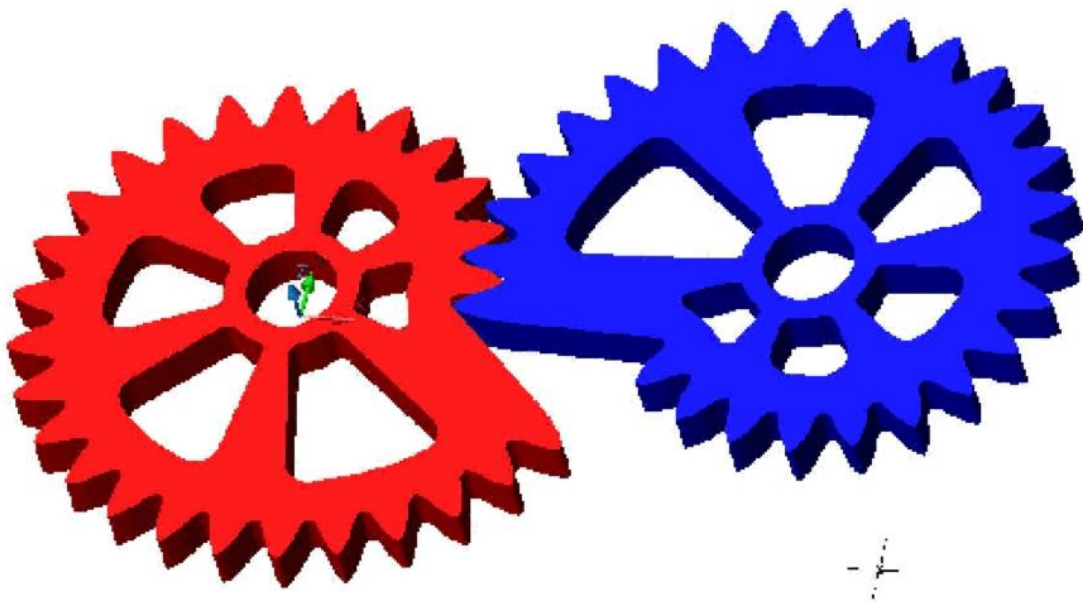


Рис. 3.

Висновок . З нової конструкції, що ми отримали в результаті всіх операцій, застосовуючи операцію моделювання в програмі Solid Works, ми можемо отримати нову суцільну модель логарифмічних спіральних шестерень.

Бібліографічний список

1. Стаття: The generation principle and mathematical model a novel cosine gear drive Mechanism and Machine Theory 43 (2018) 1543-1556.

ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДЕЯКИХ ПОВЕРХОНЬ МЕТОДОМ ЕКСЦЕНТРИЧНИХ СФЕР

Данилов В.О., студент,

Гетьман О.Г., к.т.н., доцент,

Білицька Н.В., к.т.н., доцент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається можливість визначення лінії перетину двох поверхонь за допомогою метода ексцентричних сфер.*

***Ключові слова** – перетин поверхонь, посередники, лінія перетину, конічна поверхня, циклічна поверхня, сфера, алгоритм побудови, метод ексцентричних сфер.*

Постановка проблеми. Визначення лінії перетину двох поверхонь здійснюється за допомогою посередників, які залежать від виду цих поверхонь та їх розташування у просторі. Вибір посередників визначається характером поверхонь, що перетинаються. Існує низка посередників, якими зручно користуватися при визначенні спільних точок, що належать лінії перетину цих поверхонь [1-3]. При цьому важливо, щоб посередники легко будувались та перетинали задані поверхні по найпростішим лініям.

Аналіз останніх досліджень. При визначенні лінії перетину двох поверхонь необхідно перед усім проаналізувати доцільність застосування того чи іншого метода, щоб можливість одержання характерних та проміжних точок лінії перетину досягалася за допомогою найпростіших побудов.

Постановка завдання. Розгляд питання визначення лінії перетину поверхонь спонукає студентів до вивчення додаткових розділів курсів нарисної та проєктивної геометрії [4-6]. Це стимулює розвиток їх інтелектуального потенціалу, сприяє їх підготовці до конструкторської роботи, тобто надає їм можливість бути більше підготовленими до професійної діяльності.

Основна частина. Розглянемо можливості метода ексцентричних сфер для визначення лінії перетину не тільки поверхонь обертання, а і циклічних поверхонь, які мають загальну площину симетрії.

Якщо дві циклічні поверхні, одна з яких є поверхнею обертання, мають загальну площину симетрії, що включає лінію центрів циклічної поверхні, то лінія їх перетину може бути побудована методом ексцентричних сфер.

На рис.1 наведений приклад перетину конічної та циклічної поверхонь. Розглянемо сутність цього методу.

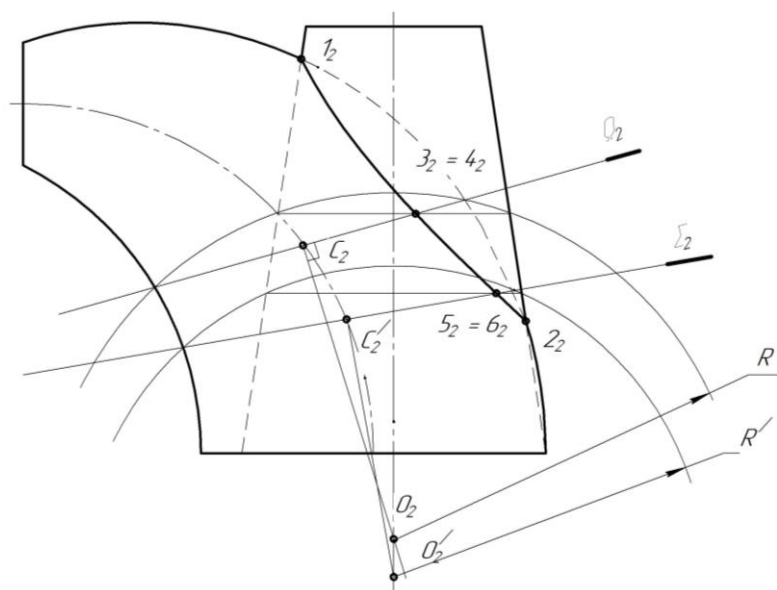


Рис. 1. Побудова лінії перетину циклічної поверхні з конічною.

Обидві поверхні мають загальну площину симетрії, в якій розташовані вісь конуса та лінія центрів циклічної поверхні. Характерні точки лінії перетину також розташовані у цій площині. Це найвища точка **1(1₂)** та найнижча точка **2(2₂)**, які знаходяться на перетині ліній обрису цих поверхонь.

Визначаємо сфери, які перетинають задані поверхні по колам. Для цього виділяємо з каркасу циклічної поверхні будь-яке коло. На рис.1 його фронтальна проекція належить площині $\Theta(\Theta_2)$.

Центри усіх сфер, які можна провести через це коло, будуть розташовані на прямій, що проходить через фронтальну проекцію центра $C(C_2)$ кола та перпендикулярно до його площини Θ .

Ця перпендикулярна пряма, що знаходиться в загальній площині симетрії, перетне вісь конуса у точці $O(O_2)$. Це і є фронтальна проекція центру допоміжної сфери радіуса R , на поверхні якої виділяємо два кола: паралель конуса та коло, що було вибрано з каркасу циклічної поверхні.

Ці два кола, що знаходяться на поверхні однієї сфери, перетинаються у двох точках **3(3₂)** та **4(4₂)**. Їх фронтальні проекції збігаються та належать фронтальній проекції лінії перетину цих кіл.

На рис.1. проведена друга площина-посередник $\Sigma(\Sigma_2)$, що аналогічно попередній дозволяє побудувати іншу сферу радіусом R' , яка визначає ще одну пару точок **5(5₂)** та **6(6₂)**, що належать лінії перетину заданих поверхонь.

Застосовуючи цей алгоритм, можна отримати множину точок, що належить шуканій лінії перетину заданих поверхонь. Причому центри усіх допоміжних ексцентричних сфер будуть розташовані на осі поверхні обертання.

На рис.2 наведений приклад знаходження лінії перетину двох поверхонь обертання методом миттєвих сфер.

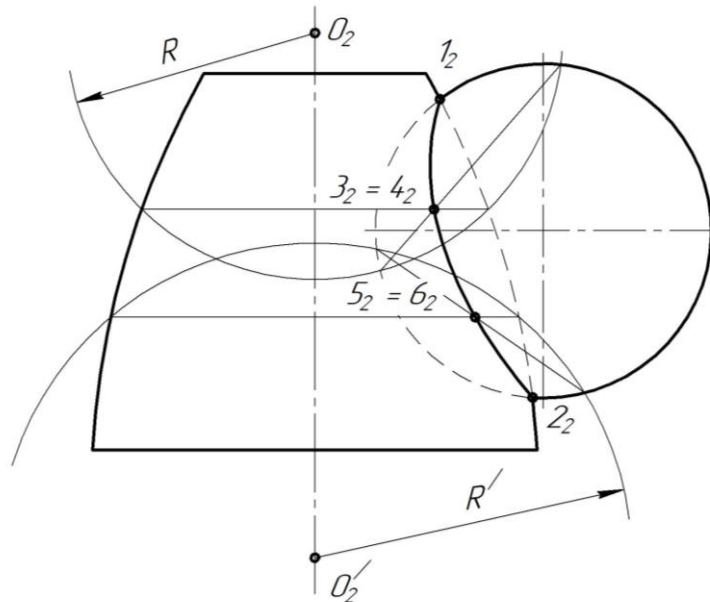


Рис. 2. Побудова лінії перетину довільної поверхні обертання зі сферою.

Суть цього метода полягає в тому, що допоміжні січні сфери будь-якого радіусу, що розташовані на осі поверхні обертання перетинають її по колу, а сфера має множину осей обертання. Тому будь-яку точку на осі поверхні обертання можна прийняти за центр сфери-посередника.

Перетин сфери та поверхні обертання сферами-посередниками відбувається по колам, які на фронтальну площину проєкції проєкціюються у відрізки, які перетинаються одне з одним та визначають шукані точки лінії перетину.

Для визначення лінії перетину сфери та поверхні обертання (рис.2) спочатку побудуємо характерні точки: це найвища точка $1(1_2)$ та найнижча $2(2_2)$, які розташовані на перетині ліній обриса заданих поверхонь.

Для визначення проміжних точок застосовуємо січні сфери-посередники довільного радіусу, центри яких розташовані на осі обертання довільної поверхні обертання.

Так, січна сфера-посередник радіусу R проведена із довільної точки $O(O_2)$. Вона перетинає цю поверхню по колу, яке на Π_2 має вигляд горизонтального відрізка, а сферу перетинає по колу, яке на Π_2 має вигляд похилого відрізка. Ці відрізки, перетинаючись між собою, і надають

фронтальні проекції шуканих точок $3(3_2)$ та $4(4_2)$ лінії перетину. На рис.2 також показано визначення ще однієї пари точок лінії перетину за допомогою січної сфери-посередника радіусом R' , що проведена із центру $O' (O'_2)$.

Застосовуючи такий алгоритм, можна знайти будь-яку кількість точок лінії перетину заданих поверхонь.

Висновки. Для розв'язання розглянутих задач був застосований оптимальний варіант визначення лінії перетину двох поверхонь. Використання метода ексцентричних сфер демонструє студентам переваги можливості застосування різноманітних посередників. Це формує апарат просторово-логічного мислення та стимулює їх до творчого пошуку неординарних рішень складних задач.

Бібліографічний список

11. Бубенников А.В. Начертательная геометрия./ Бубенников А.В., Громов М.Я. – М: Высшая школа, 1973. – 286с.
2. Інженерна графіка. /Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. – К: Видавнича група BVH, 2009. – 399с.
3. Короткий курс лекцій з інженерної графіки для студентів немеханічних спеціальностей [Електронний ресурс]:. – Електронні текстові дані (1 файл : 72,1 Мбайт). / Ванін В.В., Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Міхлевська Н.В. – Київ : НТУУ «КПІ», 2013.- 44 с.
4. Ятченко М.О. Визначення лінії перетину поверхонь за допомогою циліндричних та конічних посередників. / Ятченко М.О., Гетьман О.Г., Білицька Н.В. – /Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених» Випуск 6. – К: ДІА, 2017. с.300-303.
5. Білицька Н.В. Застосування площин загального положення як посередників при розв'язанні задач на перетин поверхонь. / Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Яцюк О.А. – /Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених» Випуск 4. – К: ДІА, 2015 р. с.37-41.
6. Гритчина К.С. Про вибір раціонального метода побудови лінії перетину двох поверхонь другого порядку. /Гритчина К.С., Білицька Н.В., Гетьман О.Г. – /Матеріали 5-й Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених. Випуск 5. –К: ДІА, 2016 р. с.65-67.

ОБЧИСЛЕННЯ ВИЗНАЧЕНИХ ІНТЕГРАЛІВ ЗА ФОРМУЛОЮ СІМПСОНА В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD

Луданов Д.К., ст. викладач,

Подима Г.С., ст. викладач,

Шестаковська І.В., студентка.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – *Mathcad, чисельні методи, визначений інтеграл, формула Сімпсона, абсолютна похибка, правило Рунге.*

Анотація – *у статті розглядається використання програмного комплексу Mathcad для обчислення визначених інтегралів за формулою Сімпсона. Метою роботи є застосування математичного пакета Mathcad для оцінки абсолютної похибки за правилом Рунге та визначення кількості кроків, необхідних для досягнення заданої точності обчислень.*

Постановка проблеми. Використання методів математичного моделювання та комп'ютерного розв'язання інженерних і наукових задач дозволяє значно підвищити ефективність процесів проектування та управління. Застосування програмного комплексу Mathcad дозволяє досліджувати складні процеси і системи, як того вимагають сучасні підходи в різних галузях науки і техніки. Зокрема, обчислювальна математика стала основою для реалізації та комп'ютерного розрахунку методів математичного моделювання.

Аналіз останніх досліджень. Як відомо з історії розвитку обчислювальної техніки, програмне забезпечення використовується для математичних розрахунків, також еволюціонувало до пакетів прикладних програм, які надають математикам, фізикам та інженерам можливість вирішувати наукові завдання різного рівню складності.

Сучасні математичні пакети дають величезні можливості дослідникам і інженерам, так як містять ретельно збалансовані засоби чисельних і символьних обчислень з графічної візуалізацією результатів у поєднанні з сучасним інтерфейсом користувача та великими пакетами розширень. До таких пакетів відносяться і Mathcad, сучасні версії якого мають інтуїтивний і простий інтерфейс користувача, великий набір підпрограм та функцій для вирішення математичних задач і побудови математичних моделей реальних процесів.

Формулювання цілей. В даній статті буде продемонстровано можливості застосування програмного комплексу Mathcad для обчислення визначених інтегралів на прикладі використання формули Сімпсона.

Основна частина. За допомогою математичного пакета Mathcad обчислимо по формулі Сімпсона визначений інтеграл від функції

$$f(x) := \sqrt{(1+x) \cdot (x^2 - 1)} \quad a = 2, b = 32 \quad \text{з кроком } h_1 := \frac{b-a}{10} \quad \text{та } h_2 := \frac{b-a}{20}$$

та оцінимо абсолютну похибку за правилом Рунге. Визначимо кількість кроків, необхідну для досягнення точності обчислень 10^{-5} .

$$f(x) := \sqrt{(1+x) \cdot (x^2 - 1)}$$

$$a := 2 \quad \text{ORIGIN} := 0$$

$$b := 32$$

Точне значення інтегралу:

$$\int_a^b f(x) dx = 2368.65$$

$$n := 10 \quad h := \frac{b-a}{n} = 3 \quad i := 0..n \quad x_i := a + h \cdot i$$

$$I_1 := \frac{h}{3} \left[f(x_0) + \sum_{j=1}^{n-1} (\text{if}(\text{mod}(j, 2) = 0, 2, 4) \cdot f(x_j)) + f(x_n) \right]$$

$$I_1 = (2368.65)$$

$$n := 20 \quad h := \frac{b-a}{n} = 1.5 \quad i := 0..n \quad x_i := a + h \cdot i$$

$$I_2 := \frac{h}{3} \left[f(x_0) + \sum_{j=1}^{n-1} (\text{if}(\text{mod}(j, 2) = 0, 2, 4) \cdot f(x_j)) + f(x_n) \right]$$

$$I_2 = (2368.647)$$

Абсолютна похибка по Рунге:

$$|I_2 - I_1| = 2.526 \times 10^{-3}$$

Число кроків, необхідне для досягнення точності:

$$\varepsilon := 10^{-5} = 1 \times 10^{-5}$$

$$j := 0..5$$

$$x_j := a + j \cdot b \quad fl(x) := \frac{d}{dx} f(x) \quad fl(x_j) =$$

2.5
8.791
12.217
14.875
17.125
19.112

$$n := \frac{b - a}{\sqrt{\frac{\varepsilon \cdot 24}{fl(b) \cdot (b - a)}}} = 3.098 \times 10^4$$

Таким чином, значення інтегралу = 2368,64, необхідна кількість кроків = 30980.

Висновки. Проведене обчислення визначеного інтегралу та оцінка абсолютної похибки за правилом Рунге у програмному комплексі Mathcad продемонструвало, що систему Mathcad доречно застосовувати в якості основного інструменту для використання студентами при вивченні чисельних методів.

Бібліографічний список

1. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навч. посібник, Том 2 за ред. В.В. Пасічника / В.А. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун – Львів: Вид-во «Новий Світ – 2000», 2020. – 536 с.
2. Агафонов Е.Д. Прикладное программирование: учеб. пособие / Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 112 с.
3. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
4. Пожарская Г.И. MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии / Г.И. Пожарская, Д.М. Назаров. – М.: Интуит, 2016. – 138 с.
5. Кирьянов Д. В. Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. / Д. В. Кирьянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.

РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD

Луданов Д.К., ст. викладач,

Подима Г.С., ст. викладач,

Керімова Р.М., студентка.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – Mathcad, система диференціальних рівнянь, чисельні методи, метод Ейлера.

Анотація – у статті розглядається використання програмного комплексу Mathcad для розв'язання систем диференціальних рівнянь методом Ейлера. Метою роботи є візуальний аналіз математичних задач за допомогою математичного пакета Mathcad.

Постановка проблеми. Звичайні диференціальні рівняння широко використовуються в математичних, фізичних, хіміко-технологічних і екологічних розрахунках. Застосування чисельних методів при розв'язанні систем диференціальних рівнянь потребує візуалізації розв'язання, для чого доцільно використовувати програмний комплекс Mathcad.

Аналіз останніх досліджень. В літературі докладно описано застосування чисельних методів для розв'язання систем диференціальних рівнянь. Оскільки програмний комплекс Mathcad першочергово створювався для чисельного розв'язання математичних задач, він орієнтований на розв'язання задач саме прикладної математики, зокрема, Mathcad широко використовується в якості засобу програмування для розв'язання задач чисельними методами.

Формулювання цілей. В даній статті буде продемонстровано можливості застосування програмного комплексу Mathcad для розв'язання систем диференціальних рівнянь на прикладі методу Ейлера.

Основна частина. Конкретна прикладна задача може призводити до диференціальних рівнянь будь-якого порядку, або до системи рівнянь будь-якого порядку. Так як звичайне диференціальне рівняння p -го порядку

$$y^{(p)}(x) = f(x, y, y', y'', \dots, y^{(p-1)})$$

за допомогою заміни $y^{(k)}(x) = f_k(x)$, $k = 0, 1, \dots, p-2$ можна звести до еквівалентної системи p рівнянь першого порядку, розглянемо найпростіші

чисельні методи рішення рівнянь і систем рівнянь першого порядку, тобто містять тільки першу похідну:

$$\frac{d}{dx}y_k = f(x, y_1, y_2, \dots, y_p) \quad k = 0, 1, \dots, p \quad (1)$$

Чисельні методи для розв'язання диференціальних рівнянь – це алгоритми пошуку наближених значень шуканого рішення $y(x)$ на деякій обраній сітці значень аргументу x . Таким чином, розв'язати систему диференціальних рівнянь – це значить по виду похідних відновити значення функцій в заданому діапазоні зміни аргументу. При цьому результат розв'язання – значення функцій у вузлах – представляється у вигляді таблиці або графіка.

Метод Ейлера є найпростішим наближеним способом рішення диференціальних рівнянь. Розглянемо його геометричну інтерпретацію на прикладі одного рівняння:

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y).$$

Нехай потрібно проінтегрувати рівняння на інтервалі $[a, b]$, тобто знайти профіль зміни функції y для заданого діапазону значень аргументу x (рис. 1).

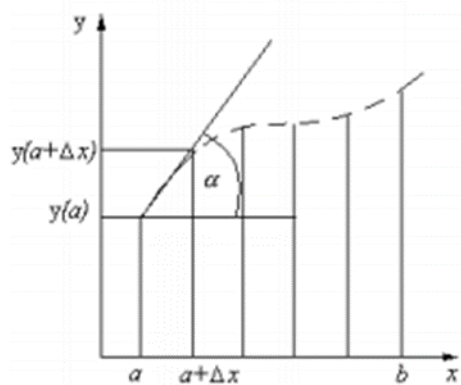


Рис. 1.

Розділимо інтервал $[a, b]$ на рівні малі відрізки Δx , які зветься кроками інтегрування. На малюнку пунктиром позначена невідома функція y , яку потрібно знайти. Подумки проведемо в точці дотичну до функції. Наближеним значенням функції y в точці з координатою $a + \Delta x$, тобто на кінці першого відрізка будемо вважати точку перетину дотичної і перпендикуляра, відновленого в цій точці. Тоді

$$y(a + \Delta x) = y(a) + \Delta x * tg(\alpha)$$

Кут α - це кут нахилу дотичної, проведеної в точці a . З геометричного сенсу першої похідної випливає, що тангенс кута нахилу дотичної, проведеної в деякій точці, чисельно дорівнює значенню першої похідної, обчисленої в цій точці, тобто:

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{dy}{dx} \Big|_x = a$$

Формула для наближеного значення функції на кінці відрізка набирає вигляду:

$$y(a + \Delta x) \approx y(a) + \Delta x * \frac{dy}{dx} \Big|_x = a$$

Обчисливши значення функції після першого кроку інтегрування, застосуємо виведену формулу для другого кроку і т. д. Для довільного кроку i формула Ейлера набуває вигляду:

$$y_i = y_{i-1} + \Delta x * \frac{dy}{dx} \Big|_x$$

Таким чином, наближене значення функції на кінці поточного відрізка інтегрування дорівнює сумі значення функції на початку відрізка і добутку кроку інтегрування на величину похідної, обчисленої на початку відрізка. Для першого кроку має бути відомо значення функції на початку всього інтервалу інтегрування (в точці a), це значення називають початковою умовою.

Для розв'язання системи з p диференціальних рівнянь (1) формулу Ейлера на кожному кроці інтегрування застосовують для кожного з p рівнянь.

Метод Ейлера - найбільш простий і легко реалізовується, але його точність сильно залежить від величини кроку інтегрування. Для вирішення системи диференціальних рівнянь запропонований програмний блок, який реалізує метод Ейлера в загальному вигляді. Вирази для похідних обчислюються у вигляді вектору-функції.

Вихідні дані:

$$k := \begin{pmatrix} 0.6 \\ 0.2 \\ 0.4 \end{pmatrix} \quad \tau := 6$$

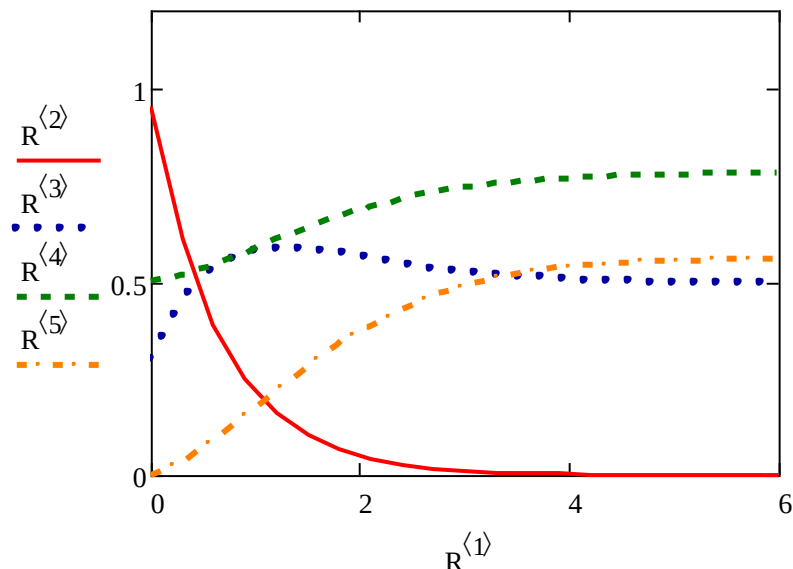
Початкові умови:

$$C0 := \begin{pmatrix} 0.95 \\ 0.3 \\ 0.5 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Вираз для похідних оформимо у вигляді матриці функцій, причому в якості другого аргументу використаємо вектор початкових умов:

$$f(x, C) := \begin{bmatrix} -2k_1 \cdot C_1 \\ k_1 \cdot C_1 - k_2 \cdot C_2 + k_3 \cdot C_3 \cdot (C_4)^2 \\ k_2 \cdot C_2 - k_3 \cdot C_3 \cdot (C_4)^2 \\ 2[k_2 \cdot C_2 - k_3 \cdot C_3 \cdot (C_4)^2] \end{bmatrix}$$

Результат, представлений у формі графіку:



Висновки. Розв’язання математичних задач у програмному комплексі Mathcad дозволяє наочно побачити результати розв’язання, зокрема, в розглянутому випадку побудувати графічне зображення розв’язання системи диференціальних рівнянь методом Ейлера.

Бібліографічний список

1. Чисельні методи в комп’ютерних науках: навч. посібник, Том 2 за ред. В.В. Пасічника / В.А. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун – Львів: Вид-во «Новий Світ – 2000», 2020. – 536 с.
2. *Пожарская Г.И.* МATHCAD 14: Основные сервисы и технологии / Г.И. Пожарская, Д.М. Назаров. – М.: Интуит, 2016. – 138 с.
3. *Кириянов Д. В.* Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. / Д. В. Кириянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.
4. *Трошина Г.В.* Решение задач вычислительной математики с использованием языка программирования пакета MathCad: учеб. пособие / Г.В. Трошина – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 86 с.
5. *Толстых В. К.* Программирование в среде MathCAD: учеб.-метод. пособие для бакалавров инженерных и физических специальностей / сост. В. К. Толстых. – Донецк: ДонНУ, 2010. – 128 с.

ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD МЕТОДАМИ ЛАГРАНЖА І НЬЮТОНА

Луданов Д.К., ст. викладач,

Подима Г.С., ст. викладач,

Чернецький Д.М., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – Mathcad, чисельні методи, інтерполяція функції, метод Лагранжа, метод Ньютона.

Анотація – у статті розглядається використання програмного комплексу Mathcad для інтерполяції функцій. Метою роботи є задіяння математичного пакета Mathcad для інтерполяції функції методами Лагранжа і Ньютона.

Постановка проблеми. Застосування чисельних методів для інтерполяції функцій зручно проводити за допомогою прикладних розрахункових програм, зокрема, доцільно використовувати програмний комплекс Mathcad.

Формулювання цілей. В даній статті буде продемонстровано можливості застосування програмного комплексу Mathcad для інтерполяції функції методами Лагранжа та Ньютона.

Основна частина. Використовуючи квадратичну інтерполяцію по таблиці значень функції $y = e^{3x} + 1$ на відрізку $[-1; 1.5]$ з кроком 0,5 обчислимо в програмному комплексі Mathcad значення функції в точці $x = 0.3$.

$$h := 0.5 \quad a := -1 \quad b := 1.5 \quad n := \frac{b - a}{h} = 5$$

$$i := 1..n \quad x_0 := a \quad x_i := x_{i-1} + h \quad f(x) := e^{3x} + 1$$

$$x = \begin{pmatrix} -1 \\ -0.5 \\ 0 \\ 0.5 \\ 1 \\ 1.5 \end{pmatrix} \quad f(x) = \begin{pmatrix} 1.05 \\ 1.223 \\ 2 \\ 5.482 \\ 21.086 \\ 91.017 \end{pmatrix} \quad x1 := 0.3 \quad f(x1) = 3.46$$

Інтерполяція за методом Лагранжа:
$$L(xx) := \sum_{j=0}^n \left(f(x_j) \cdot \prod_{k=0, k \neq j}^n \text{if} \left(k = j, 1, \frac{xx - x_k}{x_j - x_k} \right) \right)$$

$$L(0.3) = 3.622$$

Інтерполяція за методом Ньютона:

```

Nt(x,y,n,t) :=
  for i ∈ 0..n
    ri,0 ← yi
  for k ∈ 1..n
    for i ∈ 0..n - k
      ri,k ← (ri+1,k-1 - ri,k-1)
    s ← y0
    for k ∈ 1..n
      p ← 1
      for i ∈ 0..k - 1
        p ← p · (t - xi)
      s ←  $\left( \frac{r_{0,k}}{k! \cdot h^k} \right) \cdot p + s$ 
    s

```

$Nt(x, f(x), n, 0.3) = 1.3.622$

Таким чином, похибка для застосованих методів складає $(3,622 - 3,46) = 0,162$.

Висновки. Використання математичного пакета Mathcad дозволило виконати інтерполяцію функції методами Лагранжа та Ньютона, та обчислити похибку від обчислень зазначеними методами.

Бібліографічний список

1. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навч. посібник, Том 2 за ред. В.В. Пасічника / В.А. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун – Львів: Вид-во «Новий Світ – 2000», 2020. – 536 с.
2. *Пожарская Г.И.* МАТНСАД 14: Основные сервисы и технологии / Г.И. Пожарская, Д.М. Назаров. – М.: Интуит, 2016. – 138 с.
3. *Кириянов Д. В.* Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. / Д. В. Кириянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.
4. *Агафонов Е.Д.* Прикладное программирование: учеб. пособие / Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 112 с.
5. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ АПРОКСИМАЦІЇ ФУНКЦІЇ ТА ЇЇ ПЕРШОЇ ПОХІДНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛІНОМА ЛАГРАНЖА У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD

Луданов Д.К., ст. викладач,

Подима Г.С., ст. викладач,

Дорошенко М.В., студентка.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – *Mathcad, чисельні методи, апроксимація функції, перша похідна, поліном Лагранжа.*

Анотація – *у статті розглядається використання програмного комплексу Mathcad для дослідження апроксимації функції та її першої похідної. Метою роботи є візуальний аналіз математичних задач за допомогою математичного пакета Mathcad.*

Постановка проблеми. Дослідження апроксимації функції вимагає візуалізації процесу, і дана стаття підтвердить, що зручним інструментом для досягнення такої наочності служить математичний пакет Mathcad.

Формулювання цілей. В даній статті буде продемонстровано можливості застосування програмного комплексу Mathcad для перевірки, що наближення кривої та її першої похідної поліномом Лагранжа та вузлами Чебишева є достатньо точним методом апроксимації кривої. Наше завдання – досягти наочності результатів в проекті з розрахунковою частиною, створеному в математичному пакеті Mathcad.

Основна частина. Потреба в апроксимації кривої виникає тоді, коли, наприклад, рівняння кривої є складним для дослідження певних її властивостей або необхідно побудувати графік функції на певному проміжку у випадку, коли невідомо, як себе поводить крива. Для вирішення цих проблем використовують наближення до кривої.

Одним з відомих методів апроксимації до кривої є використання полінома Лагранжа, який дозволяє побудувати нам лінію за її «вузлами», тобто по заданим точкам, що належать даній кривій.

У даному дослідженні буде перевірено дієвість цього методу, а саме, чи співпадають графіки функції та її полінома та їхніх перших похідних. Крім того, буде візуалізовано похибку цього методу.

Використаймо декілька поліномів Лагранжа різного порядку, щоб простежити наближення до даної кривої. Побудуємо поліном Лагранжа та необхідні нам графіки у математичному пакеті Mathcad для двох випадків:

Випадок 1. Апроксимація $y(x) = \cos(\pi \cdot x)$.

Задаємо рівняння кривої:

$$y(x) := \cos(\pi \cdot x)$$

$$a := 0 \quad b := \frac{1}{2} \quad h := \frac{b - a}{4}$$

Формула поліному Лагранжа четвертого порядку:

$$j := 0..4 \quad k := 0..4 \quad X_j := j \cdot h + a$$

$$F(x) := \sum_k \left[y(X_k) \cdot \left(\prod_j \text{if} \left(j \neq k, \frac{x - X_j}{X_k - X_j}, 1 \right) \right) \right]$$

Формула поліному Лагранжа сьомого порядку:

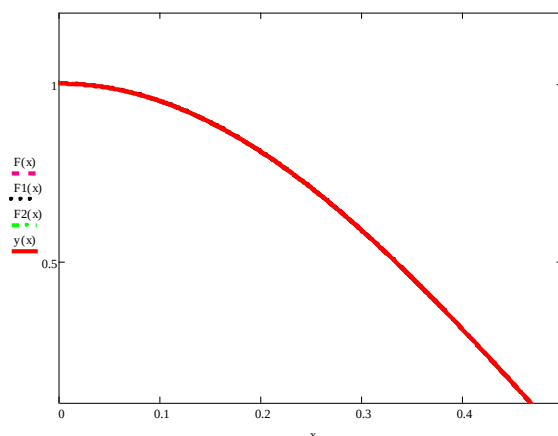
$$h1 := \frac{b - a}{7} \quad j1 := 0..7 \quad k1 := 0..7 \quad X_{j1} := j1 \cdot h1 + a$$

$$1(x) := \sum_{k1} \left[y(X_{k1}) \cdot \left(\prod_{j1} \text{if} \left(j1 \neq k1, \frac{x - X_{j1}}{X_{k1} - X_{j1}}, 1 \right) \right) \right]$$

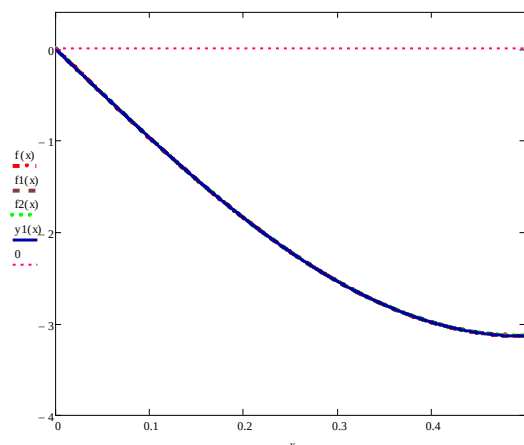
Формула поліному Лагранжа чотирнадцятого порядку:

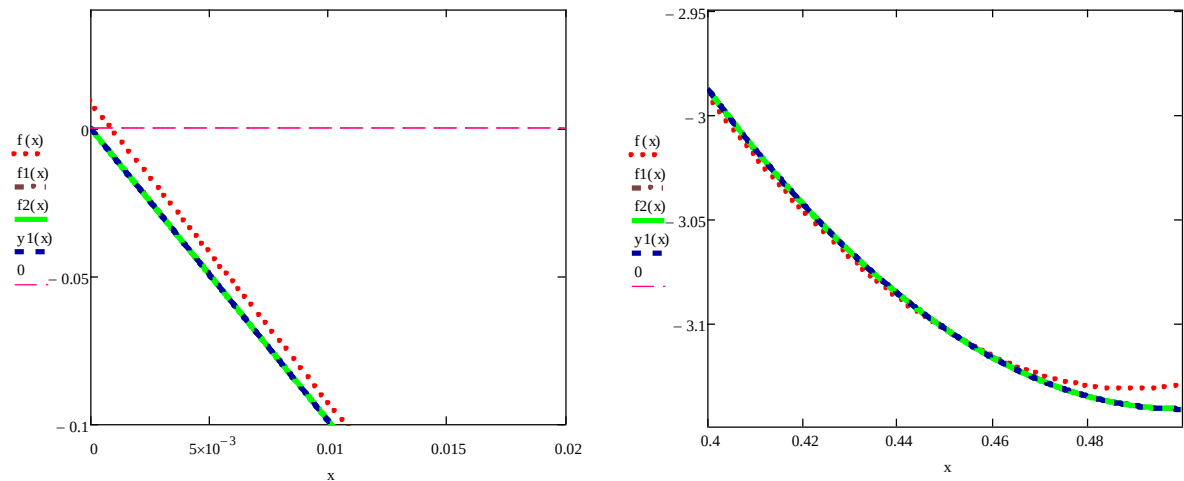
$$h2 := \frac{b - a}{14} \quad k2 := 0..14 \quad j2 := 0..14 \quad X_{j2} := j2 \cdot h2 + a$$

$$2(x) := \sum_{k2} \left[y(X_{k2}) \cdot \left(\prod_{j2} \text{if} \left(j2 \neq k2, \frac{x - X_{j2}}{X_{k2} - X_{j2}}, 1 \right) \right) \right]$$



112

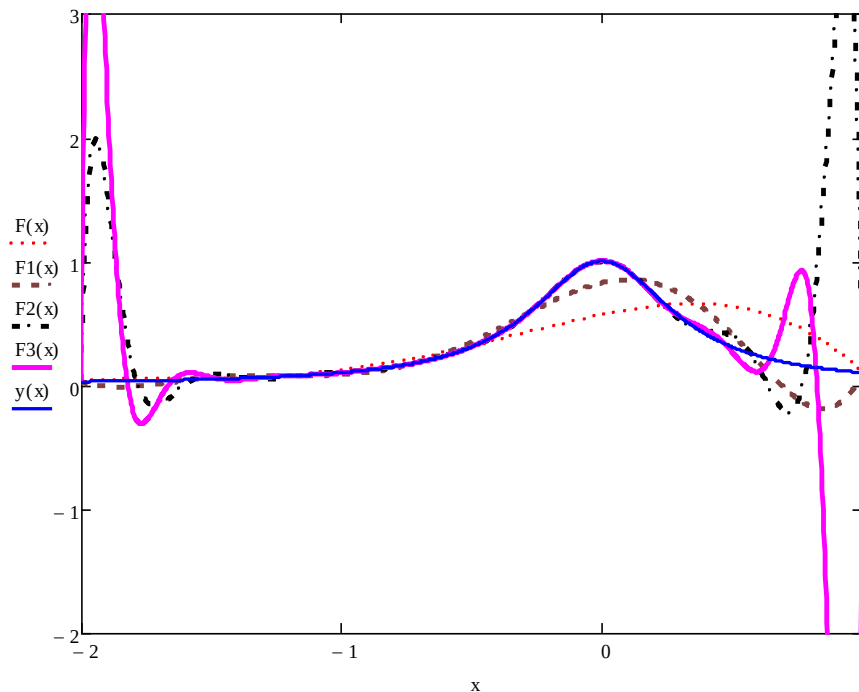




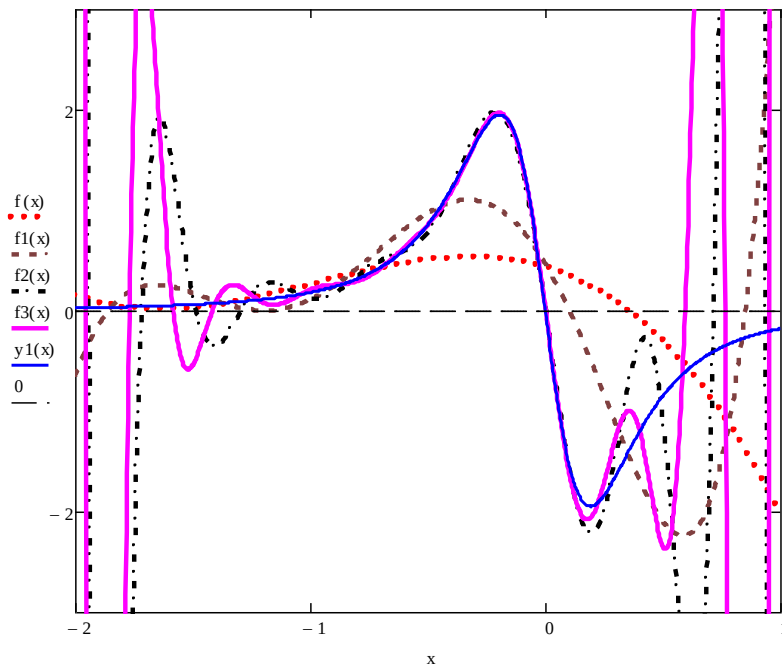
З побудованого графіку функції видно, що на проміжку $x \in [0; 1/2]$ графіки кривої та її поліномів не відрізняються. В той же час, з побудованих графіків похідних видно, що вони відрізняються на кінцях проміжку, тобто їхні точки максимуму та мінімуму не співпадають.

Випадок 2. Апроксимація параболи $y(x) := \frac{1}{1 + 9x^2}$.

Задаємо рівняння кривої: $y(x) := \frac{1}{1 + 9x^2}$ $a := -2$ $b := 1$ $h := \frac{b - a}{4}$



$$y1(x) := \frac{d}{dx} y(x) \quad f(x) := \frac{d}{dx} F(x) \quad f1(x) := \frac{d}{dx} F1(x) \quad f2(x) := \frac{d}{dx} F2(x) \quad f3(x) := \frac{d}{dx} F3(x)$$



На обох графіках видно феномен Рунге. При збільшенні порядку полінома відбувається краща апроксимація до кривої, але між точками інтерполяції, особливо поблизу крайніх точок, розбіжність між функцією та інтерполяційним поліномом зростає для поліномів вищого порядку. Внаслідок цього відрізняються точки екстремуму кривої та поліномів, про що свідчить графік похідних.

Для вирішення цієї проблеми використаємо вибір вузлів Чебишева. Тепер вузли обиратимемо не рівновіддалено, а за формулою, реалізованою в Mathcad.

$$y(x) := \frac{1}{1 + 9x^2} \quad n := 4 - \text{порядок полінома.} \quad a := -2 \quad b := 1 \quad k := 0..n \quad j := 0..n$$

Формула вибору вузлів Чебишева:

$$X_j := \frac{(a + b)}{2} + \frac{(b - a) \cdot \cos\left[\pi \cdot \frac{(2j - 1)}{2n}\right]}{2}$$

Формула поліному Лагранжа:

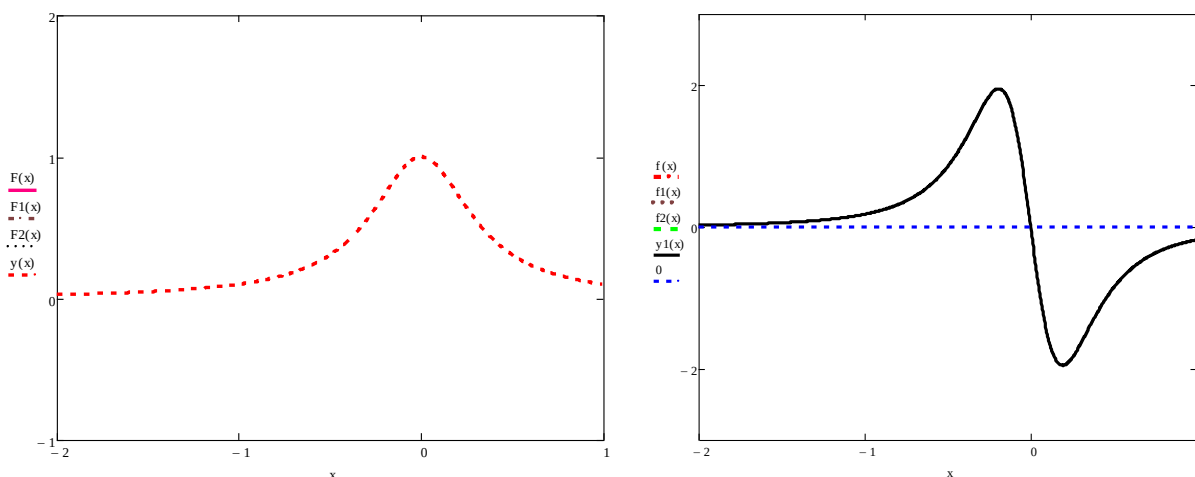
$$F(x) := \sum_k \left[y(X_k) \cdot \left(\prod_j \text{if} \left(j \neq k, \frac{x - X_j}{X_k - X_j}, 1 \right) \right) \right]$$

$$n1 := 7 \quad j1 := 0..n1 \quad k1 := 0..n1$$

$$F1(x) := \sum_{k1} \left[y(X_{k1}) \cdot \left(\prod_{j1} \text{if} \left(j1 \neq k1, \frac{x - X_{j1}}{X_{k1} - X_{j1}}, 1 \right) \right) \right]$$

$$n2 := 14 \quad j2 := 0..n2 \quad k2 := 0..n2 \quad X_{j2} := \frac{(a + b)}{2} + \frac{(b - a) \cdot \cos\left[\pi \cdot \frac{(2j2 - 1)}{2n}\right]}{2}$$

$$F2(x) := \sum_{k2} \left[y(X_{k2}) \cdot \left(\prod_{j2} \text{if} \left(j2 \neq k2, \frac{x - X_{j2}}{X_{k2} - X_{j2}}, 1 \right) \right) \right]$$



Як бачимо, графіки повністю співпадають для всіх поліномів.

Висновки. Використання математичного пакета Mathcad дозволило наочно продемонструвати апроксимацію кривих з використанням поліному Лагранжа, розглянути феномен Рунге та вирішити його за допомогою вибору вузлів Чебишева.

Бібліографічний список

1. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навч. посібник, Том 2 за ред. В.В. Пасічника / В.А. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун – Львів: Вид-во «Новий Світ – 2000», 2020. – 536 с.
2. *Пожарская Г.И.* MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии / Г.И. Пожарская, Д.М. Назаров. – М.: Интуит, 2016. – 138 с.
3. *Кирьянов Д. В.* Mathcad 15 / Mathcad Prime 1.0. / Д. В. Кирьянов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 432 с.
4. *Трошина Г.В.* Решение задач вычислительной математики с использованием языка программирования пакета MathCad: учеб. пособие / Г.В. Трошина – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 86 с.
5. *Толстых В. К.* Программирование в среде MathCAD: учеб.-метод. пособие для бакалавров инженерных и физических специальностей / сост. В. К. Толстых. – Донецк: ДонНУ, 2010. – 128 с.
6. *Агафонов Е.Д.* Прикладное программирование: учеб. пособие / Е.Д. Агафонов, Г.В. Ващенко. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 112 с.
7. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1: навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софина О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.

ГЕОМЕТРИЧНИЙ ЗМІСТ МЕТОДУ МНОЖНИКІВ ЛАГРАНЖА

Авдієнко М.О., студентка,

Яблонський П.М., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання стосовно розв’язання класичної задачі на умовні екстремуми, за допомогою методу множників Лагранжа та його геометричний зміст.*

***Ключові слова** – задачі оптимізації, мінімальне значення функції, умовний екстремум, метод множників Лагранжа, функція Лагранжа, рівняння зв’язку.*

Постановка проблеми. У зв’язку з появою нових видів програмування, розробкою нових обчислювальних алгоритмів, неперервним ускладненням енергетичних систем, підвищення їх потужності, знаходженням мінімізації витрат ресурсів, вирішенням різноманітних фінансових проблем виникають задачі оптимізації, що будуються на знаходженні тих, чи інших екстремумів.

Формулювання цілей (Постановка завдання). Знаходження найзручнішого методу вирішення задач оптимізації, їх математичного моделювання.

Основна частина. При математичному моделюванні і дослідженні економічних, фізичних та механічних процесів виникають задачі оптимізації. Це може бути вибір оптимальних параметрів будь-якої природи, або ж мінімізація витрат енергетичних та матеріальних ресурсів, або отримання максимального прибутку при мінімальних витратах [1].

Інтерес до найпростіших задач оптимізації, пов’язаних з пошуком екстремумів функції скінченного числа змінних, підвищився, у зв’язку з появою лінійного, опуклого і нелінійного програмування. Цей інтерес ще більш посилюється, у зв’язку з розробкою нових обчислювальних алгоритмів [1].

Уявімо довільну похилу площину у декартовій системі координат $OXYZ$, що перетинає еліптичний циліндр, паралельний осі OZ [2]. Легко бачити, що він «висіче» з нашої площини еліпс, у результаті чого у його верхній точці буде максимум, а у нижній – мінімум. Інакше кажучи, функція, що задає площину, досягає екстремумів, при умові, що її

перетнув даний еліптичний циліндр. За іншою ж умовою, будемо мати інші значення мінімуму і максимуму.

Обумовлюючи маємо: умовний екстремум – це мінімальне або максимальне значення, що досягає функція (або функціонал), при умові, що деякі інші функції (функціонали) приймають значення із заданої допустимої множини. Розглянемо так звану класичну задачу на умовний екстремум:

Задача. Знайти екстремуми функції $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, при умові, що її аргументи зв'язані між собою співвідношеннями $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$, $i = \overline{1, k}$, де функції $f(x)$, $g_i(x)$, $i = \overline{1, k}$, визначені на деякій відкритій множині $P \subseteq \mathbb{R}^n$. Співвідношення $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ називають рівнянням зв'язку [2].

Позначимо через X множину точок $x \in P$, в яких всі функції $g_i(x)$, $i = \overline{1, k}$, набувають значення нуль: $X = \{x \in P \mid g_i(x) = 0, i = \overline{1, k}\}$ [3].

Точка $\delta^* = (\delta_1^*, \delta_2^*, \dots, \delta_n^*) \in X$ називається точкою локального умовного мінімуму функції $y = f(x)$, відносно рівнянь зв'язку, якщо існує такий окіл точки δ , що для будь-якої точки $\delta = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n)$ цього околу, координати якої задовольняють рівняння, виконується нерівність $f(\delta^*) \leq f(\delta)$.

Значення функції $y = f(x)$, в точці локального умовного мінімуму δ^* називають локальним умовним мінімумом цієї функції відносно рівнянь зв'язку. Аналогічно визначаються точка локального умовного максимуму функції $y = f(x)$ відносно рівнянь зв'язку і локальний умовний максимум цієї функції [3].

Будемо вважати, що у функції $y = f(x)$ змінна y є функцією від x , що визначена неявно заданим рівнянням зв'язку $y(x, y) = 0$. Повна похідна від функції $z = f(x, y)$ по x дорівнює

$$\frac{dz}{dx} = f'_x(x, y) + f'_y(x, y) \frac{dy}{dx} = f'_x(x, y) - \frac{\varphi'_x(x, y)}{\varphi'_y(x, y)} f'_y(x, y), \quad (1)$$

де похідна y' знайдена за правилом диференціювання неявно заданої функції. У точках умовного екстремуму знайдена повна повинна дорівнювати нулю. Отримуємо рівняння, що пов'язує x та y . Оскільки вони повинні задовільняти ще й рівнянню зв'язку, отримаємо [4]:

$$\begin{cases} f'_x - \frac{\varphi'_x}{\varphi'_y} f'_y = 0 \\ \varphi(x, y) = 0 \end{cases} \Rightarrow \frac{f'_x}{\varphi'_x} = \frac{f'_y}{\varphi'_y} = -\lambda \quad (2)$$

Отримаємо наступну систему (3), що і приводить до функції Лагранжа (4):

$$\begin{cases} f'_x(x,y) + \lambda \varphi'_x(x,y) = 0 \\ f'_y(x,y) + \lambda \varphi'_y(x,y) = 0 \\ \varphi(x,y) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\Downarrow$$

$$\phi(x,y) = f(x,y) + \lambda \varphi(x,y), \quad (4)$$

де λ – множник Лагранжа.

Наведений спосіб вирішення задач на умовний екстремум називається методом множників Лагранжа [4]. Розглянемо його детальніше на конкретному прикладі.

Приклад. Знайти умовні екстремуми функції $z = f(x,y)$ при рівнянні зв'язку на аргументи x, y .

$$z = 13 - 8x - 9y \qquad 2,5x^2 + 2,5y^2 = 145$$

Спочатку запишемо рівняння зв'язку у вигляді $\varphi(x,y) = 0$ і складемо функцію Лагранжа:

$$L = f(x,y) + \lambda \varphi(x,y), \text{ де } \lambda \text{ – множник Лагранжа.}$$

У нашому випадку $2,5x^2 + 2,5y^2 = 145 \Rightarrow 2,5x^2 + 2,5y^2 - 145 = 0$ і $L = 13 - 8x - 9y + \lambda (2,5x^2 + 2,5y^2 - 145)$.

Знайдемо часткову похідну функції Лагранжа, при цьому λ слід вважати за константу:

$$\begin{aligned} L'_x &= (13 - 8x - 9y + \lambda (2,5x^2 + 2,5y^2 - 145))'_x = \\ &= 0 - 8 - 0 + \lambda(2x + 0 - 0) = -8 + 5\lambda x. \end{aligned}$$

Аналогічно:

$$\begin{aligned} L'_y &= (13 - 8x - 9y + \lambda (2,5x^2 + 2,5y^2 - 145))'_y = \\ &= 0 - 0 - 9 + \lambda(0 + 5y - 0) = -9 + 5\lambda y. \end{aligned}$$

Складемо і розв'яжемо наступну систему:

$$\begin{cases} L'_x = 0 \\ L'_y = 0 \\ \varphi(x,y) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -8 + 5\lambda x = 0 \\ -9 + 5\lambda y = 0 \\ 2,5x^2 + 2,5y^2 - 145 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{8}{5\lambda} \\ y = \frac{9}{5\lambda} \\ 2,5x^2 + 2,5y^2 - 145 = 0 \end{cases}$$

Використовуючи елементарні алгебраїчні перетворювання знайдемо, що $\lambda = \pm \frac{1}{5}$.

Підставляючи знайдене значення, в результаті отримаємо дві стаціонарні точки. Якщо $\lambda = \frac{1}{5}$, то точка має координати $M(8; 9)$, а якщо ж $\lambda = -\frac{1}{5}$, то $M(-8; -9)$.

Варто також звернути увагу на геометричний зміст методу множників Лагранжа. Нехай шукаємо мінімум функції $z = f(x, y)$ при рівнянні зв'язку $\varphi(x, y)$. Якщо мінімум існує, то у просторі функція повинна мати вигляд еліптичного параболоїду (рис.1), а рівняння зв'язку – довільної поверхні.

Уявімо зображення ліній рівня функції $z = f(x, y)$ і лінію M , на якій будемо шукати точки умовного екстремуму. Якщо у точці P лінія M перетинає лінію рівня, то ця точка не може бути точкою умовного екстремуму, так як з однієї сторони від лінії рівня функція $f(x, y)$ приймає більші значення, а з іншої – менші. Якщо ж у точці T лінія M не перетинає задану лінію рівня, то точка T і буде точкою умовного екстремуму. У такій точці лінія M і лінія рівня $f(x, y) = C$ дотикаються один до одного і кутові коефіцієнти дотичних до них дорівнюють один одному. З рівняння зв'язку $\varphi(x, y) = 0$ маємо

$y' = -\frac{\varphi'_x}{\varphi'_y}$, а з рівняння лінії рівня $y' = -\frac{f'_x}{f'_y}$. Отже, прирівнюючи похідні ми і отримаємо рівняння (2) [4].

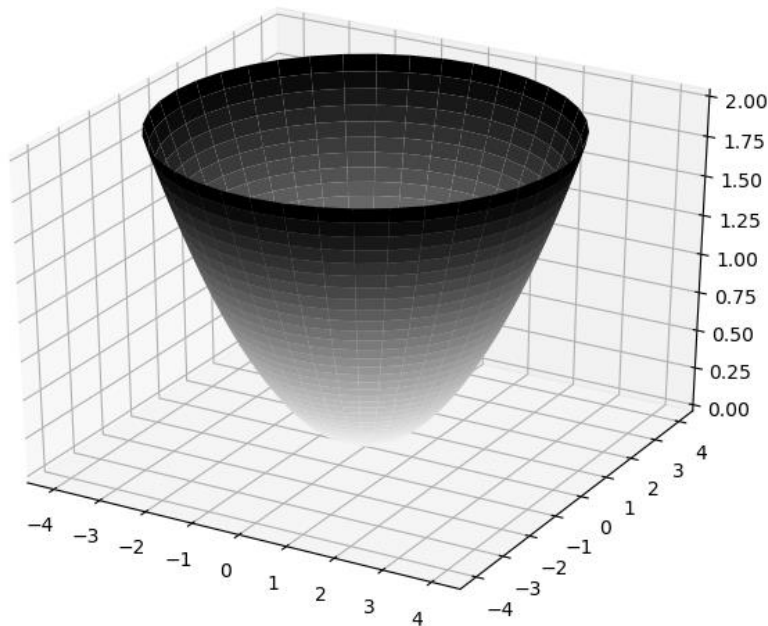


Рис.1. Зображення у просторі

Зображення на рис. 1 отримане за допомогою програми написаної мовою програмування Python з використанням бібліотек Matplotlib та NumPy. Далі наведено лістинг програми:

```
import pylab
from matplotlib import cm
from numpy import (zeros,arange,ones,pi,sin,cos)
from matplotlib.colors import LinearSegmentedColormap
```

```

from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
def paraboloid():
    a=2
    v = arange(0, 2.05*pi, 0.05*pi)
    u= zeros([len(v),1])
    for i in arange(0,len(v)):
        u[i,0]=list(arange(0,2.05,0.05))[i]
    x=a*u*cos(v)
    y=a*u*sin(v)
    z=0.5*u**2*ones(len(v))
    return x,y,z
x,y,z=paraboloid()
fig = pylab.figure()
axes = Axes3D(fig)
axes.plot_surface(x, y, z, rstride=1, cstride=1, cmap = cm.binary)
pylab.show()

```

Висновки. Дослідження даного способу вирішення класичної задачі на умовні екстремуми дозволяє стверджувати, що він є найбільш оптимальним і лаконічним для вирішення найпростіших задач оптимізації.

Бібліографічний список

1. *Лелевкіна Л.Г.* Варіаційне числення і основи математичної теорії управління. Учебний посібник. / Л.Г.Лелевкіна, Р.Р. Рафатов. – Бішкек: Кирг.-Рос. Славян. універ., 1999. – 48 с.
2. Высшая математика для заочников и не только [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://mathprofi.ru/uslovnnye_extremumy.html – Дата доступу: 13.04.2020.
3. *Жалдак М.І.* Основи теорії і методи оптимізації: Навчальний посібник./ М.І. Жалдак, Ю.В. Триус – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 608 с.
4. *Кононюк А.Е.* Основи теорії оптимізації. К.1. / А.Е. Кононюк–Київ: «Освіта України», 2011. – 692 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОВЕРХНІ КРАПЛІ РІДИНИ (ВОДИ) В ЕКСПЕРИМЕНТАХ З ЕФЕКТОМ ЛЕЙДЕНФРОСТА

Швачко Є.О., студент,

Яблонський П.М., к.т.н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглянуто варіанти вільної поверхні крапель рідини, що виникають під час проведення досліду Лейденфроста. Основна ідея: можливість, внаслідок швидкої зміни температури поверхні краплі рідини, створення від’ємної кривини поверхні краплі, яка обумовлена деформацією та коливальними процесами. На основі експерименту, який базується на використанні температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу, виявити появу таких форм крапель. Експерименти показали, що проходить резонансне «розгойдування», що стимулює обертальний рух. Можливе створення мікрогабаритного теплового двигуна, розміри якого можуть складати від десятків мікрон до сантиметра.

Ключові слова – форма краплі, кривина поверхні, коефіцієнт поверхневого натягу, температурний градієнт, ефект Лейденфроста, вільна поверхня.

Постановка проблеми. Починаючи з 2000 року, виконано серію наукових робіт пов’язаних з краплями рідин. Така масова зацікавленість науковців та велика кількість досліджень форм крапель рідин (стан поверхні) грає велику роль у трибології та рідини хроматографії, лежить в основі сучасних технологій витиснення із пластів нафти та газу, флотаційних методів збагачення корисних копалин, методів нанесення фарб і покриттів, очищення рідин і газів від домішок, а також насичення будівельних та текстильних матеріалів спеціальними сумішами. Ці характеристики, багато в чому, визначають швидкість утворення зародків нової фази й істотно позначаються на ефективності теплообмінних процесів [1]. Зміна поверхневого натягу під дією поверхнево активних речовин використовується при митті і пранні, а також при бурінні гірських порід, механічній обробці високоміцних матеріалів і подрібненні, обумовлюючи значне скорочення енерговитрат на проведення цих операцій. Поверхневі ефекти широко використовуються у металургії і можуть змінювати біосумісність різних рідин і полімерів, що

застосовуються в сучасній медицині для протезування. Величезне значення має поверхневий натяг в біологічних процесах.

Дослідження варіацій вільної поверхні крапель рідини, що виникли під час проведення досліду Лейденфроста. На фотографіях (рис. 1) зафіксовано дивні варіанти форми поверхні краплі. Дійсно, поверхневий натяг границі між краплею та повітрям надасть краплі випуклу форму [2]. Однак, досліди показали, що це не завжди так. Таким чином виникла ідея дослідити причини, що можуть впливати на створення форми краплі з випуклих та ввігнутих частин.



Рис. 1. Варіанти форм поверхні краплі води під час ефекту Лейденфроста

Аналіз останніх досліджень. Наразі було знайдено подібні праці та дослідження, близькі до тематики. Праці, на які ми опиралися, допомогли з вирішенням проблем при проведенні експерименту, а саме: побудова та удосконалення установки (знаходження конструктивних матеріалів для підкладки під нагрівні спіралі та для зміни кута нахилу нагрітої поверхні, а також теплоізоляційні матеріали (підкладку з малою товщиною та великою питомою теплоємністю, невелике тіло з великою питомою теплоємністю); вирівняти горизонтально підкладку) [2,3]; спроби покласти краплю так, щоб вона не «підскакувала» над поверхнею; визначення потрібних температур підкладки, тіла [1,3] тощо.

Формулювання цілей (Постановка завдання). Під час ефекту Лейденфроста крапля має завжди випуклу форму. Таку форму їй надає поверхневий натяг рідини [2]. Однак в процесі миттєвої деформації частини поверхні тепловим полем та механічною взаємодією з підставкою можуть виникнути коливання [4,5].

Основна ідея: внаслідок зміни температури поверхні краплі може виникати від'ємна кривина її поверхні, яка обумовлена деформацією та коливальними процесами на поверхні.

Метою дослідження є виявлення та пояснення причин появи крапель з плоскою та ввігнутою поверхнею при спостереженні ефекту Лейденфроста. Для досягнення поставленої мети було використано сукупність підходів, а саме: теоретичний (збір та аналіз наукових праць про форми крапель, способи зміни форми, ефект Лейденфроста; висунення гіпотези; теоретичний розвиток та очікуванні результати) та емпіричний (експеримент, спостереження та опис результатів дослідження).

Основна частина. Експеримент базується на використанні температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу. Розглянемо точки А (ділянка з початковою температурою), В (найближча точка до тіла) на рисунку 2. Виходячи з формули додаткового тиску $P = \frac{F}{S} = \frac{2\sigma\pi R}{\pi R^2} = \frac{2\sigma}{R}$, зрівняємо тиски у заданих точках: $\frac{\sigma_A}{R_A} = \frac{\sigma_B}{R_B}$. Тобто, $R_B = R_A \frac{\sigma_B}{\sigma_A}$. Локальне зменшення температури поверхні краплі збільшує силу поверхневого натягу і, як наслідок, поверхня стає в даному місці більш «пласкою» ($\sigma_A < \sigma_B$, оскільки $T_A > T_B$, то $R_A < R_B$) [5]. В результаті, крапля води «відштовхується» від холодної поверхні, що дотикається до її границі.

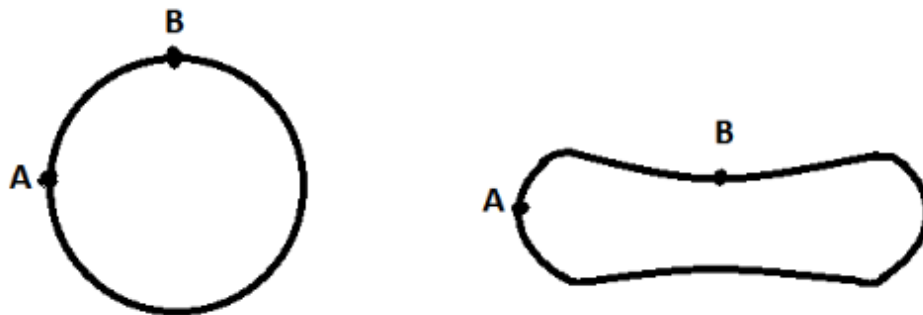


Рис. 2. Крапля води

Для експериментального підтвердження ідеї було створено установку (Рис. 3), яка складається з модуля HelioSun M2 (датчики, що контролюють температуру на поверхні підставки; нагрівник у вигляді спіралі), теплоізоляційної підкладки на якій розміщується крапля, тіла (для локального охолодження поверхні підставки та частини краплі), конструктивних елементів та фотоапарат (для фіксації форми крапель).

Технологія експерименту:

- Розігріти поверхню до 150°C ;
- На розігріту поверхню розмістити велику краплю води за допомогою шприца в локалізаційну лунку;
- Піднести до краю краплі охолоджене тіло (металева частина молотка) та привести його в контакт з підкладкою.

При охолодженні частини підкладки (в безпосередній близькості до «місця дії»), охолоджується частина поверхні краплі. Тим самим змістить краплю та змінить її форму. Деформація краплі локальна, тому з часом зникає при відсутності температурного градієнту [5]. Якщо ж підтримувати температуру, то проходить резонансне «розгойдування» поверхні краплі.

Під час експерименту велася відеозйомка. На рисунку 3 зображено, модель установки, що використовувалася.

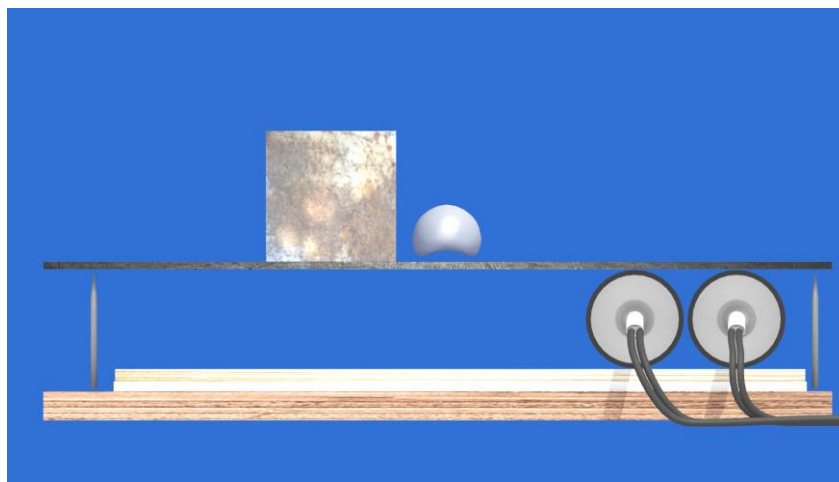


Рис. 3. Експериментальна установка

Висновки. В основному краплі не могли фіксуватися на поверхні за рахунок дії пари під нею. Однак, деякі краплі фіксувалися (рис. 4), що дозволило спостерігати зміну форми їх поверхні у відповідності зі зміною коефіцієнта поверхневого натягу.



Рис. 4. Зміна форми поверхні краплі

Хаотичний рух краплі створює такий коливальний процес, що стимулює обертальний рух. У ході роботи було виявлено, що капля перетворює теплову енергію на механічну (використання механічного руху краплі для переміщення маленьких тіл, яке цілком піддається управлінню). Тобто, капля – робоче тіло теплової машини, нагрівником якої є плита, а охолоджувачем – тіло. У подальшому планується створення мікрогабаритного теплового двигуна, розміри якого можуть складати від десятків мікрон до сантиметра.

Бібліографічний список

1. *Del Río O.I., Neumann A. W.* Axisymmetric Drop Shape Analysis: Computational Methods for the Measurement of Interfacial Properties from the Shape and Dimensions of Pendant and Sessile Drops / O.I. Del Río J. Colloid Interface Sci., 1997. – 136 p.
2. *Sumesh P. T., Govindarajan R.* The possible equilibrium shapes of static pendant drops / J. J. Bikerman J. Chem. Phys., 2010. – 133 p.
3. *Hoorfar M., Neumann A. W.* Evaluation of the surface tension measurement of axisymmetric drop shape analysis (ADSA) using a shape parameter / M. A. Kurz Adv. Colloid Interface Sci., 2006. – 25 p.
4. *Tadmor R., Bahadur P., Leh A. et al.* Measurement of lateral adhesion forces at the interface between a liquid drop and a substrate / L. Dang Phys. Rev. Lett., 2009. – 103 p.
5. *Huh C., Reed R. L.* A method for estimating interfacial tensions and contact angles from sessile and pendant drop shapes / A. Zollweg J. Colloid Interface Sci., 1983.- 472 p.

НОВА КОНСТРУКЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ САДОВО-ГОРОДНИЦЬКОЇ МАШИНИ

Юрчук В.П., д.т.н., професор,

Козловський А.Г., магістр,

Півень Н.В., ст. викладач

Березніцький Н.О., студент,

Чередниченко В.І., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – робочий орган, моторизований блок, змінні колеса, акумуляторні батареї, модуль керування, універсально садово-городницька машина (УСГМ)

Анотація – у статті розглянуто деякі аспекти запровадження УСГМ як альтернативи моторизованим блокам у сільському господарстві, а саме на стадіях технічної пропозиції, ескізного та технічного проектування. Окреслено напрямки подальших наукових досліджень у теоретичному та практичному аспектах цієї конструкції.

Постановка проблеми. При використанні звичайних сільськогосподарських знарядь, наприклад у моторизованих блоків (найближчі аналоги винаходу), робота виконується двигуном та одним, змінним робочим органом. Для зміни робочого органу та переходу до нової роботи потрібно витратити багато часу, крім цього у таких апаратів обмежений спектр можливостей, що не дозволяє виконувати велику кількість сільськогосподарських робіт, а тим паче одночасно. Всі дані аспекти негативним чином впливають на ефективність промислових та приватних сільськогосподарських виробництв. Як рішення цих проблем була запропонована УСГМ.

Аналіз останніх досліджень. Завдяки досягненням останніх двох десятиліть у сферах робототехніки та автоматизації виробництв ми маємо змогу електрифікувати деякі знаряддя праці та покращити їх. У машини, яка пропонується, використана система, схожа з моторизованим блоком, але повністю електрифікована, завдяки чому значно підвищена ефективність та кількість приєднувальних робочих органів до даної конструкції.

Формулювання цілей. Ціллю даної статті є викладення інформації про УСГМ, її можливості, перспективи, недоліки та переваги над

аналогічними їй знаряддями праці, які існують в даний час в сільському господарстві.

Основна частина. Відразу відзначимо, що дана машина є однією із перших конструкцій і може бути удосконалена у наступних, більш вдосконалених моделях пристроїв або їх модифікаціях. Це, у свою чергу, може значною мірою вплинути на її ефективність, на показники характеристики, види робочих знарядь, ціну, термін запуску у виробництво, а також на термін експлуатації [1].

Запропонована УСГМ відмінна від своїх аналогів тим, що має набагато більшу можливість до швидкої модифікації, заміни робочих органів, та більшою варіацією робочих органів до встановлення на нових більш перспективних машинах.

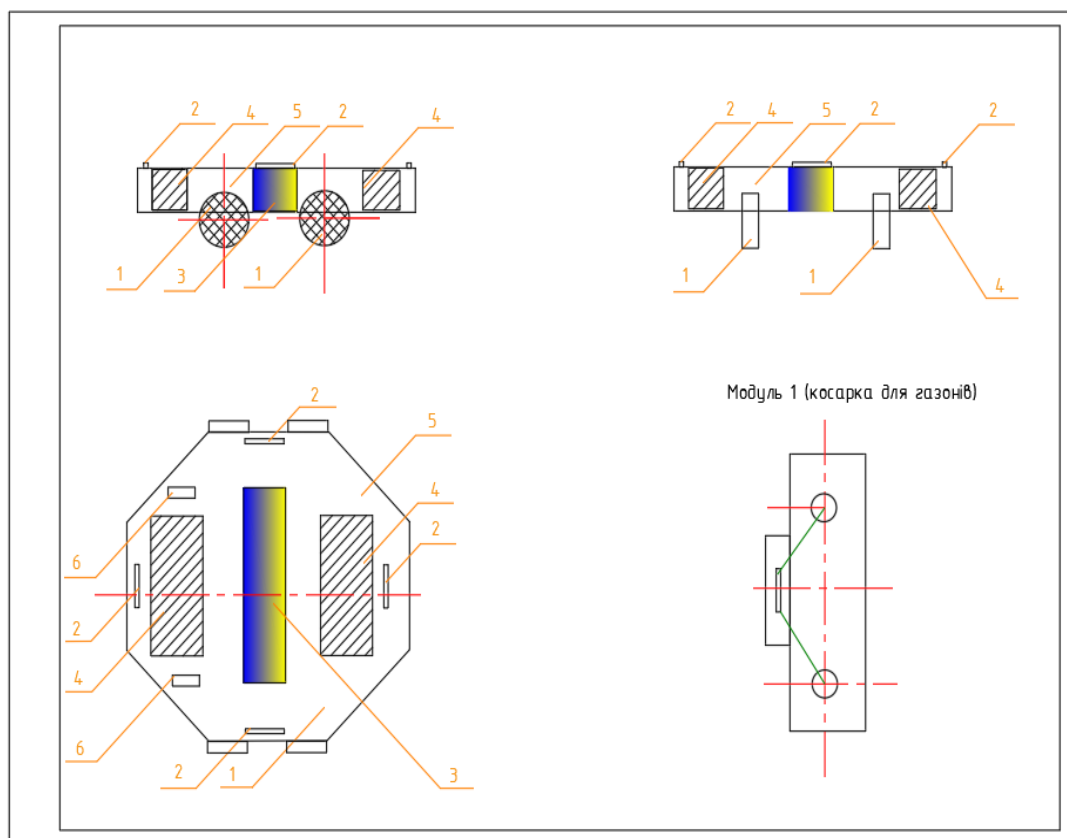


Рис. 1. Принципова схема УСГМ

Розглянемо будову даного винаходу (рис. 1). Пристрій складається: з рухомої частини, чотирьох коліс змінного розміру (1), чотирьох кріплень для модулів (2) (можливе збільшення їх кількості), модуля автономного керування (3), (встановлюється за бажанням), двох акумуляторів (4), корпусу (5) (можлива варіація розмірів), двох кріплень для ручок керування змінного розміру (6), одного мікроконтролера .

Метою даного винаходу є забезпечення універсальності у виконанні сільськогосподарських робіт і тим самим зменшення потреби у спеціалізованих пристроях [2].

Конструкція машини забезпечує універсальність та ергономічність. Завдяки можливості підключення модулів різних типів та простотою у використанні, ця машина може виконувати широкий спектр сільськогосподарських робіт:

- обробку земельних ділянок;
- внесення гербіцидів;
- поливу сільськогосподарських культур;
- стрижки газонів різних рослин;
- може використовуватись людьми без спеціальних навичок та в різних погодних умовах.

Також вона є екологічно-чистою, оскільки працює виключно на електроенергії. Цей пристрій має невеликі розміри, а тому він є компактним та легким у зберіганні чи перевезенні. Крім того слід відзначити простоту конструкції, що дозволяє легко модифікувати та ремонтувати виріб.

Конструкція машини та її повна електрифікація, дозволяють встановити модуль автономного керування та забезпечити автономне виконання різних різних робіт.

УСГМ працює наступним чином: до основної рухомої частини кріпляться модулі різних типів, після чого на них подається живлення і вони вмикаються, тобто машина є блоком живлення і рухомою частиною, а вже модулі є автономними системами, які виконують функції. Рух машини забезпечується чотирма колесами, які працюють за рахунок вмонтованих в них електродвигунів. При цьому, двигуни можна вмонтувати в кожне із коліс, що буде забезпечувати повороти. Живлення машини забезпечується двома акумуляторами - один основний, другий резервний, (хоча на невеликій ділянці може бути від системи живлення).

В дію може приводитись безпосередньо людиною, коли до машини прикріплені руків'я для керування, або модулем автономного контролю, якщо такий вмонтований в конструкцію (також є змінним модулем і може бути прив'язаний до певної постійної ділянки, наприклад до дачної).

Цікавою є одна перспектива у використанні УСГМ. Хоча прототип повинен мати досить невеликі розміри, у подальшому можлива модель великого розміру призначена для роботи на промислових об'єктах з великою площею роботи. Така модель може бути розміром з трактор BELARUS-4522 та виконувати роботу, аналогічну йому ж, комбайну, вантажній машині або іншим видам сільськогосподарської техніки.

УСГМ відрізняється від інших апаратів аналогічного призначення завдяки простоті конструкції та легкості у використанні та ремонті. Саме завдяки цьому вона значно відрізняється від інших своїх аналогів.

Також слід відзначити декілька недоліків даного винаходу. Після довгого користування машиною може виникнути потреба у заміні акумуляторів, через що й машина поступово зношується і необхідно робити відповідну заміну.

Іншим недоліком є час, необхідний на підзарядку УСГМ. Повна зарядка може тривати до шести годин. Слід відзначити, що під час виробництва такої машини треба урахувати те, що вона повинна бути герметичною, враховуючи можливі опади. Це у свою чергу збільшує витрати, час та складність виробництва одного екземпляру УСГМ.

Висновки.

Отже, УСГМ є перспективною у своєму напрямку, оскільки:

- вона легка у використанні, тому може бути використана не лише спеціально підготовленим оператором, а й людиною без досвіду керування аналогічними їй агрегатами після короткого екскурсу у принцип роботи;
- крім цього УСГМ має просту конструкцію, що дозволяє легко модифікувати та ремонтувати її блоками;
- також вона має велику перспективу щодо подальшого її удосконалення та модифікації;
- машина в подальшому може мати багато різних моделей, навіть вузькоспеціалізованих, що надає змогу даній машині стати неймовірно корисною та ефективною у сфері промислових та різних приватних сільськогосподарських виробництв.
- також слід урахувати деякі недоліки цієї машини, що можуть у подальшому вплинути на її ефективність негативним чином. Але враховуючи якого роду ці недоліки, їх можна усунути у наступних моделях УСГМ, не будемо забувати, що це лише прототип.

Бібліографічний список

1. Малая механизация для вашего хозяйства. Упорядник Мосякін В.М.
«Клуб сімейного дозвілля», 2008, Харків 140, вул. Гагаріна, 20в., 284 с.
2. Бадаев Ю. И., Алгоритмы подготовки управляющей информации к системам с числовым программным управлением // Прикладная геометрия и инж. Графика. – 1998. - Вып. 29. – 2931.
3. Дружелюбный огород/: E-mail support@fls-booksclub.com
/Бублик Б.А. – Науково-популярне видання.

ДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

Пелеванюк І.Д., студент.,

Залевський С.В., к.т.н., доцент.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського" (Україна, м.Київ)

***Анотація** – розглядається питання створення та використання тривимірних моделей герметичних датчиків тиску, температури та вологості як засобу практичного втілення набутих студентами навичок і вмінь. Пропонується впровадження в навчальному процесі постановки актуальних технічних задач, які зможуть стимулювати у студентів бажання поглибленого вивчення відповідної теми.*

***Ключові слова** – датчики рівня, тривимірна модель, комп'ютерна графіка, рівень складності.*

Постановка проблеми. Розвиток сучасних систем автоматичного проектування дозволяє значно підвищити ефективність праці розробників при вирішенні технічних задач. Курс «Інженерна та комп'ютерна графіка» дозволяє студентам ознайомитись з деякими базовими засадами таких систем. Для кращого оволодіння матеріалом пропонується об'єднати вивчення методів створення 3d моделей з елементами розв'язку технічних задач сучасної промисловості.

Аналіз останніх досліджень. Методи створення зображень шляхом моделювання тривимірних об'єктів наведені в навчальних посібниках та підручниках. Разом з тим, практичні завдання, які пропонується виконати, мають достатньо узагальнений, абстрактний характер і не перетинаються з реальними технічними задачами промисловості.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). При вивченні методів створення просторових моделей дати можливість студенту самостійно вирішити деякі технічні задачі сучасної промисловості.

Основна частина.

Згідно з існуючою на даний момент навчальною робочою програмою курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» студенту надається можливість оволодіти різними способами створення тривимірної моделі об'єкта. Для отримання практичних навичок в навчальних посібниках запропоновано велику кількість практичних завдань. В цій роботі пропонується залучити найбільш зацікавлених студентів до розв'язання практичних задач моделювання, які вирішують на сучасному виробництві.

При виготовленні продукції с сучасній легкій промисловості особливу роль відіграє забезпечення технологічного процесу засобами контролю. Для вирішення цієї задачі шороко використовують різноманітні датчики, які дозволяють в режимі реального часу моніторити параметри процесу і оперативно їх корегувати.

Зокрема, мова іде про ультразвукові датчики для безперервного вимірювання рівня рідини та сипучих матеріалів VEGAPULS 67. Вирішення питання оптимального розташування та зручності їх монтажу значно спрощується при використанні сучасних можливостей тривимірного моделювання. В якості завдання студенту було надано технічний кресленик виробу (рис.1) та запропоновано створити тривимірну твердотільну модель (рис. 2 і 3).

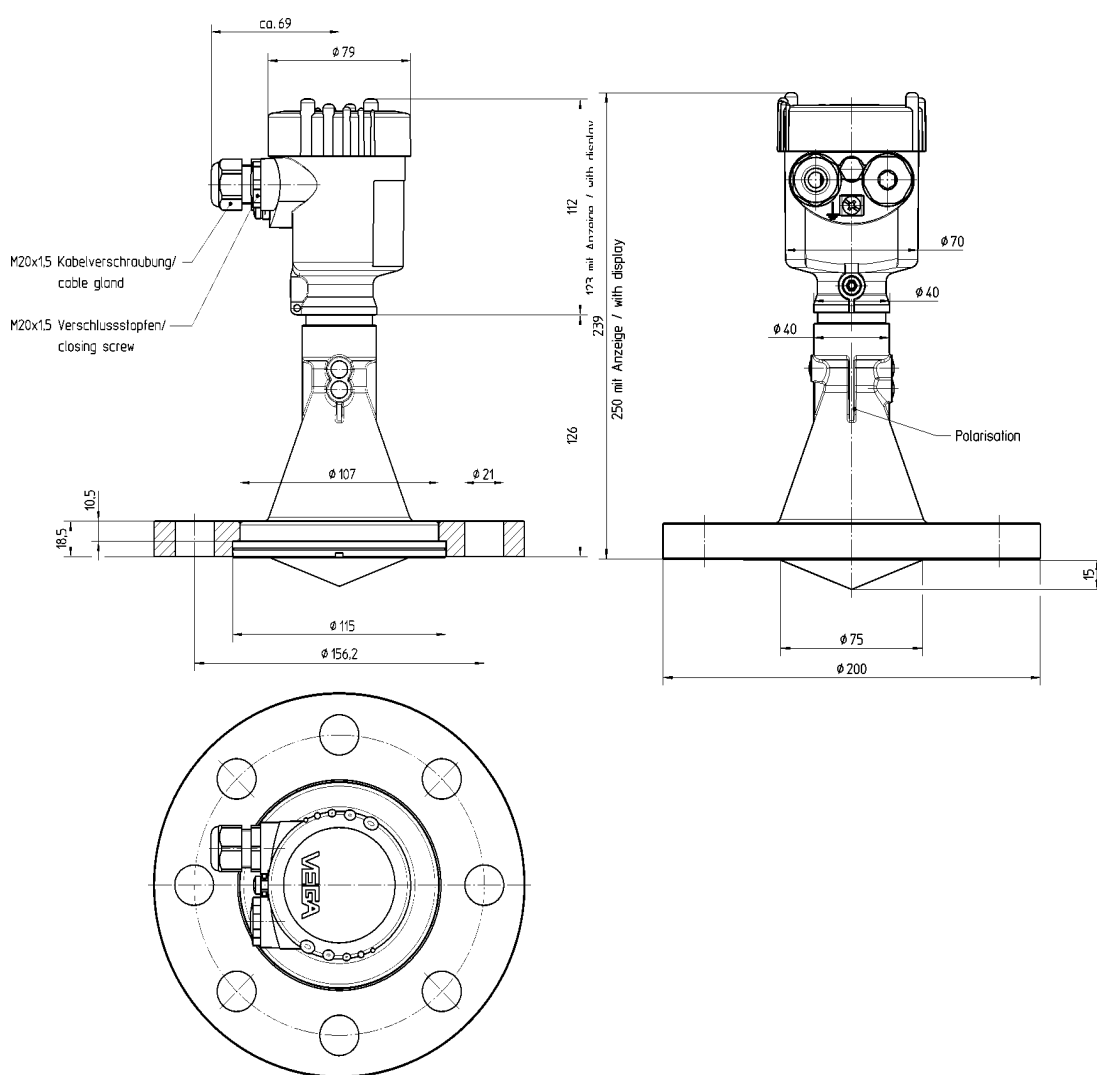


Рис. 1

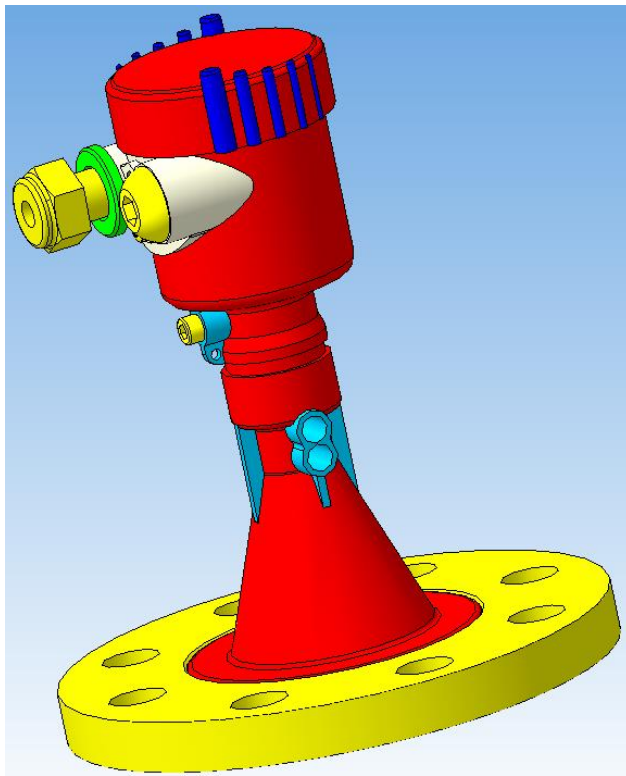


Рис.2

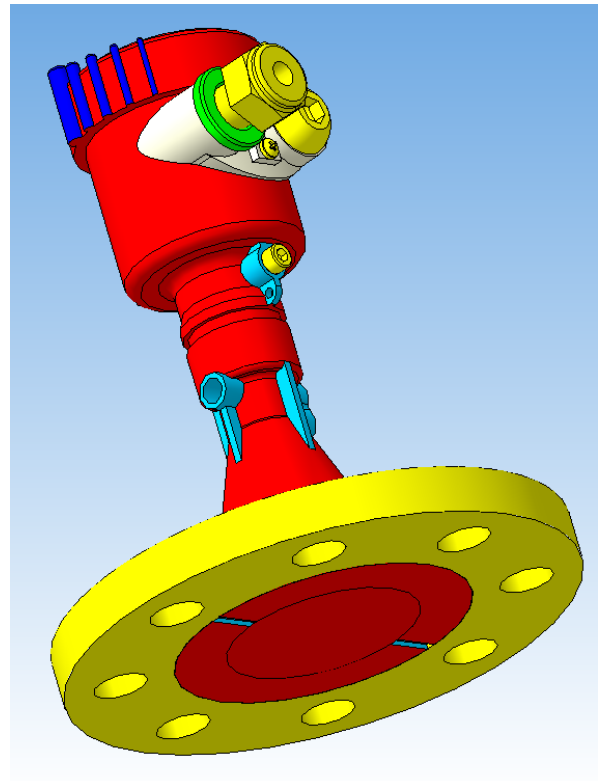


Рис.3

Висновки. При підготовці майбутніх фахівців важливим аспектом вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» є залучення їх до вирішення практичних задач, безпосередньо пов'язаних з запитами сучасного виробництва.

В статті наведено приклад виконання студентом саме такого завдання.

Вирішення подібних задач дозволить майбутньому спеціалісту глибше ознайомитись з методами побудови тривіірних моделей і спробувати свої сили в вирішенні реальних практичних задач.

Бібліографічний список

1. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка / Михайленко В.Є., Ванін В. В., Ковальов С.М. // К.: Каравела, 2003. – 352 с.

ПЕРШИЙ ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЕМБЛЕМИ ІНСТИТУТУ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (*IAT*)

Коробко І.В., д.т.н., професор,

Юрчук В.П. д.т.н., професор,

Скорняков В.А., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – Інститут Аерокосмічних Технологій (*IAT*), символ, редактор, традиції КПІ, стилус, *iPad*, *Apple Pencil*, емблема.

Анотація – у статті приведені геометричні підходи та досвід розробки емблеми Інституту аерокосмічних технологій (*IAT*)

Постановка проблеми. Інститут аерокосмічних технологій у своєму перевтіленому вигляді існує лише рік. Тому стало нагальне питання розробки варіантів символіки, назва якої, враховуючи вимоги часу, змінила свій тип.

Аналіз останніх досліджень. Після **ФАКСу**, його правонаступником став Інститут аерокосмічних технологій (*IAT*). У перші ж місяці існування інституту було створено початковий варіант емблеми за зразком всесвітнього логотипу **НАСА**. Але з розвитком закладу постало питання розробити цілком нові, самобутні зразки емблеми нового інституту.

Формулювання цілей (постановка завдання). Створити варіанти емблеми Інституту аерокосмічних технологій та подати їх на розгляд керівництва університету. При цьому зробити уклін на оригінальність ідеї із закладенням символізму авіаційно-космічної направленості, яка в перспективі поставлена перед нами.

Основна частина. Для створення варіантів емблеми *IAT* було використано: *iPad Pro 10.5"*, *Apple Pencil* та безкоштовну програму-редактор *SketchBook*. З досвіду використання *Apple Pencil* можна зробити наступні висновки:

1. Навіть маючи примітивний редактор, на кшталт *SketchBook*, можна досягати досить непоганих графічних результатів за досить короткий час. Наприклад, маючи приблизну ідею на папері, її реалізація в електронному вигляді займала від 30 хвилин до 1.5 години.

2. Використовуючи саме планшет зі **стилу**сом, зменшується ризик випадкової помилки. Комп'ютерна миша має набагато нижчу точність.

Конструктивно працювати з найдрібнішими деталями значно легше, тобто комфортніше саме зі **стилусом**.

3. Властивість **iPad** у зв'язці з **Apple Pencil** реагувати на силу натискання на екран приносить неоціненну користь. Адже існує пряма залежність: чим більша сила натискання - тим більша ширина штрихів.

4. Використовуючи обидва вищезазначених пристрої, зручно швидко реагувати на будь-які помилки під час створення продукту. Ліквідувати розрив контуру можна за пару секунд, лише доторкнувшись **стилусом** до проблемної ділянки.

5. **Apple Pencil** та **iPad** не заганняють оператора в інструментальні рамки, як це часто відбувається при роботі на ПК з комп'ютерною мишею. Робоче поле редактора можна використовувати рівно як аркуш паперу, а **стилус** як олівець. Частота оновлення екрану та відгук планшету на **стилус** дають можливість не помічати жодної різниці.

6. При побудові умовно «ідеальних» фігур у редакторі **SketchBook** не обов'язково користуватися інструментом стандартних фігур: площинних, таких як коло, трикутник, квадрат, прямокутник, а також просторових фігур: циліндр, конус, сфера, піраміда, призма т. д.

У цьому допомагає інструмент «згладжування». Він допомагає ліквідувати у лініях «ефект тремтячої руки», коли навіть з бажанням зробити ідеально плавну лінію - має місце певна горбистість. Цей інструмент прораховує траєкторію руху **стилуса** а по поверхні та округлюючи координати точок лінії - робить її пальною.

Потрібно зазначити, що не варто робити усю емблему на одному шарі. Певні елементи в решті-решт можуть потребувати перенесення або часткової переробки. Тому окремі елементи варто розробляти окремо, і лише після об'єднання всіх елементів разом - групувати зображення з усіх шарів в одне геометричне ціле.

Доречі, програма **SketchBook** дає можливість зберігати зображення «по видимим шарам». Тобто, якщо ви можете зберегти галерею зображення без певного елемента, просто приховавши його на момент збереження, а потім зберегти до галереї зображення з тим елементом, лише зробивши його видимим. При цьому, не потрібно кожен раз зберігати сам проект у програмі. Це дає можливість урізноманітнювати емблеми та зображення певними елементами на одному й тому ж самому фоні.

Така можливість присутня при побудові різних геометричних елементів в графічних редакторах. На жаль користувачі техніки **Apple** не мають змоги встановлювати більш серйозні редактори на свої пристрої безкоштовно. **Adobe Photoshop** доступний тільки за підпискою, а дуже функціональний редактор **Procreate** коштує 10\$.

Перший, нижче приведений варіант емблеми (рис.1), являє собою правильне коло, розділене сірою діагональною рисою, що символізує злітно-посадкову смугу, на два півкола - жовтого і блакитного. Кольори півкіл символізують український прапор, як символ української

державності та причетності інституту до розвитку вітчизняної авіакосмічної науки та техніки.

Паралельно з цим, коло, в цілому, символізує планету. На тлі кола розташована аббревіатура «*IAT*», де крапка над «*I*» символізує стартовий стіл, з якого на орбіту виходить космічний апарат. Сама орбіта з символічним зображенням ракети огинає в просторі коло – площинне зображення сфери.

Другий варіант емблеми (рис.2)- також символічне коло з синім тлом та білим кантом, що символізує зоряне небо – тобто аерокосмічну направленість досліджень. Навколо всієї емблеми запущено орбіту - лінію, що по мірі наближення до ракети звужується.

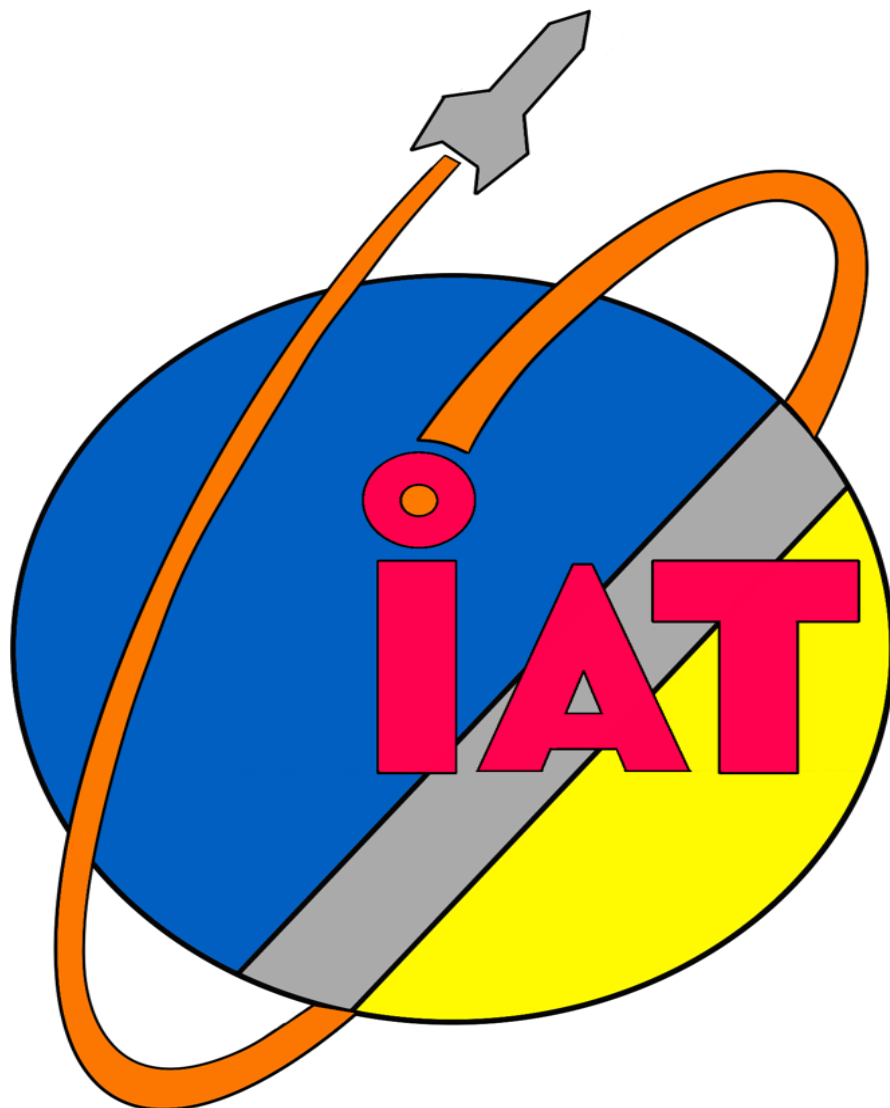


Рис.1



Рис.2.Схеми перших творчих варіантів емблем інституту ІАТ

Висновки.

1. Використовуючи безкоштовні графічні редактори з обмеженою функціональністю, можна створювати досить якісні творчі зображення, маючи певні геометричні та творчі навички у роботі з наявною операційною системою;
2. Це завдання також підтверджується тим, наш НТТУ «Київський Політехнічний Інститут» носить ім'я відомого авіаконструктора Ігоря Сікорського;
3. Прохання до студентів НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», при наявності творчих ідей, прийняти участь у створенні нових символічних знаків ІАТ.

3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА ГРАФІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АРХІТЕКТУРІ

Гумен О.М., д.т.н., професор,

Качковський І.О., студент,

Хорошко І.В., студент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статті розглядається питання застосування графічних технологій в архітектурі для прискорення проектування об'єктів, оптимізації процесу та виконання поставлених завдань. Сучасні програми дозволяють не тільки спроектувати об'єкт, а й створити віртуальну сцену з ним, корегувати роботу архітекторів та інженерів у процесі моделювання, а не самого будівництва чи створення готової продукції. У сьогоднішніх умовах надзвичайно важливим фактором є конкурентоспроможність, і при використанні таких програм як AutoCAD, Cinema 4D, 3D Max та інші, організації перемагають у часі виконання поставлених задач, а також у їх високій точності та якості.*

***Ключові слова** – 3D моделювання, проектування, використання сучасних технологій, візуалізація, 3D модель.*

Постановка проблеми. Як встановлено науковцями у сфері медицини, людина засвоює 70% інформації з тексту, а якщо додати малюнок, то всі 95% [1], крім того візуалізація дозволяє легше побачити всі переваги та недоліки проекту. Тривимірні (3D) моделі дають точну картину бачення того, як команда дизайнерів може змінити свої плани, якщо це необхідно. Набагато простіше змінити об'єкт на етапі проектування, а не після того, як будівництво почалось.

Аналіз останніх досліджень. З часом все більше і більше людей починають використовувати програми, які допомагають спроектувати модель виробу чи будівлі. Найбільш популярними є такі програми як AutoCAD, Cinema 4D, 3D Max та інші [2], що здійснюють моделювання та візуалізацію задумів архітекторів. Спеціальні програми дають можливість інтеграції з будь-яким іншим професійним програмним забезпеченням, наприклад, з додатками для інженерних розрахунків, програмами для верстатів або бухгалтерськими програмами. Впровадження подібних рішень на виробництві дає суттєву економію ресурсів, значно розширює можливості підприємства, спрощує роботу і підвищує її якість [3].

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою даної роботи є показати вплив графічних технологій проектування на оптимізацію та спрощення роботи при розрахунках, економію часу на виконання інженерних завдань у разі використання інженерами та архітекторами тривимірних моделей споруд, ряд інших переваг 3D моделювання.

Основна частина. Перевагами використання 3D моделей будівель є: можливість візуалізації проекту, полегшення проведення його продажу, підвищення точності виконання та покращення проведення контролю.

Тривимірна графіка дозволяє інженерам та архітекторам усього світу полегшити свою роботу та економити час на проектування об'єкта. 3D модель, яка спроектована у одній з сучасних графічних програм, краще сприймається (рис. 1). Це не тільки допомагає виконавцям проекта, а ще й дає змогу замовнику побачити, як виглядатиме закінчений проект до початку його реального втілення в життя. Така праця більш ефективна та результативна.

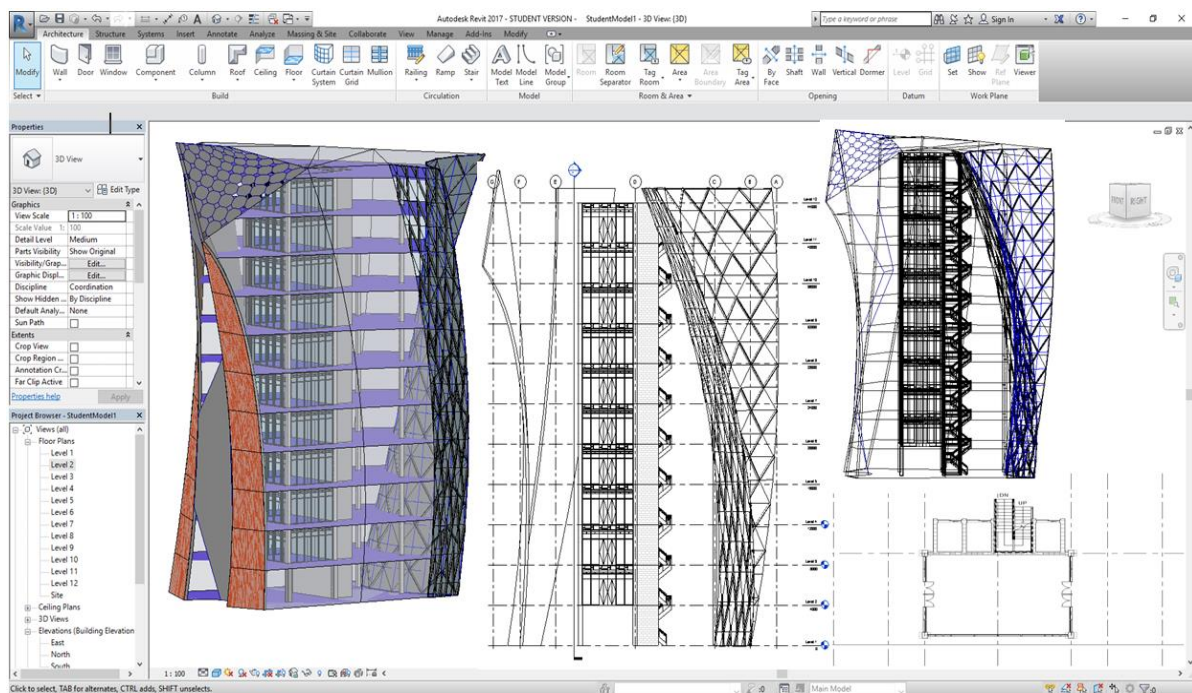


Рисунок 1 – Приклад проектування будівлі у 3D CAD

Слід також зауважити, що будівельний проект знаходиться у постійному процесі продажу. Добре розроблена 3D модель також може бути важливим маркетинговим елементом для фірми чи клієнта. Візуалізація проекту призводить до позитивнішої оцінки з боку клієнта. Якщо клієнт задоволений, то потенційні нові клієнти також будуть задоволені. Саме тому 3D архітектурні моделі можуть бути важливі для будь-якого будівельного проекту.

При 3D моделюванні будівлі ми пришвидшуємо реалізацію проекту, бо 3D моделювання дозволяє створити конструкції швидше, ніж 2D

кресленики. Це економить час та гроші, які можуть бути використані для інших аспектів проектування конструкції. Тривимірні моделі будівель також залишають мало місця для помилок, оскільки вони забезпечують точну картину. Це означає, що архітектори та інженери не витрачають час на пошук помилок та прорахунків на двовимірних креслениках.

3D моделі збирають данні для отримання більш точного уявлення проекту будівель. Професіонали можуть використовувати данні для створення реалістичних моделей реального простору. Ці моделі забезпечують максимальний контроль над точністю, оскільки не витрачається час на вимірювання і повторний розрахунок 2D кресленика. Це запобігає коштовним помилкам ще до початку будівництва.

У тривимірній моделі легше помітити вплив правок на загальний дизайн, коли будуть внесені незначні або значні зміни, це допоможе доопрацювати дизайн без особливих витрат та змін або виправлень після будівництва. Проект у такому поданні також доречний при порівнянні кінцевого результату спроектованої конструкції із задуманим виглядом [3].

Сучасні технології та програми дозволяють не тільки спроектувати об'єкт, а й створити віртуальну сцену з ним. Додавання світла, зміна кольору, текстури – це все допомагає дизайнерам корегувати роботу архітекторів та інженерів у процесі моделювання, а не самого будівництва чи створення готової продукції.

Висновки. У сучасному світі 3D моделювання має значний вплив у інженерії, техніці, будівництві. Зростаючий потенціал розвитку галузі та розширені можливості, використовуючи сучасні технології та програми, забезпечують спокусливу базу для капіталовкладень. Сьогодні дуже важливим моментом на ринку є конкурентоспроможність і при використанні таких програм як AutoCAD, Cinema 4D, 3D Max та інші, організації перемагають у часі виконання поставлених задач, а також у їх високій точності та якості.

Бібліографічний список

1. Як і для чого треба використовувати візуалізацію даних [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://eidos.org.ua/novyny/yak-i-dlya-choho-vykorystovuvaty-vizualizatsiyu-danyh/> - Дата доступу: 31.10.19.
2. Сфери застосування тривимірної графіки [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_122381_perevagi-trivimirnogo-modelyuvannya.html - Дата доступу: 31.10.19.
3. 8 reasons why 3d modeling is important [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.outsource2india.com/eso/construction/3d-modeling-architecture.asp#> - Дата доступу: 31.10.19

ШКОДА АБО КОРИСТЬ ЇЖІ З МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ

Селіна І.Б., ст.викладач,

Козюк І.М., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація** – у ході роботи розглядається питання користі та шкоди використання їжі в мікрохвильовій печі. У наш час для розігрівання харчових продуктів широко застосовуються мікрохвильові печі. Вплив такої їжі на організм людини в світі ще не досить вивчений. Ми в своїй роботі спробували в домашніх умовах дослідити дію продуктів харчування та води з мікрохвильової печі на організм людини, квіти тощо. Наша мета – провести експеримент та проаналізувати вплив мікрохвильової печі на живі організми.*

***Ключові слова** – мікрохвильова піч, експеримент, мікрохвилі, молекула води, їжа, підігріта в мікрохвильовій печі.*

Постановка проблеми. У багатьох сім'ях мікрохвильова піч давно вже замінила звичайну плиту і використовується не тільки для підігріву їжі, але і для приготування найрізноманітніших страв. Тим не менше, час від часу вчені все ж звертаються до розуму споживачів, заявляючи, що мікрохвильова піч далеко не так безпечна у використанні, як це може здатися на перший погляд. Безумовно, у неї є свої переваги, але при цьому і недоліків також чимало. Оскільки використання мікрохвильової печі є дуже поширеним явищем у нашому світі, цілком даної роботи є дослідження можливої шкоди мікрохвильових печей та їх вплив на живі організми.

Аналіз останніх досліджень. За останній час людина винайшла безліч технічних приладів для здійснення господарської діяльності: машини, механізми, різне устаткування, апарати, пристосування, інструменти, прилади та інше. Ми не можемо уявити свій будинок без газової плити, холодильника, пральної машини, комп'ютера, телевізора тощо. У цьому списку є ще одна досить потрібна річ. Майже в кожному будинку є мікрохвильова піч. Як зручно по-швидкому розігріти їжу або приготувати що-небудь легке в цій диво-машині! Але мало хто замислюється про те, чи є мінуси у такого помічника. Прикладом може бути експеримент, що проводився в домашніх умовах, який доводить шкоду та небезпеку дії мікрохвильової печі продукти харчування.

Для того, щоб в це повірити, потрібно розібратися в принципі дії мікрохвильової печі, де процес підігріву їжі здійснюється за рахунок мікрохвиль [1]. Вони впливають на продукти харчування на молекулярному рівні і, в першу чергу, впливають на молекули води, змушуючи їх обертатися з немислимою швидкістю. Саме завдяки сильному тертю, яке виникає в процесі обертання, і відбувається підігрівання їжі. Молекули води в результаті інтенсивного обертання нерідко деформуються і розриваються, що призводить до порушення хімічних зв'язків і процесів [2].

Формулювання цілей (постановка завдання). Для виконання даної роботи були поставлені наступні завдання:

1. Теоретично вивчити вплив харчових продуктів, що розігрівалися в мікрохвильовій печі на живі організми.
2. Експериментально перевірити вплив мікрохвильової печі на безпечність їжі та води для організму людини.
3. Зробити відповідні висновки та сформулювати пропозиції щодо використання мікрохвильової печі.

Основна частина. Для проведення експерименту фільтровану воду розділили на дві частини. Одну частину прокип'ятили на плиті, іншу – в мікрохвильовій печі. Ту частину води, яку нагрівали в мікрохвильовій печі, спочатку налили в посудину, переконаємося, що посудина не закрита кришкою, так як гарячий пар може стати причиною вибуху. Перед тим, як ставити посудину в мікрохвильову піч, потрібно опустити у посудину неметалевий предмет, наприклад, дерев'яну паличку або ложку. Це завадить воді перегрітися і буде сприяти утворенню бульбашок. Підігрівати воду потрібно було не більше однієї хвилини, поки вода почне виділяти пар, потім дістати посудину з водою з мікрохвильової печі. Перед поливанням квітів воду охолодили до кімнатної температури [3]. Поливалися два однакові вазони, щоб перевірити, чи буде різниця в рості рослин і чи буде змінюватися структура або енергія води через застосування мікрохвильової печі [4].

Вже через чотири дні було видно зміни в самих рослинах: перша квітка, яка поливалася тільки водою, що була закип'ячена на плиті, мала гарний вигляд, навіть сама квітка підросла. А інша квітка, яка була полита водою, що була закип'ячена в мікрохвильовій печі, зовсім помарніла, і колір листочків став неяскравий (рис. 1).



Рисунок 1 – Четвертий день експерименту

На дев'ятий день, результати експерименту були вражаючі: рослина, яку поливали підігрітою в мікрохвильовій печі водою, загинула, не залишивши жодного живого листочка (рис. 2).



Рисунок 2 – Результат дев'ятого дня експерименту

Отже, даремно ми замислилися про те, чи існує зворотна сторона такого «корисного» приладу як мікрохвильова піч. Проведене дослідження показало наскільки небезпечними та шкідливими є мікрохвильові печі. Варто задуматися над тим, чи так потрібно вживати їжу з мікрохвильової печі та чи не можна обмежити її використання.

Висновки. У ході роботи вивчено будову та принцип дії мікрохвильової печі та експериментально виявлено шкідливу дію мікрохвильової печі на живі організми в цілому. Про це свідчать результати дослідів, які проводили в домашніх умовах, підігрівуючи воду в мікрохвильовій печі та на плиті. Дослідження показало небезпечну дію мікрохвильової печі на продукти харчування, і можна зробити висновок, що цей пристрій шкодить здоров'ю. Звичайно ж, зовсім відмовитися від використання цього зручного приладу в домашньому господарстві ми не можемо. Зате тепер, знаючи про весь негативний вплив цього приладу, потрібно намагатися обмежити користування ним, не перебувати поруч з ним під час розігріву, частіше розігрівати їжу на плиті.

Бібліографічний список

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Мікрохвильова_піч
2. tehznatok.com/kak-polzovatsya/vred-mikrovolnovki.html
3. <http://wiki.pp.ua/8573-yak-zakipyatiti-vodu-v-mkrohvilovc-poradi-dlya-ush.html>
4. http://ito.vspu.net/Naukova_robota/data/Konkursu/2008_2009/Gordiychyk_2008_2009/Kuhar_Dist/predmet/Oblad/Obl_kk_11/urok/T_16/mikrohv.ht

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ФРАКТАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Залевська О.В., к.т.н.,

Мирошниченко И.В.,

Крижановская О.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

(Україна, м. Київ)

Аннотация – В статье рассматривается возможность и параллельного программирования для построения и визуализации алгебраических фракталов. Как пример выбраны множества Мандельброта, Жулиа и Пылающего корабля.

Ключевые слова – визуализация фракталов, параллельное программирование, алгебраические фракталы.

Постановка проблемы. Существует множество методов, с помощью которых параллелизм задач может быть реализован в C#. Чаще всего они образуют свободные шаблоны программирования, которые не имеют строгой реализации и не могут быть сразу использованы повторно.

Анализ последних исследований. Для многопоточного кода существует два основных шаблона. Первый заключается в написании модели синхронного кода (т. е. нормального программного потока), которая выполняется в управляемом потоке, отдельном от потока пользовательского интерфейса. Обычно этот метод используется с очень долго выполняющимися последовательными операциями, чтобы они не делали приложение не реагирующим на внешние помехи. Поток, выполняющий код, обычно представляет собой поток, запускаемый вручную, специально созданный для этой операции, но он также может использовать данные из очереди. Примером этого является Тср-сервер. Для запуска нового потока требуется несколько циклов, поэтому создание нового потока на лету следует использовать только в том случае, если операция выполняется достаточно долго, чтобы не беспокоиться о том, что при создании поток (уже созданный поток, ожидающий события-обработчика или события автоматического сброса для дополнительной работы, является одним из способов решения этой проблемы, он используется в классе .NET ThreadPool). Другим важным шаблоном является модель асинхронного кода с использованием делегатов обратного вызова. У используемых методов есть несколько недостатков. Во-первых, вы не можете легко следить за ходом программы, а отслеживание исключений является проблемой [1-2]. Другая причина заключается в том, что не существует простого и согласованного способа отправить ряд задач

для одновременного выполнения, а затем приостановить выполнение программы, пока они не будут завершены. Примером этого может быть отправка ряда запросов для возврата данных для ввода в другой процесс. Клиентский компьютер делает очень мало, когда база данных выполняет запрос, поэтому даже на однопроцессорных машинах выполнение запросов значительно выигрывает при параллельной работе [3].

Формулировка целей. Создать библиотеку, которая использует универсальную систему, построения и визуализации алгебраических фракталов, многократного использования.

Основная часть. Использование библиотеки WaitableTask влечет за собой проблему параллельного программирования. Существующие реализации, использующие эту библиотеку, являются приложениями базы данных, которые используют ее для параллельного выполнения запросов, что не помогут поставленным задачам. Отправной точкой был взят список «Неловко параллельных проблем» («Неловко параллельная проблема» - это та, в которой практически не требуется усилий для разделения на параллельные задачи - обычно это происходит потому, что каждый элемент проблемы не требует взаимодействия с другими элементами) [3]. Для примера выбрано множества Мандельброта, поскольку оно относится к детерминированным фракталам. Вычисление значения для пикселя в множестве Мандельброта является полностью независимым - оно не требует результатов других операций и его легко сделать «параллельным» [4]. Решено визуализировать каждую «строку» изображения, используя отдельную задачу/поток. Таким образом, нужно было передать целое число, описывающее отображаемую строку. Кроме того, это означало, что каждая задача была бы достаточно длинной, чтобы оправдать ее прохождение через очередь -> если бы стояла задача определить задачу для рендеринга каждого пикселя, то даже для небольшого изображения (320x240) потребовалось бы 76 800 задач.

Нужен был метод преобразования целочисленного значения в информацию о цвете. Для этой цели создано «палитру» информации о цвете путем создания градиентов между набором назначенных цветов. Каждое возможное значение выходных данных фрактального алгоритма будет отображаться на отдельный элемент в массиве цветов. Это дало гибкость построения, поскольку разные «палитры» могли бы использоваться с одним и тем же алгоритмом, и это было бы быстро. Теперь лишь нужен был способ установить эту информацию о цвете на растровом изображении. Предлагается метод «SetPixel (x, y, color)». Этот метод не является потокобезопасным и общеизвестно медленным. Коллизии потоков в методе SetPixel приводят к странным сообщениям об ошибках и сбоям GDI + в хост-приложении. Но есть, хоть и немного страшный, но гораздо более быстрый метод установки значений пикселей на растровом изображении.

Используя метод LockBits, можем получить ссылку на область неуправляемой памяти, которая содержит фактические данные растрового изображения, и поместить их в массив управляемых байтов. Затем можно изменить значения байтового массива, вернуть данные обратно и освободить растровое изображение. По сути, Bitmap.SetPixel делает это, но для каждого установленного пикселя он блокирует растровое изображение, выполняет маршализацию данных, изменяет правильные значения байтов, затем возвращает данные и разблокирует изображение. Но у двух потоков, вызывающих один и тот же метод, возникнет проблема: если растровое изображение уже заблокировано, его невозможно заблокировать снова, и при перенаправлении данных могут быть перезаписаны значения, установленные другим вызовом, полученным за миллисекунду ранее. По сути, пакетирование этих операций не только значительно ускоряет манипулирование данными изображения, но и делает потокобезопасным. Операция является поточно-ориентированной, так как каждый раз, когда устанавливается значения для пикселя, устанавливается значение в общем массиве, используя индексы и значения, которые связаны с вызывающим потоком. Даже если один и тот же код выполняется двумя или более потоками одновременно, значения индекса для каждого потока различны, и нет конфликта. Сложность здесь заключается в том, чтобы рассчитать, какие значения установить: возвращаемые данные зависят от формата пикселей исходного изображения. Например, если формат пикселя - RGB, 24 бита на пиксель, то каждый пиксель представлен тремя байтами (один для красного, один для зеленого, один для синего) - если формат составляет 32 бита на пиксель ARGB, то каждый пиксель имеет дополнительный байт, указывающий его значение альфа (прозрачность) (255 = непрозрачный, 0 = прозрачный) В дополнение к этому, возвращаемый массив является одномерным, где изображение имеет два измерения. По существу, изображение разматывается на ряд в одну длинную последовательность байтов. В данной ситуации нужно знать формат пикселя и ширину изображения, чтобы знать, где разбить последовательность на каждую строку. Приведенная таблица (Рис.1) показывает индекс, тип цвета и значения для сетки 3x3 белых пикселей. Ширина изображения равна 3, высота изображения равна 3, формат пикселя составляет 24 bppRGB, а «шаг» изображения равен 9. «Шаг» означает ширину изображения в байтах, а не только в пикселях.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
B	G	R	B	G	R	B	G	R
255	255	255	255	255	255	255	255	255
9	10	11	12	13	14	15	16	17
B	G	R	B	G	R	B	G	R
255	255	255	255	255	255	255	255	255
18	19	20	21	22	23	24	25	26
B	G	R	B	G	R	B	G	R
255	255	255	255	255	255	255	255	255

Рис.1 Индекс, тип цвета, значения для сетки 3x3

Каждый пиксель определяется тремя байтовыми значениями, шаг для изображения шириной 3 пикселя составляет $3 * 3 = 9$. Глядя на таблицу, видим, что для среднего пикселя (1,1) индексы составляют 12, 13 и 14.

Формула для расчета первой позиции индекса для пикселя (x, y): Индекс = (шаг * y) + (байт на пиксель * x). Например, первый (синий) индекс среднего пикселя: $(9 * 1) + (3 * 1) = 12$ или для пикселя в правом нижнем углу (2,2) индекс: $(9 * 2) + (3 * 2) = 18 + 6 = 24$. Делаем код для метода Set Pixel, который предполагает, что формат пикселя составляет 24 бита на пиксель RGB и что массив _imageBuffer заполнен данными из изображения. Он получает ширину шага изображения из BitmapData, возвращаемого методом Bitmap.LockBits.

Примеры результата:

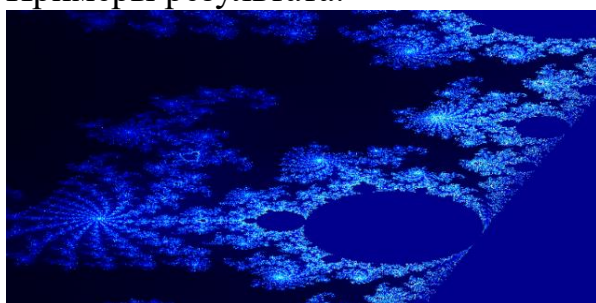


Рис.2 Построение и визуализация множества Мандельброта

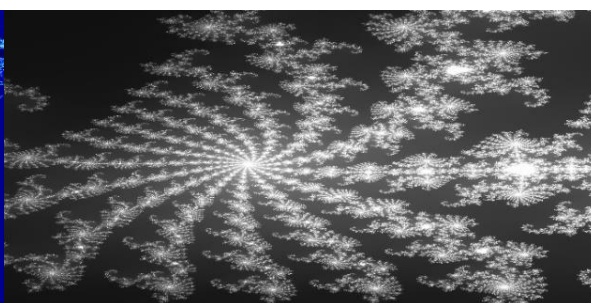


Рис.3 Построение и визуализация множества Жулиа

Выводы: Итак, в работе продемонстрировано, что метод используется при создании MSE, который создает довольно симпатичные фрактальные визуализации - довольно быстро благодаря многопоточности, несмотря на относительно небольшие усилия по оптимизации алгоритма.

Библиографический список

1. Множество Мандельброта [Электронный ресурс] . – Режим доступа до ресурсу: ru.wikipedia.org/wiki/Множество_Мандельброта
2. .NET Threadpool starvation, and how queuing makes it worse [Электронный ресурс] . – Режим доступа до ресурсу: labs.criteo.com/2018/10/net-threadpool-starvation-and-how-queuing-makes-it-worse/
3. Bitmap.SetPixel(Int32, Int32, Color) Method [Электронный ресурс] . – Режим доступа до ресурсу: docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.drawing.bitmap.setpixel?view=dotnet-plat-ext-3.1
4. Залевська О.В. Дослідження розвитку фрактального процесу при зміні базового трикутника //В.В.Ванін, О.В.Залевська / Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б.Хмельницького. – Мелітополь, 2016. – Вип. 6. – С. 25-29 Доступ: <http://magazine.mdpu.org.ua/index.php/spm/issue/archive>

ПОБУДОВА ПОЛОЖЕННЯ ТОЧКИ З ВІД'ЄМНИМИ КООРДИНАТАМИ ВІДПОВІДНО ДО ЕПЮРА МОНЖА

Юрчук В.П., д.т.н., проф.,
Козловський А.Г., магістр,
Муханова Є.Є., студент,
Сенченко Є.Ю., студент.

Національний Технічний Університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
(Україна, м. Київ)

Ключові слова – комплексні координати точки, епюр Гаспара Монжа, побудова точки в просторі, лінії зв'язку, обернена побудова, точки з від'ємними координатами, октанти розміщення точок,

Анотація – Завжди, при проведенні перших лекцій, студенти цікавляться як будувати точки в різних октантах, коли виникають питання з від'ємними координатами. Тому досить цікавим є методологія побудови даних точок, оскільки вона сприяє розвитку просторової уяви студентів та становленню їх як науковців.

Постановка проблеми – В літературі, якщо зустрічається вказана побудова, то дуже у скороченому, тобто спрощеному виді, (майже не зустрічається у сучасній літературі така побудова). Побудова точки з від'ємною координатою z зустрічається, а з координатами x та y в методичній літературі зустрічається дуже рідко, а якщо зустрічається то у старих підручниках.

Аналіз останніх досліджень – побудова точки з від'ємними координатами є досить складною, оскільки пов'язана з тим, що координата y на епюрі Гаспара Монжа **розрізається** на дві інших осі x та z , тобто стає на них від'ємною. А комплексна побудова точок з від'ємними координатами на всіх площинах та у всіх октантах не зустрічається у самих відомих книгах з нарисної геометрії [1].

Методологія побудови точок міститься в наступному:

- 1) Перед початком побудови потрібно позначити на епюрі Монжа від'ємні значення координат точок простору на позитивних напрямках координатних осей, а саме: x ($-y$); $+y_1(-z)$; $+y_3(-x)$; $+z$ ($-y$);
- 2) Далі побудову будемо проводити від найпростіших позитивних координат до від'ємних. Також побудову будемо проводити проти

годинникової стрілки, тобто так, як розміщені в просторі октанти – від I до IV;

- 3) Проаналізувавши положення точок на координатних площинах, можна

зробити важливий висновок, що лише осі x та z не змінюють свого положення, оскільки не **розрізаються** на епюрі Монжа.

- 4) Звідси зразу ж слідує, що за цими координатами завжди можна зробити побудову точок, (навіть від'ємних), на **фронтальній** площині проєкцій Π_2 – точок A_2 .

Так для демонстрації графічної побудови положення точок візьмемо одну і ту ж точку $A(15;20;25)$, але з різними знаками. При цьому, з метою спрощення, позначати будемо лише знаки, (знак $+$ чи знак $-$) оскільки величини координат залишаються незмінними, (Рис.1).

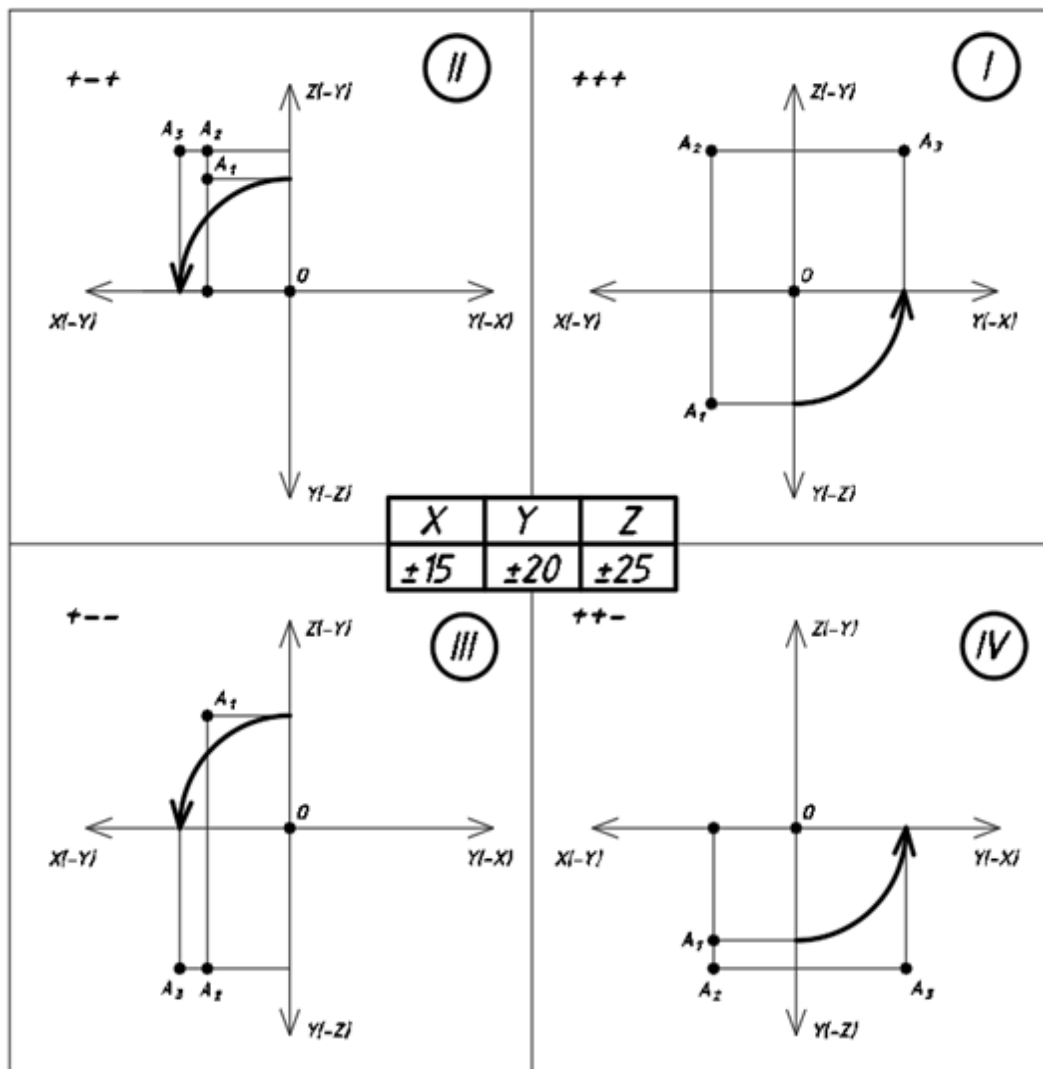


Рис. 1

Схема побудови точок з від'ємними координатами
проекційним методом

Тоді у I октанті точку $A(+,+,+)$ досить просто побудувати, можна навіть почати з горизонтальної проекції на Π_1 . А от при побудові точки у II октанті $A(+,-,+)$ необхідно відкладати координату $-y$, яка збігається за напрямком з горизонтальною лінією зв'язку координати z . Тобто ми отримуємо дві горизонтальних лінії, а самої точки A_3 знайти не зможемо знайти, оскільки ці лінії паралельні між собою. Ось тут нам необхідно робити дію, яка обернена епюру Гаспара Монжа, тобто **з'єднати** вісь y , перенісши координату $-y$ на вісь x , (Рис. 1).

Тоді вертикальна лінія зв'язку (координата $-y$) та горизонтальна лінія зв'язку (координата z) визначають положення точки A_3 . Таке перенесення, як і на епюрі Гаспара Монжа, зробимо проекційним методом, який наглядно демонструє перенесення координати y , використавши для побудови **потовщену** лінію, [2-7].

Цікавою також виявилась побудова положення точки в III октанті з координатами $(+,-,-)$, тобто від'ємними координатами $-y$ та $-z$. Ця побудова міститься в наступному: 1) Як відмічено раніше, спочатку будуємо проекцію A_2 за координатою $+x$ та від'ємною координатою $-z$ (Рис.1); 2) Після цього будуємо проекцію A_1 за двома від'ємними координатами $-y$ та $-z$; 3) Далі закінчуємо побудову проекцією A_3 .

Продовжимо побудову проекції точки у IV октанті з параметрами $(+,+,-)$:

1) Будуємо проекцію точки на Π_2 , яка, як було сказано раніше, на епюрі Монжа є базовою, тому що не змінює свого положення: це будуть координати $(+x)$ та $(-z)$; Для чого проводимо вертикальну та горизонтальну лінії зв'язку і будуємо проекцію $A_2(+x;-z)$;

2) А от при побудові профільної проекції точки (A_3) на площині Π_3 , координати точки y та $-z$ лежать на одній лінії зв'язку та є паралельними між собою, тому необхідно знову **з'єднувати** їх між собою, тобто проекційним методом переходити на іншу вісь – $A_3(+y;-z)$;

3) Далі будуємо горизонтальну проекцію точки A_1 .

Тоді алгоритм побудови точок з від'ємними координатами містить в наступному:

1. Будуємо фронтальну проекцію заданої точки A_2 за координатами x та z , які не змінюють свого положення, тобто умовно **не розрізаються** і завжди можуть бути побудовані;
2. А для побудови двох інших проекцій A_1 та A_3 **з'єднуємо** вісь y , тобто з осі $(y;-x)$ **переносимо** координату y на профільну проекцію, виконуючи дію, яка обернена епюру Монжа;
3. **Переносимо** координату x ($-y$) на z ($-y$), що містить значну складність цієї методики, і яку бажано (для демонстрації студентам), переносити проекційним методом;
4. **Проводимо** горизонтальну лінію зв'язку, яка перетинаючись з вертикальною лінією зв'язку, визначає положення проекції точки на профільній площині проекцій $A_3(-y;-z)$.

Висновки: Складність всієї побудови міститься в побудові координати $(-y)$, яка розділяється на два різних напрямки: $x(-y)$ та перпендикулярний до нього напрямок $z(-y)$, оскільки вісь y **розрізається** на площини проєкцій Π_1 та Π_3 . Як видно з побудови, точка перемістилась з октанта в октант.

Самою цікавою стала побудова положення точки з від'ємною координатою y , яка на епюрі Монжа присутня на всіх осях, оскільки збігається з віссю x на Π_1 та z на Π_3 : $+x(-y)$; $+z(-y)$;

Побудова точки з від'ємною координатою y : $A(x; -y; z)$

1) **Будуємо** фронтальну проєкцію $A_2(x; z)$, а проєкцію $A_3(x; -y)$ не можемо знайти, оскільки від'ємна координата y створює вертикальну лінію зв'язку, яка паралельна вертикальній лінії зв'язку A_2A_1 ;

2) **Будуємо** профільну проєкцію $A_3(-y; z)$, за допомогою від'ємної координати $(-y)$, будуючи вертикальну лінію зв'язку $A_3(-y; z)$.

Алгоритм побудови проєкцій точок у I та IV октантах міститься в наступному:

1) Якщо координата $(+y)$ – додатня, то проєкційним методом будуються проєкції просторових точок $A_2 \rightarrow A_1 \rightarrow A_3$ (хоча в цьому випадку можна будувати і за відомим алгоритмом $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3$);

2) А якщо координата $(-y)$ має від'ємне значення, то відповідно, будуються проєкції точок $A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_1$;

Примітка: координату $(-y)$ на осі $x(-y)$ також отримуємо проєкційним методом, що наглядно демонструється на рис. 1;

Бібліографічний список

1. Антонов Е. К., Комплексный чертеж в судостроении [Текст]: учебное пособие: в 2 ч. / Е. К. Антонов. – Николаев : НКИ, 1988. Ч. 1. – 86 с.; 1989. Ч. 2. – 84 с.
2. Борисенко В.Д. Нарисна геометрія [Текст]: навчальний посібник / В. Д. Борисенко, О. Г. Бідніченко, В. Ю. Кремсал. – Миколаїв: Дизайн і поліграфія, 2007. – 192 с.
3. Бубенников А. В. Начертательная геометрия [Текст] / А. В. Бубенников. – М. : Высшая школа, 1985. – 288 с.
4. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] : підручник / В.Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І.А. Скидан ; за ред. В. Є. Михайленка. – 3-тє вид.; перероб. – К. : Слово, 2011. – 352 с.
5. Кириченко, А.Ф. Теоретичні основи інженерної графіки [Текст] : підруч. для вищ. техн. навч. закл. / А.Ф. Кириченко. – К. : Професіонал, 2004. – 496 с.
6. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии [Текст] / О.В. Локтев. – М. : Высшая школа, 1985 – 136 с.
7. Михайленко В. Е. Инженерная графика [Текст] : учеб. для вузов / В. Е. Михайленко, А. М. Пономарев. – К. : Вища школа, 1990. – 303 с.

ЗМІСТ

ДО 90-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ПРОФЕСОРА АНАТОЛІЯ МИКОЛАЙОВИЧА ПОДКОРИТОВА.....	3
DESIGNING PARAMETERS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS AND EQUIPMENT FOR PRODUCTION OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS Volodymyr Vanin, D.S., Professor, Aleksandr Kolosov, D.S., Professor, Aleksandr Gondlyakh, D.S., Professor, Volodymyr Sivetskii, Ph.D., Professor, Elena Kolosova, Ph.D., Assistant Professor,.....	5
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІКИ МАНІПУЛЯТОРІВ Янчевський І.В., докт. фіз.-мат. наук, професор, (науковий керівник) Жуковська А.О., студентка	9
СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТИЧНИХ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ ПЕРЕРІЗІВ КРИЛА ЛІТАКА НА ЕТАПАХ ВИРОБНИЦТВА Козлов С.О., інженер	11
ОДИН З НАПРЯМІВ РОЗВІТКУ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ Білицька Н.В., к.т.н., доцент, Гетьман О.Г., к.т.н., доцент	16
РОЗПІЗНАВАННЯ РУКОПИСНИХ ЦИФР Десницький О.М., студент; Колосова О.П., доцент, канд. техн. наук.	22
НЕТРАДІЦІЙНІ МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ Коломийчук Н.М., старший викладач, Миколайчук В.В., студент.....	27
ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ "ТИПОВІ ЕЛЕМЕНТИ ДЕТАЛЕЙ. НАРІЗЬ" З КУРСУ "ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА" Баскова Г.В., ст. викладач, . Колосова О.П., к.т.н., доцент, Криницький П.К., студент.	31
ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ FDM ПРИНТЕРІВ ДЛЯ ПРОСТОРОВОГО ДРУКУ ПОЛІМЕРНИХ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ Олексишен В.О., аспірант , Колосов О.Є., д.т.н., професор, Сокольський О.Л., к.т.н., доцент	35
AUTOCAD РОБОТА З ТЕКСТОВИМИ НАПИСАМИ Міхлевська Н.В., старший викладач, Колінько І.О., студент	39
МИСЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ОБРАЗАМИ – ЗАПОРУКА РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ Білицька Н.В., к.т.н., доцент Коваль Г. М., к.т.н., доцент Тітов Г.В., студент Наменюк П.Я., студент.....	43
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОБЕРТАННЯ У ВЕРТИКАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ ДВОХ РОЗНЕСЕНИХ ВАНТАЖІВ Куценко Л. М., д.т.н., проф. Ковальов О. О., к.т.н., доц. Поліванов О. Г. ад'юнкт.....	48
ТЕНДЕНЦІЇ СФЕРИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ 3D ГРАФІКИ Бородай А.М., студентка, Ванін В.В., д.т.н., професор, Грубич М.В., аспірантка Кузнецов Ю.М., д.т.н., професор.	53

КОНСТРУЮВАННЯ ФОРМИ ЗУБА КОВША ЗЕМЛЕРИЙНОЇ МАШИНИ	
Грубич М.В., аспірантка, Кувшинов О. В., студент, Ванін В.В., д.т.н., професор, Макаренко М.Г., к.т.н., доц., НАУ, Макаров В. І., к.т.н., доц., НАУ.	57
РОЗРОБКА СКЛАДАЛЬНОЇ ОДИНИЦІ КАТЕТЕРА ВНУТРІШНЬОВЕННОГО ДЛЯ СТУДЕНТІВ ФБМІ	
Кантур М. І., студентка, Голова О.О., к.т.н., Воробйов О.М., старший викладач, Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.	61
ПРОЦЕСИ, ЩО ВИНΙΚАЮТЬ ПРИ ДЕФОРМАЦІЇ ОПТИЧНОГО ВОЛОКНА	
Надкернична Т.М., старший викладач, Дмитрієнко О.С., студентка.....	64
КНИЖКОВА ГРАФІКА — ЯК ЗАСІБ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ	
Надкернична Т.М., старший викладач, Романенко А.К.	68
ПОРІВНЯННЯ FUSION 360 ТА AUTOCAD ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У НАВЧАЛЬНИХ ТА ПРОФЕСІЙНИХ ЦІЛЯХ	
Надкернична Т.М., старший викладач, Сіряк Т. В., студентка.....	71
РОЗРОБКА СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ РІВНЯ МІКРОПЛАСТИКУ В ОРГАНІЗМІ	
Вінічук А.С., студентка, Голова О.О., к.т.н., Воробйов О.М., старший викладач, Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.....	75
ФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЛОМАННЫХ ЗУБЬЕВ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ШЕСТЕРЕН ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКОЙ	
Козулин С. М., к.т.н., Подыма Г. С., старший преподаватель,	78
ЗУБОТЕХНІЧНІ ШТИФТИ: НЕДОСКОНАЛІСТЬ МЕТАЛЕВИХ ТА МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КЕРАМІЧНИХ	
Подима Г.С., старший викладач, Вілінська О.А., студентка.	82
ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗВ'ЯЗКУ ДЕЯКИХ МЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ	
Волочнюк М.В., студент, Гетьман О.Г., к.т.н., доцент, Білицька Н.В., к.т.н., доцент.....	84
ДОСВІД ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З РОЗВИТКУ ПОПУЛЯРНOSTІ САЙТУ КАФЕДРИ	
Гагарін О.О., к.т.н., доцент Герасимик І.П., студент.....	89
ПОБУДОВА КОНСТРУКЦІЇ ШЕСТЕРЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ АРХІМЕДОВОЇ СПРАЛІ	
Крикун Є. Є., студент, Муханова О.Є., студентка, Листопадова В.В. , к.ф-м.н., доцент. Юрчук В.П., д.т.н., професор.....	94
ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ДЕЯКИХ ПОВЕРХОНЬ МЕТОДОМ ЕКСЦЕНТРИЧНИХ СФЕР	
Данилов В.О., студент, Гетьман О.Г., к.т.н., доцент, Білицька Н.В., к.т.н., доцент.....	98
ОБЧИСЛЕННЯ ВИЗНАЧЕНИХ ІНТЕГРАЛІВ ЗА ФОРМУЛОЮ СІМПСОНА В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD	
Луданов Д.К., ст. викладач, Подима Г.С., ст. викладач, Шестаковська І.В., студентка.	102

РОЗВ'ЯЗАННЯ СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ЕЙЛЕРА У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD	
Луданов Д.К., ст. викладач, Подима Г.С., ст. викладач, Керімова Р.М., студентка.....	105
ІНТЕРПОЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD МЕТОДАМИ ЛАГРАНЖА І НЬЮТОНА	
Луданов Д.К., ст. викладач, Подима Г.С., ст. викладач, Чернецький Д.М., студент.....	109
ДОСЛІДЖЕННЯ АПРОКСИМАЦІЇ ФУНКЦІЇ ТА ЇЇ ПЕРШОЇ ПОХІДНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОЛІНОМА ЛАГРАНЖА У ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ MATHCAD	
Луданов Д.К., ст. викладач, Подима Г.С., ст. викладач, Дорошенко М.В., студентка.....	111
ГЕОМЕТРИЧНИЙ ЗМІСТ МЕТОДУ МНОЖНИКІВ ЛАГРАНЖА	
Авдієнко М.О., студентка, Яблонський П.М., к.т.н., доцент	116
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПОВЕРХНІ КРАПЛІ РІДИНИ (ВОДИ) В ЕКСПЕРИМЕНТАХ З ЕФЕКТОМ ЛЕЙДЕНФРОСТА	
Швачко Є.О., студент, Яблонський П.М., к.т.н., доцент.....	121
НОВА КОНСТРУКЦІЯ УНІВЕРСАЛЬНОЇ САДОВО-ГОРОДНИЦЬКОЇ МАШИНИ	
Юрчук В.П., д.т.н., професор, Козловський А.Г., магістр, Півень Н.В., ст. викладач, Березницький Н.О., студент, Чередниченко В.І., студент	126
ДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ «КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА	
Пелеванюк І.Д., студент., Залевський С.В., к.т.н., доцент.	130
ПЕРШИЙ ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЕМБЛЕМИ ІНСТИТУТУ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (ІАТ)	
Коробко І.В., д.т.н., професор, Юрчук В.П. д.т.н., професор, Скорняков В.А., студент.....	133
3D МОДЕЛЮВАННЯ ТА ГРАФІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АРХІТЕКТУРІ	
Гумен О.М., д.т.н., професор, Качковський І.О., студент, Хорошко І.В., студент	137
ШКОДА АБО КОРИСТЬ ЇЇ З МІКРОХВИЛЬОВОЇ ПЕЧІ	
Селіна І.Б., ст.викладач, Козюк І.М., студентка	140
ВИЗУАЛІЗАЦІЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ФРАКТАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	
Залевская О.В., к.т.н., Мирошниченко И.В., Крижановская О.В., студентка	143
ПОБУДОВА ПОЛОЖЕННЯ ТОЧКИ З ВІД'ЄМНИМИ КООРДИНАТАМИ ВІДПОВІДНО ДО ЕПЮРА МОНЖА	
Юрчук В.П., д.т.н., проф., озловський А. Г., магістр, Муханова Є. Є., студент, Сенченко Є. Ю., студент.....	147

Алфавітний покажчик

Aleksandr Gondlyakh	5	Коробко І.В.	133
Aleksandr Kolosov	5	Крижановская О.В.	143
Elena Kolosova	5	Крикун Є. Є.	94
Volodymyr Vanin	5	Кувшинов О. В.	57
Авдієнко М.О.	116	Кузнецов Ю.М.	53
Баскова Г.В.	31	Куценко Л. М.	48
Березніцький Н.О.	126	Лазарчук-Воробйова Ю.В.	61, 75
Білицька Н.В.	16, 43, 84, 98	Листопадова В.В.	94
Бородай А.М.	53	Луданов Д.К.	102, 105, 109, 111
Ванін В.В.	53, 57	Макаренко М.Г.	57
Вілінська О.А.	82	Макаров В. І.	57
Вінічук А.С.	75	Миколайчук В.В.	27
Волочнюк М.В.	84	Мирошниченко І.В.	143
Воробйов О.М.	61, 75	Міхлевська Н.В.	39
Гагарін О.О.	89	Муханова Є.Є.	147
Герасимик І.П.	89	Муханова О.Є.	94
Гетьман О.Г.	16, 84, 98	Надкернична Т.М.	64, 68, 71
Голова О.О.	61, 75	Наменюк П.Я.	43
Грубич М.В.	53, 57	Олексишен В.О.	35
Гумен О.М.	137	Пелеванюк І.Д.	130
Данилов В.О.	98	Півень Н.В.	126
Десницький О.М.	22	Подима Г.С.	82, 102, 105, 109, 111
Дмитрієнко О.С.	64	Подыма Г. С.	78
Дорошенко М.В.	111	Поліванов О. Г.	48
Жуковська А.О.	9	Романенко А.К.	68
Залевська О.В.	143	Селіна І.Б.	140
Залевський С.В.	130	Сенченко Є.Ю.	147
Кантур М. І.	61	Сіряк Т. В.	71
Качковський І.О.	137	Скорняков В.А.	133
Керімова Р.М.	105	Сокольський О.Л.	35
Коваль Г. М.	43	Тітов Г.В.	43
Ковальов О. О.	48	Хорошко І.В.	137
Козлов С.О.	11	Чередниченко В.І.	126
Козловський А.Г.	126, 147	Чернецький Д.М.	109
Козулин С. М.	78	Швачко Є.О.	121
Козюк І.М.	140	Шестаковська І.В.	102
Колінько І.О.	39	Юрчук В.П.	94, 126, 133, 147
Коломийчук Н.М.	27	Яблонський П.М.	116, 121
Колосов О.Є.	35	Янчевський І.В.	9
Колосова О.П.	22, 31		