

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

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»
ПРИСВЯЧЕНОЇ 100-РІЧЧЮ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ
ПРОФЕСОРА ПАВЛОВА А.В.

25 – 26 квітня 2019 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 фізико-математичного факультету (ФМФ) – голова програмного комітету конференції.
2. Киричок Петро Олексійович, д.т.н., професор, проректор з науково-педагогічної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського - співголова організаційного комітету конференції.
3. Кузнєцов 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.
4. Колосов О.Є., заслужений винахідник України, академік Академії наук вищої освіти України, д-р техн. наук, с.н.с., професор каф. ХПСМ.
5. Юрчук Володимир Петрович, д.т.н., професор кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ – заступник голови програмного комітету конференції.
6. Вірченко Геннадій Анатолійович, д.т.н., професор кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ.
7. Гумен Олена Миколаївна, д.т.н., професор кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ.
8. Гнітецька Галина Омелянівна, к.п.н., в. о. завідувача кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ.
9. Яблонський Петро Миколайович, к.т.н., доцент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ФМФ.
10. Пилипака Сергій Федорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри прикладної геометрії та графіки Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Збірник доповідей 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». – Випуск 8. 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, 2019*

© КПІ імені Ігоря Сікорського

Шановні друзі!



Формування творчого молодіжного середовища є найважливішим завданням кожного суспільства. Саме творча молодь визначає майбутнє держави, її розвиток, рівень життя її громадян, авторитет у світі. Саме така молодь спроможна створювати нові інноваційні технології та обладнання для їх реалізації, знайти ефективні рішення на виклики нашого сторіччя.

Прикладна геометрія, як наука, створює базу для моделювання різноманітних явищ, процесів, машин і механізмів. Саме з геометрії починається створення моделей виробів.

Комп'ютерна реалізація таких моделей є основою для розробки як самих виробів, так і технології їх виготовлення.

Ще М. Ломоносов наголосив, що «Геометрія – керманіч усіх розумових пошуків».

Ми присвячуємо конференцію сторіччю Анатолія Володимировича Павлова, засновника наукової школи кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника ВШ, академіка АН ВШ України, видатного вченого та педагога. Розроблена професором Павловим А.В та його учнями теорія геометричного моделювання була втілена в розробку різноманітних виробів від космічного багаторазового корабля «Бурана» та літаків до екологічних знарядь сільського господарства.

Вітаю Вас, дорогі друзі та бажаю успіхів в роботі конференції.

Декан фізико-математичного факультету,
доктор технічних наук, професор,
заслужений працівник народної освіти України,
академік АН ВО України

В.В. Ванін

ВІДГУК НА УЧАСТЬ В ПРОГРАМІ ОБМІНУ ERASMUS+

Козловський А.Г., магістрант.

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

***Анотація** – розглянуто засади навчання за програмою обміну студентами Erasmus+ у порівнянні з традиційним навчанням в нашому університеті. Висвітлено відмінності, наведено переваги та недоліки системи навчання закордонного ВНЗ. Запропоновано шляхи удосконалення процесу навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського на основі здобутих знань, постановці, організації та проведенні освітнього процесу викладачами іноземного університету. В основу перспектив розвитку факультетів КПІ ім. Ігоря Сікорського у майбутньому було покладено принципи покращеного сприймання та засвоєння студентами матеріалу, використання інтерактивного підходу, групової форми навчання, положень про ефективність та оновлену методик викладання з використанням сучасних технічно-інформаційних засобів навчання.*

***Ключові слова** – відгук, програма обміну, Erasmus+, Гронінгенський університет, м. Гронінген, Rijksuniversiteit Groningen, КПІ ім. Ігоря Сікорського, шляхи покращення підготовки фахівців, технічно-інформаційні засоби навчання, програми обміну, нові предмети, навчальний процес.*

Про програму Erasmus+ я дізнався наприкінці четвертого курсу. Відразу вирішив спробувати себе в цій програмі, але запис на наступний семестр було вже закрито. Тому подав документи на участь в обміні студентами восени, і в другому семестрі п'ятого курсу навчався у Гронінгенському університеті (Rijksuniversiteit Groningen – RUG [1]).

RUG – один з найстаріших університетів Нідерландів. Його заснували в 1614 р. – другим після Лейденського, який було відкрито в 1575 р. Університет входить в ТОП 100 світових та ТОП 25 університетів Європи. У ньому навчається більше 30 тисяч студентів, причому кожний п'ятий – іноземець. Університет відомий на весь світ не лише завдяки високому рівню навчання, але й через участь у багатьох програмах обміну з країнами Європи, Північної та Південної Америки, Близького та Далекого Сходу. Місто Гронінген, де знаходиться університет, невелике – близько 200 тис. жителів, з яких приблизно чверть – студенти.

Потрібно зазначити, що RUG – добре фінансово забезпечений з боку держави (кошти, що надходять від студентів за навчання, теж відіграють

неабияку роль). Студенти, навчаючись в RUG, мають змогу реалізувати практично всі задуми і виконувати найрізноманітніші наукові дослідження, зокрема в науково-технічній сфері. Відповідні лабораторії оснащені верстатами з ЧПК та численною дослідною апаратурою.

Розташування корпусів RUG нагадує КПІ ім. Ігоря Сікорського. Гуртожитки розташовані так, що дістатися від одного до іншого на велосипеді можна за 5–20 хвилин. До речі, на велосипедах їздять там практично всі – і жителі міста, і студенти.

В університеті є 9 факультетів, у тому числі факультети мистецтв, філософії, права. Я навчався на факультеті науки та інженерії. Предмети для вивчення можна було обирати самостійно. Я вибрав ті, які були ніби продовженням мого навчання і могли бути корисними для написання магістерської дисертації:

- сучасне виробництво полімерів;
- комп'ютерна візуалізація;
- аналіз та контроль розумних систем;
- сучасні процеси та технології енергетики;
- складні системи в інженерії;
- міцність конструкцій.

Заняття проводилися англійською мовою. Мій рівень підготовки, у тому числі мовної, був цілком достатнім для засвоєння нового матеріалу, читання підручників, написаних самими викладачами університету, а також спілкування з викладачами і студентами.

Форма проведення пар виражена у лекційних та практичних заняттях. Цікавою особливістю навчання в RUG було те, що лекції з певних питань проводили провідні інженери-практики з виробництва, наприклад, полімерів. Такі зв'язки університету з промисловими підприємствами, безумовно, покращують практичну підготовку фахівців.

Щодо практичних занять, виконання поставлених завдань відбувається у групах. Безумовно, присутні індивідуальні заняття, але у зв'язку з короткою тривалістю семестру (біля восьми-десяти тижнів), видають їх від двох і до десяти, тобто на кожне заняття. Кількість завдань залежить від складності і часу витраченого на їх виконання (викладач зразу говорить за скільки часу можливо виконати завдання, наприклад, від чотирьох годин і до восьми) та часу між парами.

Цікавим фактором є також те, що студенти мають право обирати будь-яку кількість предметів і також не здавати їх. Головним чинником у процесі закордонного навчання є не оцінки, а кількість кредитів, здобутих після здачі екзамену чи підсумкового контролю. Так, для проходження на наступний семестр студенти повинні отримати 20 кредитів за семестр або 80 кредитів за рік.

Цікавою була форма проведення практичних занять, на яких вирішення певних проблем з дисципліни "Складні системи в інженерії" навчальну групу розділяли на маленькі підгрупи (по 2-3 студенти). Метою

даного курсу було написання роботи (assignment) на тему створення комплексної технічної системи з описом головних складових та представленням її основних функціоналів (у вигляді схем стандарту IDF0). Це могла бути система для очищення морського дна, яка включає акваробот, транспортування та базу управління, автозаправна електрична станція (станція для зарядки електромобілів електролітами), система для створення штучного острова та ін.

До речі, майже вся практична цінність навчання базується на написанні assignments (40-80 сторінок) на основі проведених досліджень чи інтернет пошуків за темою, що видається на першому практичному занятті.

Що мені не дуже сподобалось, так це те, що нам, студентам, давали роздруковки із завданнями, які необхідно було виконати, і при цьому не пояснювали на прикладах, як це робити – тільки написана умова і завдання. Завдання оцінювалися за правильну відповідь, і не завжди за спосіб їх вирішення. Хоча завдання не були дуже важкими, але для швидкого та правильного їх вирішення необхідно було самостійно опрацювати багато матеріалу. У нашому університеті, на мій погляд, практичні роботи більше пояснюються викладачами, які звертають увагу на хід та спосіб розв'язання. Тому слід цінувати методику викладання в нашому університеті, де практику часто проводять досвідчені викладачі – лектори, а не молоді аспіранти.

Навчатись було цікаво, але на екзаменах було важко. Дуже багато матеріалу виносить на самостійне опрацювання. Бувало, що викладач не встигав на практичних заняттях перевірити домашні завдання у всіх студентів і виконати все заплановане, що виносить на колективне опрацювання на парі.

Звичайно, навчаючись у Гронінгені, я часто згадував свою альма-матер – КПІ ім. Ігоря Сікорського – і порівнював навчання там і тут. На цій основі дійшов певних висновків щодо того, як можна було б покращити підготовку фахівців у нашому університеті:

- Вважаю, слід ввести нові предмети, враховуючи результати опитування студентів щодо актуальності вивченого матеріалу.
- Слід ширше використовувати комп'ютерні та сучасні технічно-інформаційні засоби навчання, шукати нові способи заохочення до навчання, насамперед з використанням візуальних засобів викладання.
- Варто залучити представників з фірм та заводів для розкриття основних практичних проблем у сферах, що вивчаються студентами.
- Потрібно збільшити кількість місць для обміну за кордоном, при цьому ввести систему обміну студентами в інші університети – як закордонні, так і українські.
- Необхідно також ввести/збільшити заняття на виробництвах та інших установах (відповідно до спеціальності), щоб студенти застосовували набуті на лекційних заняттях теоретичні знання на практиці.

Зауважу також, що студенти, побувавши на навчанні у провідних закордонних університетах, повертаються переповнені враженнями, задумами. Тому дуже важливо підтримати їх після "європейського культурного шоку" і допомогти їм правильно спрямувати свою енергію, вкласти її в розвиток кафедри, університету, в перспективу країни, зробити так, щоб у нас було краще, ніж у сусідів з Європи.

Хочу також звернутися до студентів молодших курсів: не гайте часу, використовуйте усі можливості для власного розвитку. В нашому університеті можна навчитися технічно мислити і на високому рівні вирішувати завдання, які виникають перед фахівцями. Це дуже знадобиться в подальшій професійній діяльності.

Слід також розуміти, що викладачі обмежені навчальними програмами, які часто мають скорочену кількість годин, через що можуть ознайомити студентів з методами розв'язання саме базових навчальних задач. А щоб стати дійсно висококваліфікованим фахівцем, необхідно не лише сумлінно навчатися, але й працювати самостійно – вміти знаходити найголовніше і найцікавіше з того, що нам дають, і поглиблено його вивчати. І, звичайно, варто користатися можливостями, які дають програми обміну студентами, брати участь у відповідних конкурсах, перемагати і поглиблювати знання у закордонних університетах.

Зараз студентів потрібно не просто навчати, потрібно підбирати нові підходи, шукати способи заохочення до навчання, насамперед, з використанням візуальних засобів викладання, таких як презентації та цікаві фрагменти відеоматеріалів за темою, що вивчається. Так, для мотивації студентів, викладач показав відео симуляції падіння реального літака Boeing 727 в пустелі [2] в кінці заняття.

Щодо перебування в іноземній країні, слідуванні її традицій, святкування її свят (наприклад, Koningsdag /k o n i n s d a h/ – день (народження) Короля), смакуванні традиційної їжі, різних видів сиру, подорожей, катанні на велосипеді по всій країні, вечірок та багато іншого – то Голландія – це дійсно передова країна, перебуваючи в якій кожний сам обирає що йому до вподоби і чия компанія йому краще підходить, адже там багато-багато іноземців з країн усього світу, у тому числі native speakers, що допоможуть вам вивчити англійську ще краще!

Насамкінець висловлюю величезну вдячність викладачам Гронінгенського університету за набуті знання та навички, а програмі Erasmus+ – за можливість провести семестр за кордоном!

Бібліографічний список

1. University of Groningen [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.rug.nl/?lang=en>
2. Plane Crash Boeing 727 - HD Crash Test [Електронний ресурс] . – Режим доступу до ресурсу: https://www.youtube.com/watch?v=kJZ1eHU_JZg

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО РІВНЯННЯ КОЛА, ЗАДАНОГО ТРЬОМА ТОЧКАМИ

Коваль Г.М., к.т.н., доцент,

Александрова Д.С., студентка

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

Анотація – В статті описано спосіб визначення параметричного рівняння кола, заданого трьома точками. Для цього в проєктивній системі координат визначається рівняння кривої другого порядку, яка проходить через три задані точки, які приймаємо за три базисні точки проєктивної системи. Невідомі коефіцієнти отриманого рівняння визначаємо за допомогою проєктивних координат циклічних точок площини, після чого за допомогою формул переходу з проєктивної в афінну систему координат отримуємо шукане параметричне рівняння кола, заданого трьома точками.

Ключові слова – параметричне рівняння кола, заданого трьома точками; параметричне рівняння дуги кола, заданої трьома точками; циклічні точки площини, проєктивна система координат.

Постановка проблеми. При геометричному моделюванні плоских обводів зустрічаються ділянки, які можуть бути описані як дуги кола. При цьому зручно використовувати рівняння дуги, яка задана трьома точками, записане в параметричному вигляді.

Аналіз останніх досліджень. В аналітичній геометрії існують багато способів завдання рівнянь кривих другого порядку. Так, наприклад, для всіх конічних перерізів існують канонічні рівняння [1,2], для еліпса, параболи та гіперболи – векторно-параметричні [3,4]. В [1] наведене рівняння кола, заданого трьома точками:

$$\begin{vmatrix} x^2 + y^2 & x & y & 1 \\ x_1^2 + y_1^2 & x_1 & y_1 & 1 \\ x_2^2 + y_2^2 & x_2 & y_2 & 1 \\ x_3^2 + y_3^2 & x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

Формулювання цілей. Визначити параметричне рівняння кола, заданого трьома точками.

Основна частина. В проєктивній системі координат (рис.1) параметричне рівняння кривої другого порядку має вигляд:

$$\begin{aligned}\rho x_0 &= a_0 + a_1 t + at^2 \\ \rho x_1 &= b_0 + b_1 t + bt^2 \\ \rho x_2 &= c_0 + c_1 t + ct^2.\end{aligned}\quad (1)$$

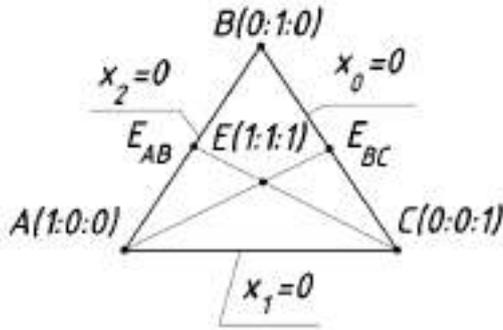


Рис. 1. Проективна система координат

При умові, що крива (1) проходить через точки A , B і C проективної системи координат та має в цих точках параметр t , який дорівнює відповідно 0 , 1 і ∞ , рівняння (1) спрощується:

$$\begin{aligned}\rho x_0 &= a(1-t) \\ \rho x_1 &= bt \\ \rho x_2 &= t(t-1).\end{aligned}\quad (2)$$

Для визначення невідомих коефіцієнтів отриманого рівняння підставимо в рівняння (2) координати циклічних точок площини [5]

$$\begin{aligned}\rho x_0 &= vw(y_{CB} \pm ix_{CB}) \\ \rho x_1 &= w(y_{AC} \pm ix_{AC}) \\ \rho x_2 &= v(y_{BA} \pm ix_{BA}),\end{aligned}\quad (3)$$

де $y_{CB} = y_C - y_B$, $x_{CB} = x_C - x_B$, $y_{AC} = y_A - y_C$, $x_{AC} = x_A - x_C$,
 $y_{BA} = y_B - y_A$, $x_{BA} = x_B - x_A$, $v = -AE_{AB} / BE_{AB}$, $w = -vBE_{BC} / CE_{BC}$.

Тоді рівняння кола, заданого трьома точками, в проективній системі координат приймає вигляд:

$$\begin{aligned}\rho x_0 &= vwc(1-t) \\ \rho x_1 &= wat \\ \rho x_2 &= vbt(t-1),\end{aligned}\quad (4)$$

де $a = x_{AC}^2 + y_{AC}^2$, $b = x_{BA}^2 + y_{BA}^2$, $c = x_{CB}^2 + y_{CB}^2$.

При $0 \leq t \leq \infty$ рівняння (4) визначає дугу ABC кола.

Неявне рівняння кола (4) в проективній системі координат має вигляд:

$$wax_0x_2 + vbx_0x_1 + vcx_1x_2 = 0.$$

За допомогою формул переходу від проективної системи координат до афінної [6] запишемо в афінній системі координат шукане параметричне рівняння кола, заданого трьома точками (при $0 \leq t \leq \infty$ це рівняння є рівнянням дуги ABC):

$$r = \frac{r_C bt^2 + (ar_B - cr_A - br_C)t + cr_A}{bt^2 + (a - c - b)t + c}.\quad (5)$$

Рівняння прямих, дотичних до кола (5) в кінцевих точках дуги A та C мають відповідно вигляд:

$$y = k(x - x_A) + y_A, \text{ де } k = \frac{ay_{BA} + by_{AC}}{ax_{BA} + bx_{AC}},$$

та $y = k_1(x - x_C) + y_C, \text{ де } k_1 = \frac{ay_{CB} + by_{AC}}{ax_{CB} + bx_{AC}}.$

Координати центра $O(x_O; y_O)$ кола (5) та його радіус визначаються за формулами $x_O = \frac{x_C k - x_A k_1 - y_{AC} k k_1}{k - k_1}$, $y_O = \frac{x_{AC} + y_A k - y_C k_1}{k - k_1}$ та

$$R = \frac{\sqrt{(k^2 + 1)}}{k - k_1} (y_{AC} k_1 + x_{AC}).$$

В якості прикладу визначимо рівняння дуги ABC кола, заданого точками $A(0;0)$, $B(60;80)$, $C(120;0)$.

При цьому маємо: $a=14400$, $b=c=10000$ і параметричне рівняння кола (5) приймає вигляд

$$x = \frac{100(120t - 33,6)}{100t^2 - 56t + 100}t, \quad y = \frac{14400t}{100t^2 - 56t + 100}. \quad (6)$$

Рівняння дотичних до дуги кола в її кінцевих точках A та C мають відповідно вигляд: $y = -3.42857x$ та $y = 3.42857(x - 120)$.

Координати центра дуги $O(60;17.5)$, радіус $R=62.5$ і канонічне рівняння кола (6) приймає вигляд: $(x - 60)^2 + (y - 17.5)^2 = 62.5^2$.

Висновки. Описаний в статті спосіб дозволив визначити параметричне рівняння кола або його дуги, заданих трьома точками.

Бібліографічний список

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). М.: Наука, 1974. 832 с. с ил.
2. Александров П. С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. М.: Наука, 1979. 512 с. с ил.
3. Надолинный В. А. Аналитические методы в конструировании поверхностей. Учебное пособие. /Киев: КПИ, 1981. 43 с.
4. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. М.: Мир, 1982. 304 с.
5. Коваль Г.М. Конструирование рациональных кривых третьего порядка с заданными радиусами кривизны / Киев: КПИ, 1994. 6с. – Деп. в ГНТБ Украины 22.02.94, № 400 – Ук94.
6. Надолинный В.А. Основы теории проективных рациональных поверхностей /Автореферат дисс. ... докт. техн. наук, 05.01.01. – М., 1989. 30 с.

ВЕЛИКИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ХУДОЖНИК МИКОЛА КОРНИЛІЙОВИЧ ПИМОНЕНКО – НАШ КОЛЕГА

Гумен О.М., д.т.н., професор,
Селіна І.Б., старший викладач
*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(Україна, м. Київ)*

Ключові слова – кафедра нарисної геометрії інженерної та комп'ютерної графіки, художні виставки.

Анотація – висвітлюється життя та творчість видатного українського художника М.К. Пимоненка, який на початку 20-го століття працював у Київському політехнічному інституті на кафедрі, що нині має назву нарисної геометрії інженерної та комп'ютерної графіки. За роки праці у КПІ ним було створено багато художніх полотен. Картини художника знаходяться у різних музеях світу.

Постановка проблеми. Наша кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки має давню історію. Багато видатних та талановитих людей працює та працювало на кафедрі за всі роки, багато наукових творінь було створено тут, але окрім наукових викладачі створювали й глибоко художні творіння.



М.К. Пимоненко у майстерні

Тут треба згадати про такого видатного художника, який працював на початку 20-го століття на нашій кафедрі. Це Пимоненко Микола Корнилійович.

Основна частина. З дитинства він знаходився в середовищі творчого живопису. Його батько Корнилій Данилович Пимоненко споруджував вівтарі та розписував церкви. Вчителями малюнку та живопису у Миколи Пимоненка були такі видатні майстри, як М. Мурашко, Й. Будкевич. За період навчання у Петербурзькій академії мистецтв був нагороджений двома малими та однією великою срібними медалями.

З початку 20-го сторіччя він працює у Київському політехнічному інституті. За ці роки ним було створено багато художніх полотен, слід сказати, що він брав участь у розпису Володимирського собору і виконав образи Святої Анни та Миколи Мірлікійського та деякі образи на фронтоні, за що отримав орден Святої Анни III ступеню.

Микола Корнилійович був членом Товариства передвижників, тобто член пересувних художніх виставок, а також член Товариства мюнхенських художників і Паризького інтернаціонального союзу мистецтв та літератури.

У 1904 році Рада Імперської Академії мистецтв присвоїла йому звання академіка живопису. Микола Корнилійович – дуже багатогранна людина: живописець, портретист, педагог. На його полотнах та ескізах зображуються сцени побуту українського народу, народні обряди, сцени місцевого життя Києва. Це такі картини як «Святочні гадання», «Сінокіс», «Київська квіткарка».



Сінокіс



Святочні гадання

Помер М. К. Пимоненко у березні 1912 р., похований на Лук'янівському цвинтарі у Києві.

На пам'ятній виставці в Академії мистецтв експонувалося 184 картини, 419 етюдів, 112 малюнків олівцем. Вся його спадщина налічує більше 1000 робіт, серед яких кілька сотень закінчених живописних полотен. Його картини знаходяться у різних музеях світу. Так, картина «Гопак» експонювалась на виставці в паризькому Салоні і була придбана музеєм Лувра, картина «Страстний четвер» прикрашає стіни одного з музеїв міста Мюнхен.



Київська квіткарка

Висновки. Останнім часом у нашому університеті теж проводяться художні виставки «Таланти твої, КПІ». Багато викладачів нашої кафедри беруть участь у цій творчій феєрії, нібито продовжуючи творчий шлях, який заклав великий український художник Микола Корнилійович Пимоненко.

Бібліографічний список

1. *Лазанська Т.І.* Пимоненко Микола Корнилійович // Енциклопедія історії України: у 10 т. / редкол.: В. А. Смолій (голова) та ін.; Інститут історії України НАН України. – К.: Наукова думка, 2011. – Т.8: Па – Прик. – С. 208. – ISBN 978-966-00-1142-7.
2. *Стефанович Д.* Невтомний трудівник Микола Пимоненко. До 150-річчя з дня народження // Київський політехнік, 06.03.2012.
3. *Жбанкова О.* Класики й сучасники // Дзеркало Тижня. 18-24.ІІ.2003.
4. *Огієвська І.В.* Микола Пимоненко: альбом / Микола Румоненко // К.: Мистецтво, 2013.
5. *Орловський В.* Микола Пимоненко (1862 – 1912): альбом / Нац. худ. музей України. – Хмельницький: Галерея, 2006. – 192 с.: іл.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ З МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ АРМОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ

Ванін В.В., д.т.н., професор,

Колосова О. П., к.т.н., доцент,

Колосов О. Є., д.т.н., с.н.с., професор,

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

***Анотація** – подано короткий бібліографічний аналіз останніх публікацій з питань моделювання технологічних процесів та обладнання для формування високоміцних полімерних композитів.*

***Ключові слова** – геометрія, моделювання, процес, обладнання, реактопласт, композит.*

Вступ. Моделювання технологічних процесів та обладнання для формування високоміцних полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), що використовуються у різних галузях промисловості і народного господарства, є сучасним напрямком проектування виробів з традиційних та наномодифікованих (НМ) ПКМ, у тому числі т. зв. інтелектуальних. Цей напрямок протягом багатьох років досліджують науковці геометричної школи КПІ імені Ігоря Сікорського під керівництвом професора кафедри НГІКГ Ваніна В.В. Протягом останнього періоду у цьому напрямку опубліковано ряд робіт, короткий перелік яких подано нижче.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішення досліджуваної проблеми передусім пов'язано з підвищенням рівня інформатизації виконуваних проектно-конструкторських чи технологічних робіт при формуванні ПКМ. Відомо, що ґносеологічну основу інформатизації складають, зокрема, геометричні моделі досліджуваних технічних об'єктів (у даному випадку – процесів або обладнання формування ПКМ) чи навіть систем, які формуються з використанням цілого спектру комп'ютерних автоматизованих систем. Це дозволяє направлено оптимізувати геометричні параметри таких технічних об'єктів (чи систем).

В якості одно з ефективних методів геометричного моделювання таких об'єктів (систем) можна навести методологію структурно-параметричного геометричного моделювання, яку розробляє і впроваджує д.т.н., професор кафедри НГІКГ Вірченко Г.А. Використання цієї методології, зокрема, передбачає розбиття будь-якої досліджуваної технологічної схеми (системи) на окремі структурні елементи та подальший аналіз формоутворювальних елементів, що входять до її складу [1].

Продовження раніше започаткованих досліджень з вищезначеної тематики відображено в публікаціях [2–3]. Їх аналіз свідчить, що, зважаючи на актуальність досліджуваної теми, необхідно проводити наступні дослідження в цьому напрямку.

Постановка проблеми. В даній роботі наведено короткий бібліографічний аналіз нових публікацій з питань моделювання технічних засобів (технологічних процесів та обладнання) для формування конструкційних класичних і наномодифікованих ПКМ з використанням ультразвуку.

Обговорення отриманих результатів. Передусім слід відзначити, що базові формоутворювальні елементи досліджуваних технічних засобів та реалізуючих їх технологічних процесів характеризуються перш за все нестаціонарністю й стохастичністю. Це, у свою чергу, обумовлює необхідність здійснення параметризації багатьох конструкторсько-технологічних параметрів формування таких ПКМ. Упродовж 2018 – на початку 2019 р.р. дослідники геометричної школи КПІ імені Ігоря Сікорського внесли суттєвий доробок з тематики досліджень. Ці роботи присвячені математичному, геометричному, експериментально-статистичному й комп'ютерному моделюванню базових технічних засобів для формування як класичних, так і наномодифікованих ПКМ конструкційного призначення [4–15].

Безперечною перевагою досліджень, що проводяться, є їх комплексність завдяки використанню цілого спектру математичних теорій. Зокрема, у цьому ряді можна зазначити теорію множин, графів, інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей. Тандемом з цими теоріями виступають: система автоматизованого проектування, системний аналіз, обчислювальні методи та комп'ютерна графіка, а також експериментально-статистичне моделювання.

Необхідним заключним кроком перевірки розроблених теорій та запропонованих алгоритмів є підтвердження адекватності отриманих результатів, насамперед, чисельними та натурними експериментами й випробуваннями. Відносно новим напрямком ймовірних досліджень є аналіз та систематизація (класифікація) проявів симетрії у різноманітних технічних об'єктах та у природі. Наприклад, можна зазначити, що для структури просторово армованих композитів, армуючих наповнювачів нанорівня (вуглецевих нанотрубок), а також для ультразвукової кавітації й інших об'єктів характерна наявність симетрії [16].

Висновки і перспективи подальших досліджень.

Необхідно враховувати, що основні формоутворювальні елементи досліджуваних технічних засобів та технологічних процесів формування ПКМ, як правило, характеризуються нестаціонарністю й стохастичністю. Моделювання, у т.ч. геометричне, технологічних процесів та обладнання для формування високоміцних ПКМ є актуальним напрямком досліджень і потребує свого продовження, у т.ч. при аналізі проявів симетрії.

Бібліографічний список

1. *Колосова О.П.* Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / *О.П. Колосова, В. В. Ванін, Г.А. Вірченко, О.Є. Колосов.* – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

2. *Колосова О.П.* Моделювання процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних матеріалів (монографія з грифом Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського) [електронне видання] / *О.П. Колосова, В.В. Ванін, О.Є. Колосов, В.І. Сівецький.* – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 235 с.

3. *Колосова О.П.* Ультразвукова обробка технологічної сировини полімерних композиційних матеріалів [електронне видання]. Затверджено Вченою радою КПІ імені Ігоря Сікорського як навчальний посібник для аспірантів, які навчаються за спеціальністю «Галузеве машинобудування» / *О.П. Колосова, В.В. Ванін, О.Є. Колосов, В.І. Сівецький.* – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 188 с.

4. *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.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73393>

5. *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>

6. *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 Jawaid, 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>

7. *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>

8. *D.É.Sidorov, A.E.Kolosov, O.V.Pogorelyi, I.A.Kazak.* Engineering Analysis of Thermal-Load Components in the Process of Heating of Pet Preforms // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics.* November 2018, Vol. 2, *Issue 2*, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1007/s10891-018-1768-1>

9. *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>

10. *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.

<http://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHHT/2018/3/Sidorov.pdf>

11. *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>

12. *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>

13. *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>

14. *Колосов О.Є., Колосова О.П., Ванін В.В.* Некоторые аспекты геометрического моделирования технических объектов и процессов формирования полимерных композитов. 1. Моделирование структуры ориентированных макроволоконистых композитов // *Вчені записки Таврійського нац. університету імені В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. – 2018. – Том 29 (68). – № 3. – Ч.1. – С. 1–7.

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/3_2018/part_1/3.pdf

15. *Колосов О.Є., Колосова О.П., Ванін В.В.* Некоторые аспекты геометрического моделирования технических объектов и процессов формирования полимерных композитов. 2. Моделирование структуры дисперснонаполненных реактопластов, а также проектирование технологии и оборудования для формирования полимерных композитов // *Вчені записки Таврійського нац. університету імені В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. – 2018. – Том 29 (68). – № 4. – Ч.1. – С. 7–14.

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/4_2018/part_1/4.pdf

16. *Колосова О.П., Ванін В.В.* Роль симетрії в формуванні об'єктів та процесів // *Збірник наукових праць Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Богдана Хмельницького «Сучасні проблеми моделювання»*. – 2018. – Вип. 1. – С. 88–94.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КЛАСИЧНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКУ

Колосов О. Є., д.т.н., с.н.с., професор,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(Україна, м. Київ)

Ключові слова – моделювання, полімер, ультразвук, наномодифікація

Анотація – проаналізовано особливості моделювання технічних засобів для формування класичних та наномодифікованих полімерних композитів з використанням низькочастотного ультразвуку.

Постановка проблеми. Сучасний розвиток людства нерозривно пов'язаний з удосконаленням існуючих реактопластів, а також зі створенням нових полімерів, наприклад, наномодифікованих (НМ) полімерних композиційних матеріалів (ПКМ), з покращеними експлуатаційними властивостями. Тому є доцільним аналіз існуючих підходів та бібліографічний аналіз робіт з вирішення цієї проблеми.

Аналіз останніх досліджень. Основні проблемні ситуації, що виникають при створенні вищезазначених класичних та наномодифікованих ПКМ – отримання бездефектних структур композитів, практично без повітряних включень, рівномірний розподіл армуючого наповнювача по перетину композиту для забезпечення повноти реалізації властивостей складових компонент композиту, а також поліпшення властивостей вихідних компонент, з яких складається композит [1 – 3].

Також складність вирішення задачі проектування технології та обладнання для виробництва класичних ПКМ обумовлена необхідністю вивчення комплексу питань, що стосуються вивчення взаємозв'язків між структурними, механічними та геометричними параметрами виробів, з одного боку, та технологічними факторами їх виробництва, з іншого.

Формування цілей (постановка завдання). Завдання даної роботи є бібліографічний аналіз останніх робіт з різноманітних аспектів моделювання технічних засобів для формування класичних та НМ реактопластичних ПКМ з використанням низькочастотного ультразвуку (УЗ), призначеного для поліпшення механічних і експлуатаційних властивостей одержуваних матеріалів.

Основна частина. УЗ-модифікація широко використовується в багатьох галузях промисловості і технології, наприклад, в хімічній технології для формування як термореактивних пластмас, так і термопластів. Досягнення необхідного позитивного результату від

кавітаційного ефекту в рідких полімерних середовищах може бути досягнуто шляхом варіювання параметрів кавітаційної обробки (частота, амплітуда, інтенсивність, тиск, температура, об'єм рідини, що обробляється).

Сумарна висота підйому епоксидного складу (продуктивність УЗ-просочення) при просоченні волокнистих наповнювачів з попередньо обробленим УЗ епоксидним складом збільшується у (2,5 - 3) рази. УЗ-обробка дозволяє підвищити деформаційно-міцнісні та адгезійні характеристики матеріалів, знизити рівень залишкових напружень, підвищити довговічність і, крім того, значно скоротити час затвердіння.

Полімерній матриці в структурі композиту відводиться «цементуюча» роль, що обумовлює дослідження напрямків поліпшення її структури, технологічних й експлуатаційних властивостей, наприклад, шляхом УЗ-модифікації [4 – 7].

Не менш важливим є також проектування УЗ-технології і УЗ-обладнання для енерго - і ресурсозберігаючого, а також високопродуктивного формування класичних ПКМ і НМ ПКМ з наперед заданими властивостями [5 – 7].

Аспекти геометричного моделювання вищезазначених композитів досліджено в роботах [8 – 10]. В цих роботах досліджуються підходи до моделювання структури орієнтованих макроволокнистих композитів, дисперснонаповнених реактопластів, а також проектування технології і обладнання для формування ПКМ.

У разі НМ ПКМ до вищезазначених проблемних ситуацій додається необхідність деагломерування і рівномірного диспергування наномодифікаторів, наприклад, вуглецевих нанотрубок, у рідкій полімерній матриці [11 – 16]. Це вирішується УЗ-обробкою.

Наприклад, було досліджено, що міцність НМ ПКМ збільшується за рахунок незначного (8%) збільшення модуля пружності та значного (25%) збільшення міцності руйнування 8% досліджуваних нанокомпозитів.

Висновки. Низькочастотна УЗ-обробка є одним з найбільш ефективних методів рівномірного розподілу вуглецевих нанотрубок в полімерній матриці. У свою чергу, розроблення нових, економічно ефективних і технологічно доцільних, методів моделювання технічних засобів для формування класичних та наномодифікованих реактопластичних ПКМ з використанням низькочастотного УЗ є актуальним завданням полімерного матеріалознавства.

Бібліографічний список

1. Сівецький В. І. Технології і устаткування для формування виробів з традиційних та інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів [текст]: монографія / В.І. Сівецький, О.Є. Колосов, О.Л. Сокольський, І.І. Івіцький. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2017. – 120 с.

2. *Kolosov A.E., Sivetskii V.I., Vanin V.V., Kolosova E.P., Sokolskii A.L., Ivitskiy I.I.* Intellectual Technologies in Industry and Aerospace Complex// Тез. доп. VIII Всемирного конгресса «Авиация в XXI столетии» – «Безопасность в авиации и космические технологии». - Київ, 10-12.10.2018. — С. 2.1.128 – 2.1.130.

3. *Kolosov A.E., Sivetskii V.I., Vanin V.V., Kolosova E.P., Sokolskii A.L., Ivitskiy I.I.* Aspects of Intellectualization of Polymer Composite Materials// Тез. доп. VIII Всемирного конгресса «Авиация в XXI столетии» – «Безопасность в авиации и космические технологии». - Київ, 10-12.10.2018. — С. 2.1.131 – 2.1.133.

4. *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>

5. *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>

6. *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>

7. *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>

8. *Колосов О.Є., Колосова О.П., Ванін В.В.* Некоторые аспекты геометрического моделирования технических объектов и процессов формирования полимерных композитов. 1. Моделирование структуры ориентированных макроволоконистых композитов // Вчені записки Таврійського нац. університету імені В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки. – 2018. – Том 29 (68). – № 3. – Ч.1. – С. 1–7.

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/3_2018/part_1/3.pdf

9. *Колосов О.Є., Колосова О.П., Ванін В.В.* Некоторые аспекты геометрического моделирования технических объектов и процессов формирования полимерных композитов. 2. Моделирование структуры дисперснонаполненных реактопластов, а также проектирование технологии и оборудования для формирования полимерных композитов // Вчені записки

Таврійського нац. університету імені В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки. – 2018. – Том 29 (68). – № 4. – Ч.1. – С. 7–14.

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/4_2018/part_1/4.pdf

10. *Kolosov A.E.* Некоторые аспекты создания функциональных полимерных композиционных материалов конструкционного назначения // Вчені записки Таврійського нац. університету імені В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки. – 2018. – Том 29 (68). – № 3. – Ч.2. – С. 132 – 136.

http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/3_2018/part_2/25.pdf

11. *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.

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73393>

12. *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 Jawaid, 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>

13. *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>

14. *Anish Khan, Fayaz Ali, Aftab Aslam Parwaz Khan, Kolosov A.E., Abdullah M. Asiri.* Ion Exchange Materials and Their Applications. In: Development and Prospective Applications of Nanoscience and Nanotechnology. Bentham Science. 2018, Vol. 2, pp. 191-217.

<http://www.eurekaselect.com/164429/chapter/ion-exchange-materials-and-their-application>

15. *Anish Khan, Aftab Aslam Parwaz Khan, Mohammed Omaish Ansari, Imran Khan, Kolosov A.E., Abdullah M Asiri.* Chapter 8. Functionalized Graphene Aerogel: Structural and Morphological Properties and Applications. In: Functionalized Graphene Nanocomposites and Their Derivatives: Synthesis, Processing and Applications. Micro and Nano Technologies. Mohammad Jawaid, Rachid Bouhfid and Abou el Kacem Qaiss (Eds.). Bentham Publisher (imprint of Elsevier). 2019. Pp. 157-176.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814548-7.00008-8>

16. *Kolosov A.E., Kolosova E.P.* Modification of Oligomers and Reinforced Polymeric Composites by Carbon Nanotubes and Ultrasonic. Environmental Nanotechnology. – Ser.: Environmental Chemistry for a Sustainable World. - Eds. Raghvendra Mishra, Shivendu Ranjan, Nandita Dasgupta, Ravindra V. Singh, and Eric Lichtfouse. - Springer. - 2019. - Volume 3 (*in print*).

ФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ГРУНТОЗАЦЕПОВ БАШМАКОВ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Козулин С. М., к. т. н.,¹

Фомакин А. А., н. с.,¹

Подыма Г.С., ст. преподаватель.²

¹Институт электросварки им. Е.О. Патона

Национальной академии наук Украины (Украина, г. Киев)

²Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»

(Украина, г. Киев)

***Аннотация** – описана конструкция водоохлаждаемого формирующего устройства для восстановления изношенных грунтозацепов башмаков гусеничных машин электрошлаковой наплавкой. Показано, что предложенная конструкция устройства позволит эффективно восстанавливать геометрические параметры грунтозацепов башмаков при любой степеню их износа.*

***Ключевые слова** – гусеничные машины, башмаки, грунтозацепы, формирующее устройство, восстановление, электрошлаковая наплавка, трудоёмкость ремонта.*

Постановка проблемы. Многолетний опыт проведения ремонтных работ в различных отраслях промышленности показал, что трудоёмкость восстановления работоспособности деталей составляет 30 – 50% общей трудоёмкости процесса ремонта машин [1, 2]. При этом наибольшая трудоёмкость процесса ремонта машин приходится на восстановление их изношенных деталей, однако и наибольшая доля экономической эффективности всего процесса ремонта обеспечивается восстановлением этих деталей.

К таким деталям относятся башмаки гусеничного полотна бульдозеров и карьерных экскаваторов, являющиеся одними из составных частей гусеницы трактора.

Гусеничное полотно – важный исполнительный механизм, с помощью которого приводится в движение карьерная техника. Башмаки гусениц представляют собой литые или штампованные звенья из износостойкой стали, имеющие на наружной поверхности грунтозацепы (рис. 1). Башмаки для гусениц из стальных профилей являются одними из наиболее популярных видов траков. Башмаки из стальных профилей применяются

в гусеницах карьерных экскаваторов, тракторов Т-130, Т-170, ЧЕТРА, Komatsu и многих других.

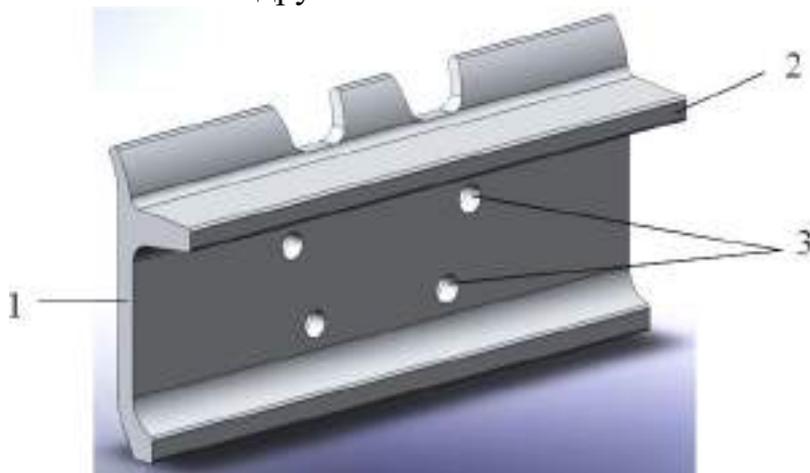


Рис. 1. Типичная конструкция башмака гусеничного трактора с одним грунтозацепом: 1 – корпус башмака; 2 – грунтозацеп; 3 – технологические отверстия.

Известно, что ресурс гусеничной техники напрямую зависит от работоспособности ходовой части этих машин. Детали ходовой части эксплуатируются непосредственно в абразивной среде, часто в условиях сухого трения (карьеры, строительные площадки), в результате чего они подвергаются значительному износу, особенно при работе на скальных грунтах.

Наиболее интенсивно изнашиваются грунтозацепы башмаков, величина износа которых по высоте достигает 30...80 мм. Отправлять в металлолом башмаки, которые отбракованы в результате износа лишь одного элемента экономически нецелесообразно. В связи с этим поиск эффективных методов восстановления одного из самых дорогостоящих узлов бульдозерной техники с использованием сварочных процессов является актуальной задачей.

Анализ последних исследований. Восстановление грунтозацепов башмаков известными методами электродуговой наплавки отличается невысокой производительностью, не гарантирует качество сплавления присадочного материала с металлом изношенной части грунтозацепа и качество формирования наплавленного металла.

В настоящее время для восстановления грунтозацепов башмаков на большинстве ремонтных предприятий используют метод компенсационных элементов, который заключается в следующем [3].

На машиностроительном заводе из марганцовистой стали изготавливают компенсационные элементы (планки грунтозацепов) требуемых размеров, в основании которых предусмотрены скошенные кромки, которые при сборке с изношенной деталью образуют разделку

кромки под сварку (рис. 2). Геометрические размеры указанных элементов определяются конструкцией башмака и величиной износа грунтозацепа.

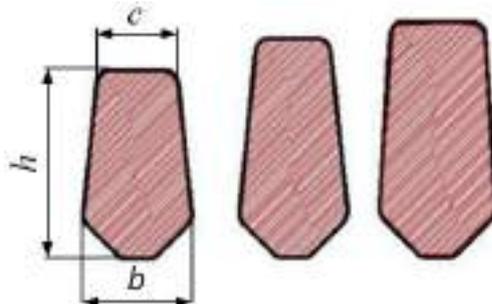


Рис. 2. Формы поперечных сечений компенсационных элементов (планок грунтозацепов): $h = 30-80$ мм; $c = 25-35$ мм; $b = 28-44$ мм.

После механической очистки изношенных башмаков от ржавчины, планки грунтозацепов с помощью прихваточных швов закрепляют на изношенных ножках грунтозацепов башмаков, а затем образовавшиеся разделки заваривают многопроходной сваркой покрытыми электродами или механизированной в защитном газе.

Недостатками указанного метода являются: необходимость изготовления большой номенклатуры компенсационных элементов, размеры которых зависят от степени износа грунтозацепов, что приводит к значительным материальным затратам, высокая трудоёмкость процесса их приварки к изношенным основаниям грунтозацепов, отсутствие гарантии обеспечения качества сварных соединений.

Формулировка целей. Цель настоящей работы – разработка конструкции водоохлаждаемого формирующего устройства, обеспечивающего возможность применения высокопроизводительного метода электрошлаковой наплавки [4] для восстановления изношенных грунтозацепов башмаков гусеничной техники с любой степенью износа профиля за один проход.

Основная часть. Для достижения поставленной цели выполнена проектно-конструкторская разработка узлов формирующего устройства и системы их охлаждения. В качестве базовой модели использован положительный опыт разработки конструкций формирующих водоохлаждаемых устройств для восстановления зубьев крупномодульных шестерен электрошлаковой наплавкой [5].

В состав разработанного формирующего устройства входят следующие узлы: кристаллизатор, поддон водоохлаждаемый, устройство крепления и перемещения поддона, входная и выходная планки водоохлаждаемые, сифонная воронка.

Кристаллизатор 10 (рис. 3) служит для надёжного удержания высокотемпературной шлаковой и металлической ванн в зоне наплавки, а также для формирования требуемого профиля восстанавливаемого элемента.

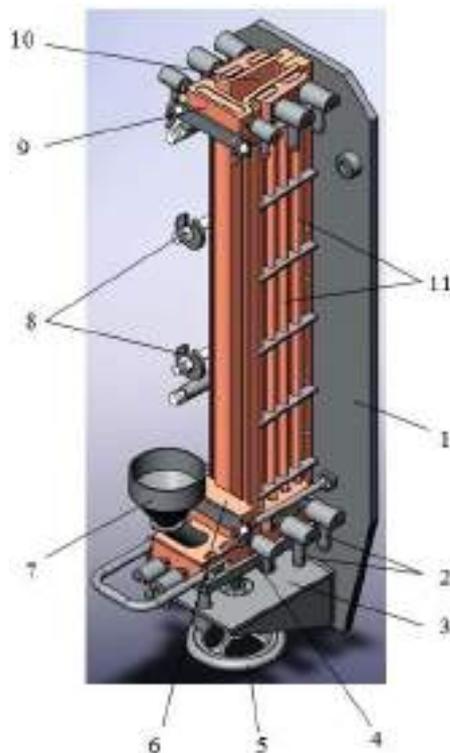


Рис. 3. Формирующее устройство для восстановления грунтозацепов башмаков гусеничных машин электрошлаковой наплавкой: 1 – рама; 2 – штуцеры подачи охлаждающей жидкости; 3 – устройство крепления и перемещения поддона; 4 – поддон водоохлаждаемый; 5 – маховик; 6 – планка входного кармана; 7 – сифонная воронка; 8 – шпильки крепления башмака; 9 – планка выходного кармана; 10 – кристаллизатор; 11 – трубки подачи охлаждающей воды.

Кокиль кристаллизатора состоит из четырёх медных секций, соединённых между собой с использованием пайки на латунь и закреплённых на раме 1 с помощью винтовых соединений.

Учитывая значительное влияние степени охлаждения рабочих поверхностей кристаллизатора на качество формирования наплавленного металла, толщину боковых секций и диаметр каналов 11 для подачи охлаждающей воды определяли согласно методике, изложенной в работе [6]. Для обеспечения заданного и равномерного расхода охлаждающей жидкости в нижней и верхней частях кокиля предусмотрены коллекторы, к каждому из которых подведены две трубки подачи охлаждающей воды 11. Подачу и слив охлаждающей воды осуществляют с помощью штуцеров 2, приваренных к коллекторам.

Поддон водоохлаждаемый 4 и входная планка 6 предназначены для образования входного технологического кармана, необходимого для гарантированного сплавления присадочного металла с металлом изношенной ножки грунтозацепа на начальном этапе электрошлаковой наплавки.

Устройство 3 (рис. 3) служит для оперативного перемещения поддона 4 в вертикальной плоскости и его надежного прижатия к нижнему торцу кристаллизатора 10 при помощи маховика 5.

Для обеспечения начала процесса электрошлаковой наплавки с использованием метода «жидкий старт» в поддоне 4 выполнен специальный фигурный паз для транспортировки во входной карман жидкого флюса, который заливают с помощью сифонной воронки 7. Выходной карман, служащий для выведения усадочной раковины при завершении процесса электрошлаковой наплавки, образуют путём крепления выходной планки 9 к незамкнутой части кристаллизатора 10 при помощи шпилек. Для крепления изношенных башмаков к формирующему устройству, используя имеющиеся в корпусе башмаков технологические отверстия 3 (рис. 1), на раме 1 (рис. 3) установлены шпильки 8 с быстросъёмными шайбами.

Опытный образец разработанного формирующего устройства успешно выдержал лабораторные испытания в ИЭС им. Е.О. Патона и был рекомендован к промышленному применению на ремонтно-механических заводах для восстановления изношенных грунтозацепов башмаков гусеничной техники с использованием электрошлаковой наплавки.

Выводы. Разработана конструкция универсального водоохлаждаемого формирующего устройства, позволяющего с использованием электрошлаковой наплавки осуществлять за один проход восстановление изношенных грунтозацепов башмаков гусеничной техники с любой степенью износа профиля.

Применение разработанного формирующего устройства для восстановления изношенных грунтозацепов башмаков позволит существенно повысить производительность и качество восстановительных работ, уменьшить материальные затраты, повысить культуру производства.

Библиографический список.

1. Восстановление деталей и ремонт машин: [под ред. Е. Л. Воловика]. – Калуга.: ГОСНИТИ, 1975. – 280 с.
2. 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.
3. www.sumitec.com.ua/service/vosstanovleniye_khodovoy_chasti/
4. Патон Б. Е. (ред.).(1980) Электрошлаковая сварка и наплавка. Москва, Машиностроение. – 511 с.
5. Лычко И. И., Козулин С. М. Электрошлаковая наплавка – эффективный способ восстановления крупномодульных шестерен. Общество «Знание». – Киев. – 1988. – 19 с.
6. Тепловые процессы при электрошлаковом переплаве: [Под ред. Б. И. Медовара]. – Киев: Наук. Думка. 1978. – 304 с.

ІНВЕРСІЯ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ, ВІДНЕСЕНИХ ДО ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК ІЗ ЛІНІЙ КРИВИНИ

Пилипака С.Ф., д.т.н., професор

Несвідоміна О.В., аспірант*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
(Україна, м. Київ)*

Ключові слова – ізометричні сітки, інверсія, поверхня обертання, катеноїд, розташування полюса інверсії.

Анотація - здійснено конформне перетворення поверхні обертання, віднесеної до ізометричної сітки координатних ліній, за допомогою інверсії. Наведено приклад інверсії катеноїда. Якщо полюс інверсії розташований на осі поверхні обертання, то отриманою поверхнею теж є поверхня обертання. При розташуванні полюса інверсії не на осі поверхні обертання отриманою поверхнею є перетворена поверхня із криволінійною віссю. Одержані поверхні теж віднесені до ізометричних координат.

Постановка проблеми. Характерною ознакою ізометричної сітки координатних ліній на поверхні є подібність окремих чарунок до квадрата, у якого всі кути прямі, а сторони приблизно рівні. Якщо перейти до нескінченно малої чарунки, то вона є квадратом з нескінченно малими сторонами. Ізометрична сітка на поверхні відрізняється від звичайної ортогональної сітки. Цю відмінність видно при візуалізації поверхонь: хоча окрема чарунка не є квадратом, однак вона максимально до нього подібна. При всіх прямих кутах чарунки ізометричної сітки довжина її сторін є найкращим наближенням до сталого значення. Таку сітку можна отримати тільки на обмеженому числі поверхонь. До таких поверхонь відносяться деякі поверхні обертання, у яких параметричні рівняння меридіана мають задовільняти певні вимоги.

Аналіз останніх досліджень. В праці [1] ці вимоги наведено у вигляді інтегральної залежності між параметричними рівняннями меридіана. В працях [2 - 4] здійснено інверсію відомих поверхонь обертання: циліндра, конуса і тора. В результаті отримано відомі і нові цикліди, віднесені до ізометричних координат.

Формулювання цілей. За допомогою інверсії здійснити перетворення поверхонь обертання, віднесених до ізометричних координат і отримати нові поверхні з такою ж властивістю.

Основна частина. Параметричні рівняння поверхні обертання мають вигляд:

*Науковий керівник – д.т.н., професор Пилипака С.Ф.

$$\begin{aligned} X &= \varphi \cos v; \\ Y &= \varphi \sin v; \\ Z &= \psi, \end{aligned} \quad (1)$$

де $\varphi = \varphi(u)$, $\psi = \psi(u)$ – параметричні рівняння меридіана;
 u, v – незалежні змінні поверхні.

Для того, щоб поверхня (1) була віднесена до ізометричних координат, повинна виконуватися умова:

$$\psi = \int \sqrt{\varphi_u^2 - \varphi_u'^2} du. \quad (2)$$

Інверсія поверхні (1) здійснюється за формулами:

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{X + a}{(X + a)^2 + Y^2 + (Z + h)^2}; \\ Y_i &= \frac{Y}{(X + a)^2 + Y^2 + (Z + h)^2}; \\ Z_i &= \frac{Z + h}{(X + a)^2 + Y^2 + (Z + h)^2}, \end{aligned} \quad (3)$$

де a, h – сталі величини, на які здійснено паралельний перенос поверхні перпендикулярно і паралельно до осі обертання відносно полюса інверсії.

Якщо полюс інверсії розташований на осі поверхні обертання, тобто при $a=0$, то підстановка (1) в (3) дає:

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{\varphi \cos v}{\varphi^2 + (\psi + h)^2}; \\ Y_i &= \frac{\varphi \sin v}{\varphi^2 + (\psi + h)^2}; \\ Z_i &= \frac{Z + h}{\varphi^2 + (\psi + h)^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

Розглянемо приклад. Нехай одне рівняння меридіана задано залежністю:

$$\varphi = \cosh u. \quad (5)$$

Тоді згідно (2) одержимо:

$$\psi = \int \sqrt{\cosh^2 u - \sinh^2 u} du = u. \quad (6)$$

Підстановка (5) і (6) у (1) дасть параметричні рівняння катеноїда, віднесеного до ізометричних координат:

$$X = \cosh u \cos v; \quad Y = \cosh u \sin v; \quad Z = u. \quad (7)$$

Якщо полюс інверсії розташований на осі катеноїда (7), то параметричні рівняння перетвореної поверхні згідно (4) запишуться:

$$\begin{aligned} X_i &= \frac{\cosh u \cos v}{\cosh^2 u + (u+h)^2}; \\ Y_i &= \frac{\cosh u \sin v}{\cosh^2 u + (u+h)^2}; \\ Z_i &= \frac{u+h}{\cosh^2 u + (u+h)^2}. \end{aligned} \quad (8)$$

При різних значеннях сталої h і межах змінної u було отримано відсіки поверхонь обертання, побудованих на рис. 1.

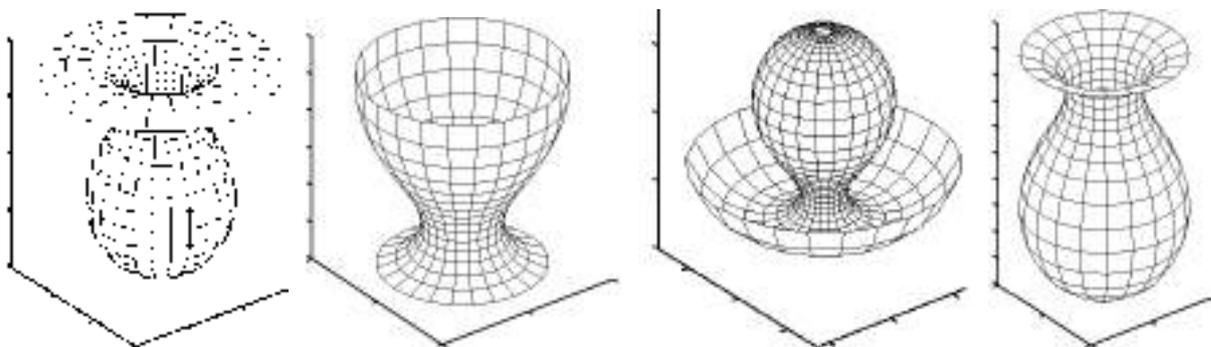


Рис. 1. Поверхні, отримані інверсією катеноїда, при розташуванні полюса на його осі

В загальному випадку, коли $a \neq 0$ і $h \neq 0$, тобто полюс інверсії розташований не на осі катеноїда, перетворена поверхня відрізняється від поверхні обертання тим, що прямолінійна вісь вихідної поверхні перетворюється у дугу кола перетвореної. На рис. 2 зображені поверхні, які є перетворенням поверхонь (рис. 1) при тих же значеннях h і при різних значеннях $a \neq 0$.

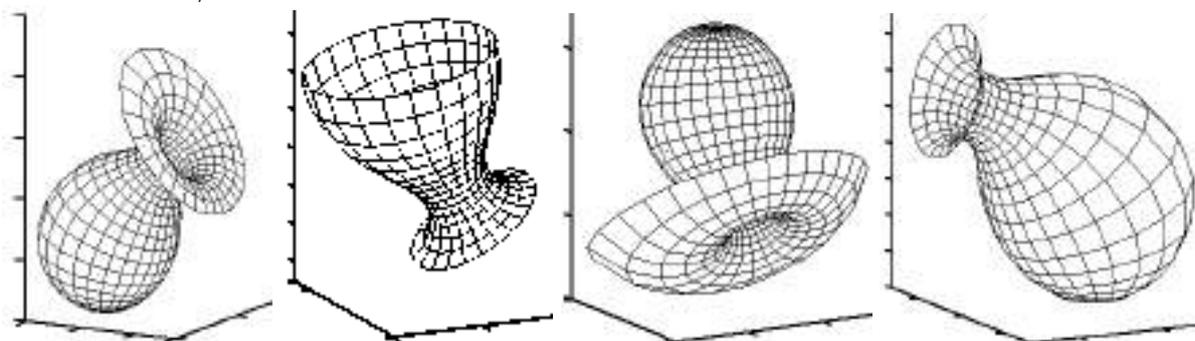


Рис. 2. Поверхні, отримані інверсією катеноїда, при розташуванні полюса на відстані a від його осі

Поверхні, зображені на рисунках 1 і 2 віднесені до ізометричних координат. Це можна довести аналітичним шляхом.

Висновки. Інверсією поверхонь обертання можна розширити клас поверхонь, які віднесені до ізометричних координат. Якщо полюс інверсії

розташований на осі вихідної поверхні, то перетвореною поверхнею теж буде поверхня обертання. У випадку, коли полюс інверсії розташований не на осі вихідної поверхні, перетвореною поверхнею буде поверхня, у якої прямолінійна вісь обертання вихідної поверхні перетворилася у криволінійну вісь. Цією віссю завжди буде дуга кола, оскільки при інверсії прямі лінії перетворюються у кола. Таким чином, при інверсії поверхонь обертання можна отримати як нові поверхні обертання, так і поверхні, які не належать до цього класу.

Бібліографічний список

1. *Несвідомін В.М.* Конструювання поверхонь обертання, віднесених до ізометричних сіток координатних ліній / В.М. Несвідомін, Т.С. Кременець // Прикладна геометрія та інженерна графіка. –К.: КНУБА, 2012. –Вип. 89. – С. 271 – 276.

2. *Несвідоміна О.В.* Перетворення конуса в цикліду Дюпена із збереженням ізометричних координат / С.Ф. Пилипака, І.Ю. Грищенко, О.В. Несвідоміна // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького. – Мелітополь: МДПУ, 2017. – Вип. 9. - С. 109 – 113.

3. *Пилипака С.Ф.* Перетворення циліндра в цикліду Дюпена із збереженням ізометричних координат / С.Ф. Пилипака, О.В. Несвідоміна // Збірник тез доповідей XVII міжнародної конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн». – Київ: НУБіП, 2017. – С. 19 – 21.

4. *Несвідоміна О.В.* Особливості інверсії тора, віднесеного до ізометричної сітки координатних ліній / С.Ф. Пилипака, О.В. Несвідоміна // 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». – Вип. 7. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – С. 101 – 105.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПРОЕКЦІЙ ТОЧОК З ВІД'ЄМНИМИ КООРДИНАТАМИ

Сенченко Є.Г, студент,

Білоброва Є.В., студент,

Теленик С.Ф., професор ФІОТ,

Юрчук В.П., професор ФМФ

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

***Анотація** – розглянуто алгоритм знаходження та побудови точок, які мають від'ємні координати. А також аналіз знаходження їх у октантах спираючись на координати даної точки.*

***Ключові слова** – координати точки, алгоритм побудови, лінії зв'язку, знаходження в октантах, площини проекцій, проекції точки.*

Основна частина. Для визначення методики проєкціювання точок з від'ємними координатами спочатку розглянемо алгоритм побудови проєкції точки з додатніми координатами. Якщо перед нами стоїть завдання спроекціювати точку з додатними координатами $A(+x; +y; +z)$, яку спрощено так можна записати, алгоритм побудови буде наступний.

Алгоритм побудови:

1. Спочатку на осі абсцис відкладаємо координату x і проводимо вертикальну лінію зв'язку, яка перпендикулярна до осі OX .
2. На вертикальній лінії зв'язку вниз (по осі ординат) відкладаємо відстань y і отримуємо проєкцію точки A_1 . Це буде горизонтальна проєкція точки на площину P_1 .
3. Від точки перетину прямої і вісі OX по осі аплікату відкладаємо відстань z і отримуємо фронтальну проєкцію точки на площину P_2 - точку A_2 .
4. Відповідно до значення координати z проводимо горизонтальну лінію зв'язку через т. A_2 і відкладаємо по осі ординат відстань y , тобто отримуємо профільну проєкцію A_3 .
5. Таким чином відбувається проєкціювання точки з додатніми координатами і при цьому точка буде знаходитись в першому октанті (Рис.1).

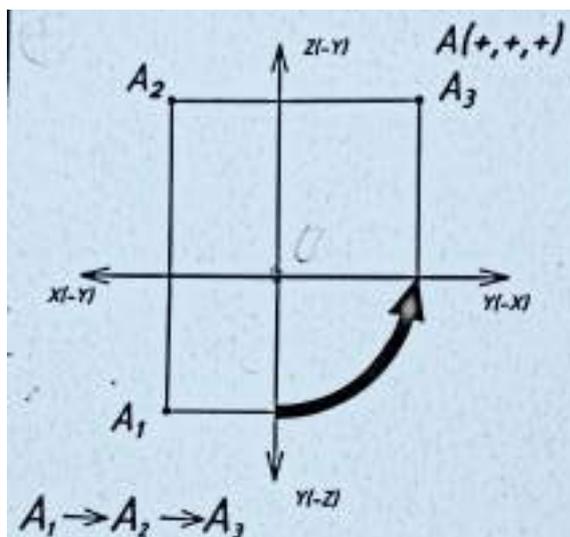


Рис.1

Тобто класична побудова відбувається як на відомому епюрі геніального французького вченого-геометра Гаспара Монжа [1]. Складності в цьому немає. Проте, якщо нам задана точка з від'ємними координатами $B(-;-;-)$, то виникає запитання: «Де знаходяться від'ємні напрямки осей?». Тут pojawiaються складності при побудові, тобто «складності» в самому «спрощеному зображенні, коли відбувається перехід від просторового зображення до площинного – геніального винаходу Гаспара Монжа.

Це обумовлено тим, що вісь y , коли розрізається на епюрі Монжа, автоматично з'являється на всіх осях системи координат :

$$(+x, -y); (+y, -z); (+y, -x).$$

Але процес проєкціювання точок з координатами, що менше нуля, дещо відрізняється, тобто ускладнюється.

Розберемо це на прикладі. Нехай задано побудувати точку з координатами $A(-x; -y; -z)$. Будуємо ті координати, що не розрізаються. Тобто, будуємо координати по осях OX і OZ .

Алгоритм проєкціювання:

1. Відміряємо по осі OX заданий параметр $(-x)$, та будуємо пряму, перпендикулярну до неї.
2. По осі OZ відкладаємо заданий параметр $(-z)$ і на перетині перпендикулярів отримуємо першу проєкцію точки на площину Π_2 , тобто фронтальну проєкцію - точку A_2 .
3. Відміряємо на вертикальній осі від'ємну координату ординат $(-y)$;
4. Будуємо пряму паралельну до осі абсцис та перпендикулярну до від'ємної вертикальної осі ординат через дану точку. На перетині двох перпендикулярів утворюється проєкція точки на площину Π_1 , т. B_1 .

5. По горизонтальній від'ємній осі ординат відміряємо 10 мм і через неї проводимо перпендикуляр до даної осі, що буде паралельним до осі $-OZ$.

6. Через точку A_2 проводимо пряму перпендикулярну до осі $-OZ$ та паралельну до осі $-OX$. На перетині двох перпендикулярів утвориться профільна проекція заданої точки на площину Π_3 , - т. A_3 (рис. 2).

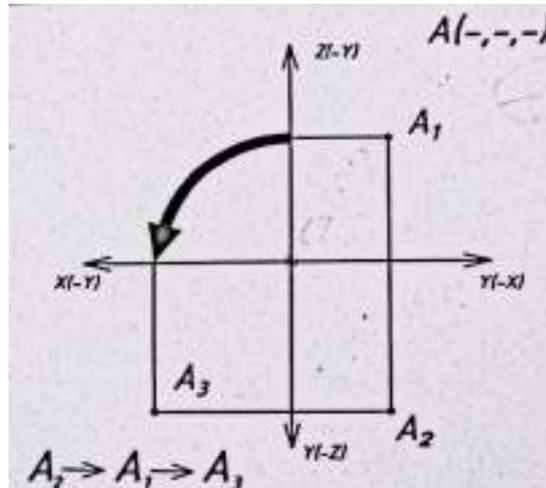


Рис.2

Таким методом відбувається проєкціювання точки з від'ємними координатами. Хоч алгоритм трішки і відрізняється, але це так само легко як і при проєкціюванні точки з додатніми координатами.

Висновки:

1. При визначенні проєкцій точки першочерговим є побудова точки на площину проєкції Π_2
2. Першочерговим в усіх випадках є побудова координат, що не розрізаються.

Список використаних джерел

1. Проєкції точки на три взаємно перпендикулярні площини проєкцій [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/5386966/page:2/>.
2. Методи проєкціювання і проєкції точки. [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=-jAtdB9b7nE>.
3. Методи проєкціювання. Проєкції точки. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://moodle.ipk.kpi.ua/moodle/file.php/66/NARUSNA/MODUL1/ImageMod1TEORY/modul1Part1.htm>.

ДО ПИТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЛОГІСТИЦІ.

Болдирєва Л. В., ст.викладач,

Болдирєва М.О., студент,

Христич Є.А., студент

Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання оцінки адекватності моделі як обов'язковий етап імітаційного моделювання, виконання якого в багатьох випадках перетворюється в складну задачу. Відомо, що у випадку неадекватності моделі є можливість отримання наперед нереальних результатів, використання яких може призвести до помилкових уявлень і висновків, бути причиною порушень нормального функціонування системи. Імітаційне моделювання логістичних процесів є невід'ємною частиною багатьох економічних проєктів, спрямованих на створення або удосконалення логістичних систем.*

***Ключові слова** : модель, система, дослідження, структура, імітаційне моделювання, результат, логістика.*

Постановка проблеми. Важливим моментом при дослідженні складних економічних систем на імітаційних моделях є встановлення адекватності моделі реальним об'єктам . Відомо, що імітація визначає чисельний процес проведення експериментів з математичними моделями, які дають опис стану складних систем на протязі довготривалих періодів часу. Принциповою відмінністю імітаційного експерименту від експерименту в реальності є те, що в процесі імітації експеримент проводиться з моделлю реальної системи, а не з самою системою. Це має вирішальне значення для дослідження складних економічних систем, де, на відміну від фізичних об'єктів побудова реальних експериментів у більшості випадків практично неможлива.

Отже, можна виділити наступні різновиди імітації:

- метод Монте-Карло (метод статистичних випробувань);
- метод імітаційного моделювання (статистичне моделювання);
- імітаційне ігрове моделювання;
- агентне моделювання;
- дискретно-подійне моделювання;
- системна динаміка.

Формування цілей (постановка завдання). Метою публікації є питання необхідності перевірки адекватності імітаційної моделі реальної

системи, що являє собою складний процес і виконується за допомогою спеціально підібраних контрольних параметрів, які не обов'язково мають реальну інформацію, або ж за допомогою реальних задач, в яких відоме рішення, отримане аналітичним методом.

Основна частина. Імітаційне моделювання — це метод дослідження, заснований на тому, що система, яка вивчається, замінюється імітатором і з ним проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему. Відомо, що імітаційне моделювання — це окремий випадок математичного моделювання.

Існує клас об'єктів, для яких з різних причин не розроблені аналітичні моделі або не розроблені методи розв'язування задач про такі моделі. В цьому випадку математична модель замінюється імітатором або імітаційною моделлю (схема 1).

Імітаційна модель — (у вузькому значенні) логіко-математичний опис об'єкта, який може бути використаний для експериментування на комп'ютері в цілях проектуювання, аналізу і оцінки функціонування об'єкта.

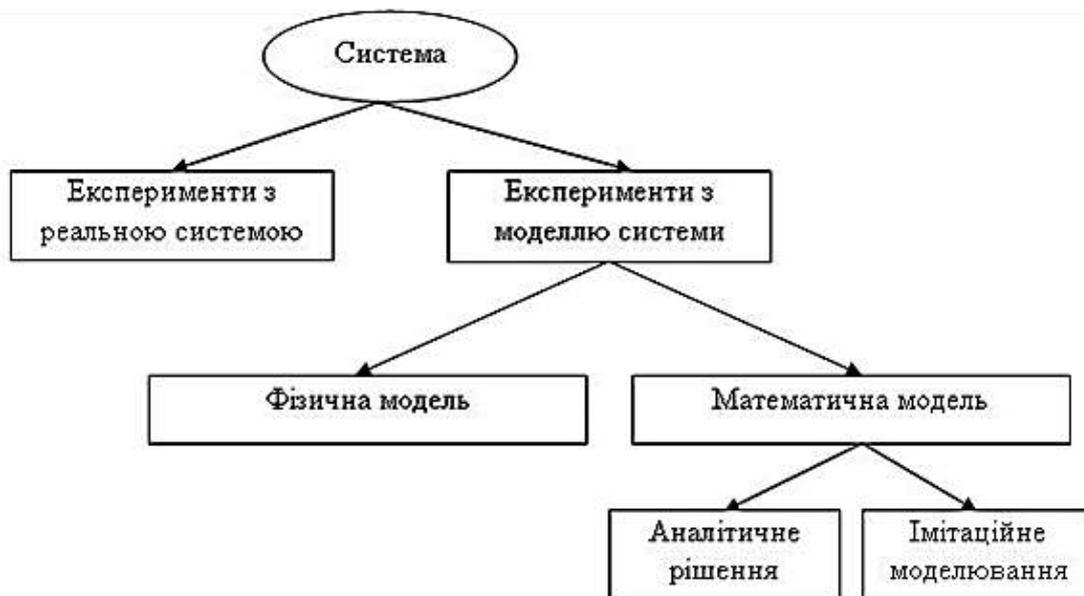


Схема 1. Місце імітаційного моделювання в експерименті.

Адекватна модель математично і логічно з певним чином наближення відображає систему, яка досліджується. Логічні елементи моделі відповідають операціям, які є дійсними, а математичний опис задається функціями, які реалізуються реальною системою (1).

Раціональний метод побудови моделі зводиться до опису наступного:

- реальність процесів;
- вибору апроксимації (наближене вираження одних математичних об'єктів іншими, близькими за значенням, але простішими) та причин цього вибору;

- задуму моделі.

В результаті моделювання отримуємо залежність, яку досліджуємо на екстремум або знаходимо оптимальне значення змінних управління:

$$y = f(X, Q) \quad (1)$$

де Y - критерій ефективності;

X - вектор змінних управління;

Q - вектор параметрів і факторів, які не можливо контролювати.

Вибір критеріїв ефективності є найбільш відповідальним етапом в задачах оптимізації системи. Якщо цей критерій встановлений, то за допомогою імітаційної моделі визначають оптимальні значення змінних управління.

Висновки. Отже, розглянутий матеріал дає можливість зробити висновки, що результатом імітаційного моделювання є розробка оптимальної стратегії управління, яка передбачає вирішення поставлених логістичних задач та проведення чисельних експериментів.

Бібліографічний список.

1. Гондюл.В. Системний аналіз // Українська дипломатична енциклопедія: У 2-х т./ Редкол.:Л. В. Губерський (голова) та ін. — К.:Знання України, 2004.

2. Ситник В.Ф. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1978.

3. Соколовська З.М. Комп'ютерне моделювання складних економічних систем: монографія – Одеса: Астропринт, 2011.

4. Болдирєва Л.В. Болдирєва М., Добровольський М. До питання математичного планування експериментів для оптимізації систем - Прикладна геометрія, дизайн та інновацій-на діяльність: 6-та конференція студ., аспірант та молодих вчених НТУУ«КПІ» 27-28 квітня 2018р.: тези доп. -К.,2018. –С. 8-11 .

ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОДУ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ.

Болдирєва Л. В., ст.викладач,

Болдирєва М.О., студент,

Добровольський М.І., студент

Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядається питання системного аналізу в наукових дослідженнях . Відомо, що системний аналіз є комплексом спеціальних методів, що дають можливість реалізувати системний підхід при дослідженні та рішенні практичних задач у різних межах діяльності людини. В межах наукових досліджень однією з проблем з якою зіштовхуються майже завжди під час проведення системного аналізу, є проблема експерименту в системі або над системою. Це питання, зрозуміло, тісно пов'язано з матеріальними затратам або значними втратами інформації.*

***Ключові слова** - системний аналіз, система, середовище, функція, наукові дослідження, структура, моделювання.*

Постановка проблеми. Об'єктами досліджень є різноманітні виробничі, господарські та економіко-соціальні системи, в яких відбуваються процеси перетворення матеріальних та інформаційних потоків.

Принцип системного підходу можливо зрозуміти та визначити за допомогою більш загального поняття-система.

Термін система охоплює достатньо широкий спектр об'єктів різноманітного походження: сонячна система, система вимірювань, виробнича система і т.п.

Формування цілей (постановка завдання). Метою публікації є питання сутності одного зі специфічних методів теоретичного рівня — моделювання.

Необхідним є розгляд системи як комбінації взаємопов'язаних елементів або частин, які утворюють єдине ціле, що направлене на досягнення єдиної мети, яка являє собою бажаний режим розвитку системи або ж деякий, наперед заданий спектр виходів системи, виконується, крім свого безпосереднього призначення, для вибору можливостей її досягнення та для встановлення критеріїв, за якими можливий визначений шлях досягнення мети функціонування системи.

Основна частина. Системний аналіз є фундаментальним (універсальним) методом дослідження всіх наук (схема 1). Його суть — підхід до дослідження будь-якого об'єкта як до системи. При вивченні будь-якої системи перш за все необхідно визначити її характеристики-функцію, призначення та структуру.

Під функцією системи зазвичай розуміють ті дії системи, які виражаються у зміні її можливих станів. Система може просто існувати, бути областю існування інших систем, забезпечувати системи більш високого порядку.

Виконання системою своїх функцій прийнято називати функціонуванням системи-еволюційний перехід її з одного стану в інші можливі.

Структура системи визначається розміщенням та з'язками елементів системи при виконанні нею своїх функцій.



Схема 1. Класифікація методів аналізу.

У науці основними формами емпіричного дослідження є спостереження і експеримент. Крім того, до них відносять також численні вимірювальні процедури, які хоча і ближче примикають до теорії, все ж здійснюються саме в рамках емпіричного пізнання і особливо експерименту

Емпіричне (те, що сприймається органами чуття) пізнання здійснюється в процесі досвіду, що розуміється в самому широкому сенсі, тобто як взаємодія суб'єкта з об'єктом, при якому суб'єкт не тільки пасивно відображає об'єкт, а й активно змінює, перетворює його.

Емпіричний метод полягає в послідовному здійсненні наступних п'яти операцій: спостереження, вимірювання, моделювання, прогнозування, перевірка прогнозу.

Широко застосовують у теоретичних дослідженнях прийом порівняння та особливо аналогію — специфічний вид порівняння, що дає можливість встановлювати подібність явищ. Аналогія дає підставу для висновків про еквівалентність у визначених відносинах одного об'єкта щодо іншого. Тоді більш простий за структурою і доступний для вивчення об'єкт став моделлю більш складного об'єкта, іменованого прототипом (оригіналом). З'являється можливість перенесення інформації за аналогією від моделі до прототипу.

У цьому сутність одного зі специфічних методів теоретичного рівня — моделювання. При цьому можливе повне звільнення суб'єкта від емпіричних посилок висновку, коли самі умовиводи від моделі до прототипу набувають форми математичних відповідностей, а мислення починає оперувати не реальними, а уявними моделями, що втілюються потім у формі схематичних знакових моделей (графіків, схем, формул тощо).

Відомо, що моделлю є допоміжний об'єкт, обраний чи перетворений людиною в пізнавальних цілях, що дає нову інформацію про основний об'єкт.

Моделювання в теоретичному дослідженні слугує завданню конструювання нового, того, чого не існує ще в практиці. Дослідник, вивчивши характерні риси реальних процесів і тенденцій розвитку їх, шукає на підставі ключової ідеї нові сполучення їх, уявно komponує, тобто моделює потрібний стан досліджуваної системи. На заданому етапі створюють моделі-гіпотези, на підставі яких будують рекомендації і висновки, що перевіряються емпірично.

Перевірені моделі-гіпотези перетворюються в наукові теорії, багато в чому зберігаючи свій модельний характер (схема 2). При цьому, необхідно пам'ятати, що будь-яка модель завжди "бідніша" за прототип, відбиваючи лише його окремі сторони і зв'язки, оскільки теоретичне моделювання завжди включає ідеалізацію.

Особливим видом моделювання, що ґрунтується на ідеалізації, можна вважати уявний експеримент. У такому експерименті дослідник на підставі теоретичних знань про об'єктивний світ і емпіричні дані створює ідеальні об'єкти, співвідносить їх у визначеній динамічній моделі, імітуючи думкою рух і ситуації, можливі в реальному експериментуванні. При цьому ідеальні об'єкти і моделі виявляють у "чистому" вигляді найбільш важливі для дослідника істотні зв'язки і відносини.

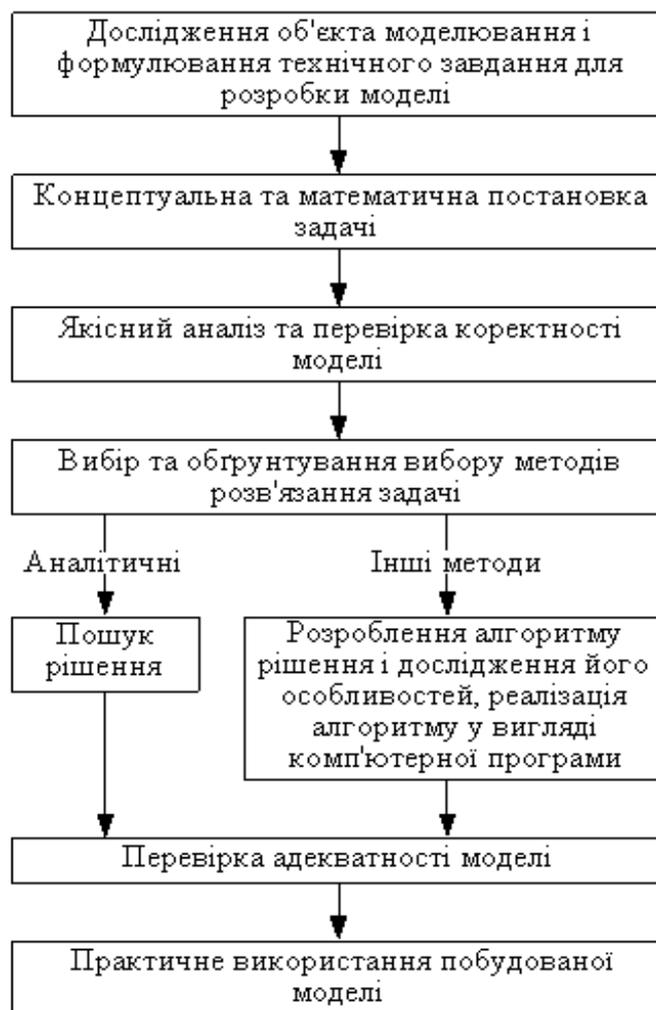


Схема 2. Операція моделювання в наукових дослідженнях.

Висновки. Отже, розглянутий матеріал дає можливість зробити висновки, що кінцевою метою моделювання в системному аналізі є удосконалення системи так, що в результаті для здійснення наміченої мети була можливість ефективніше використовувати ресурси. Це пов'язане із зміною одного чи декількох компонентів і з нововведеннями, що беруться відповідними спеціалістами. Таким чином, удосконалення системи завдяки аналізу моделей призводить до вдосконалення всієї діяльності роботи людини.

Бібліографічний список.

1. В. Гондюл. Системний аналіз // Українська дипломатична енциклопедія: У 2-х т./ Редкол.:Л. В. Губерський (голова) та ін. — К.:Знання України, 2004.
2. Ситник В.Ф. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1978.
3. Качан С.П.Регіональна економіка - К. : Знання, 2011.
4. Agromage.com /<https://agromage.com>
5. https://pidruchniki.com/metodi_naukovogo_doslidzhenny.

РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОГО ПОСІБНИКА З ВИКОРИСТАННЯ РЕДАКТОРА РАСТРОВОЇ ГРАФІКИ ADOBE PHOTOSHOP

Голотенко К. С., студент,

Глібко О.А., к.т.н., доцент

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут» (Україна, м. Харків)

***Анотація** – розглянуто сучасні шляхи освоєння як практичного, так і теоретичного навчального матеріалу для роботи у середовищі графічного редактора Photoshop CC 2018. Викладена структура, за якою формується покрокова послідовність набуття знань, умінь та навичок, та описані методи реалізації поставлених завдань. Наведені зразки графічної вхідної інформації та результати майбутніх робіт виконавців. Посібник орієнтований на широке коло осіб, що навчаються, а саме як для зацікавлених у навчанні студентів, так і для тих, хто ще не визначився з напрямком розвитку.*

***Ключові слова** – віртуальний посібник, теоретична частина, практична реалізація, растрова графіка, релевантність, графічний редактор Photoshop, скріншот.*

Постановка проблеми. Будь-який поточний навчальний матеріал має властивість втрачати свою актуальність з плином часу. Компанія «Adobe Systems», з моменту створення Photoshop, щороку оновлює програмне забезпечення цього продукту. Тому існує необхідність у постійному вдосконалюванні навчального матеріалу, задля підтримання сучасних знань та належної підготовки майбутніх спеціалістів.

Аналіз останніх досліджень. Завдяки лідируючим позиціям Photoshop у галузі растрової графіки існує достатньо велика кількість друкованих керівництв з роботи у різних версіях даного пакету, які відзначаються значним обсягом та спрямовані, зазвичай, на викладання теоретичного матеріалу [1,2]. Однак, знання, які студенти отримують на базі цих видань, не завжди є релевантними, або не встигають оновлюватися згідно потребам сьогодення. Крім того, беручи до уваги те, що дана робота орієнтована перш за все на молодіжну аудиторію, яка звикла отримувати знання переважно у вигляді інтернет-ресурсів [3] та спілкуватися у віртуальному середовищі, вона є, безумовно, актуальною і відповідає вимогам цільової аудиторії.

Формулювання цілей. Розробка віртуального посібника дасть змогу засвоїти базові та набути новітні навички роботи з Photoshop, розвинути

креативне мислення та розкрити потенціал студентів у галузі растрової графіки, залучити до активного використання оновленої сучасної версії програмного забезпечення, бо постійність, у сфері ІТ це не ознака майстерності, а неминуче втрачання перспективних позицій на ринку праці.

Основна частина. Концепція роботи полягає у наданні можливості студентам засвоювати як практичну складову, яка для них має вищий пріоритет, так і теоретичну частину, що дозволить їм зробити їхні навички універсальними та легше засвоювати нововведення з боку компанії розробника. Кожне з лабораторних занять має чітко сформовану структуру наступного виду:

1. План – тезове викладення завдань, які будуть поставлені в роботі.
2. Теоретична частина — стисле представлення теоретичного матеріалу.
3. Лабораторна робота — встановлення задачі та покрокове її виконання з використанням скріншотів та текстових пояснень для кожного кроку. Ця робота передбачає спільні завдання та матеріали для всіх студентів.
4. Самостійна робота — надається приклад покрокового виконання завдання з метою задіяти певні послідовності дій. Ця робота передбачає використання зазначеного алгоритму, але вже з використанням особистого матеріалу та творчого підходу.
5. Тестове опитування — онлайн опитування, яке нараховує десять запитань, що базуються на теоретичній частині.
6. Домашнє завдання — надається завдання, що передбачає використання певної послідовності дій (покроковий опис дій не надається) та пропонується зображення, як приклад реалізації поставленої задачі. Матеріали та теми студенти обирають переважно самі.

Одним із засобів звернення уваги та закріплення саме теоретичної частини є стисло сформульовані визначення, які стосуються тільки поточної теми. Наприклад, опис властивостей конкретного інструмента, принцип роботи коригувального шару, налаштування параметрів друку під певні вимоги тощо. Для закріплення теоретичного матеріалу кожна особа, що навчається, матиме змогу покращити свою оцінку, пройшовши онлайн тестування, яке складається з десяти запитань та трьох-чотирьох варіантів відповідей на кожний пункт залежно від складності запитання.

Такий засіб опитування значно покращить концентрацію уваги студентів, які будуть повторно перечитувати або згадувати теорію. В свою чергу викладач матиме змогу перевірити рівень підготовки кожного учня, збираючи данні на своєму комп'ютері та аналізуючи статистику, сформовану засобами Google Форм. Лабораторні та самостійні заняття розроблені задля залучення виконавців до інтенсивного освоєння, класичних та передових методів редагування, шляхом використання нетривіальних завдань та матеріалів. Кожен крок лабораторної роботи містить скріншот, з виділеними на ньому відповідними областями, для швидкої орієнтації студента в інтерфейсі програми. Кожне зображення

супроводжує короткий надпис, що описує поточну дію і пропонує альтернативну реалізацію за рахунок використання гарячих клавіш.

Домашні завдання надають студентам можливість розкрити свої творчі здібності, завдяки тому, що поставлена задача не примушує використовувати завчасно підібрані матеріали або жорстко сформовані алгоритми. Головна вимога до студентів — бути креативними та, спираючись на практичний матеріал, створювати авторські проекти, які зможуть справити враження на спостерігача. Особливістю даної роботи стало залучення до співпраці студента тієї ж вікової категорії, що й та, на яку орієнтований навчальний курс. Це дало змогу краще зрозуміти інтереси та потреби цільової аудиторії та, як наслідок, підбирати найактуальніші матеріали для практичних робіт. Одним з іронічних прикладів такого експерименту стало завдання першої самостійної роботи, в якій статусній іномарці необхідно було «прикрутити» колеса всюдихідного трактора (рис.1).



Рис. 1. Результат виконання самостійної роботи першого заняття

Висновки. Досвіт, що отримують студенти при реалізації завдань, що передбачені даним посібником, дозволить у цікавій та зручній для них формі набути необхідних знань, умінь та навичок у галузі розробки та редагування растрових зображень, спрямованих для використання у різних сферах дизайн-діяльності. Перспективним напрямком подальшого розвитку роботи є можливість доповнити її розділи відеоуроками відповідної тематики, з метою надання зручності та зацікавленості студентам за допомогою і такої форми навчання.

Бібліографічний список

1. Келби Скотт Adobe Photoshop CS6. Справочник по цифровой фотографии : Пер. с англ. – М. : Издательство «Вильямс», 2013. – 458 с.
2. Фуллер Д. Photoshop. Полное руководство. Официальная русская версия./Д. Фуллер, М.Финков, Р.Прокди. – СПб.: Наука и техника, 2017. – 464с.
3. Учебники для Фотошопа [Электронный ресурс] / сайт demiaart.ru – Режим доступа : <https://photoshop.demiaart.ru/photoshop-manual.shtml> –2000 – 2019г. – Загл. с экрана.

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТУ ОБ'ЄМНОЇ АНІМАЦІЇ НА ОСНОВІ ДВОВИМІРНОГО ЗОБРАЖЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ГРАФІЧНОГО ПАКЕТУ ADOBE PHOTOSOP

Гладковська А.Д., студент,

Глібко О.А., к.т.н., доцент.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», (Україна, м. Харків)

***Анотація** - У статті розглядаються можливості використання тривимірних (3D) інструментів графічного пакету Photoshop для моделювання стилізованих об'ємних анімацій на основі двовимірних (2D) зображень, створених у середовищі самого пакету. Отриманий продукт може використовуватися у сфері реклами, освіти чи мистецтва. Проаналізована доцільність створення об'ємної анімації в Photoshop, та подальші напрямки її використання.*

***Ключові слова** – візуалізація, анімація, растрова графіка, комп'ютерна графіка, моделювання*

Постановка проблеми – Стандартна візуалізація сюжетів у вигляді звичайних або анімованих ілюстрацій не завжди відповідає сучасним потребам швидкозмінного креативного цифрового ринку. А оскільки в багатьох сферах, особливо в рекламі, саме графіка повинна приваблювати увагу спостерігача, виникає потреба в розробці нових способів створення графічного продукту.

В сучасних умовах великої популярності досягла 3D-графіка, адже вона надає можливість створення достатньо універсальних моделей та сцен для багаторазового використання у різновидах графічної продукції широкого спектру спрямування.

З іншого боку, вона потребує великої затрати технічних ресурсів та часу. Значно цікавішим є підхід, що надає можливість використання 2D-малюнку для перетворення його у 3D й отримання ефекту об'ємної сцени з одного зображення. Це потребує меншої кількості об'єктів, а отже і ресурсів, ніж повномасштабна сцена у 3D-пакеті. При цьому такий підхід повертає яскраві та ефектні моменти, які притаманні малюнку, та дозволяє отримати стильний й привабливий графічний продукт. До того ж, якщо врахувати, що все буде виконуватися в одній програмі, то можна стверджувати, що це звільняє від проблем та нюансів конвертації зображень та надає необмежені можливості щодо маніпуляції окремими частинами зображення.

Аналіз останніх досліджень - В літературі досить мало даних про використання такого методу відтворення анімаційної графіки. Більшість робіт аналізує технології та можливості класичної комп'ютерної анімації, та її використання у різних сферах життя [1,2,3].

Формування цілей (постановка завдання) - Мета даної статті - опис етапів створення анімованого 3D-зображення з використанням 2D графіки та аналіз можливостей застосування даного методу.

Основна частина - Для того щоб створити об'ємну сцену з одного двовимірного зображення, потрібна попередня підготовка й організація проекту. Можна вважати це найважливішим й найскладнішим етапом. При створенні елементів зображення треба визначити структуру окремих шарів проекту і мати чітке уявлення, які об'єкти повинні бути на одному шарі, а які окремо, які предмети розташовані ближче до глядача, які подалі та врахувати інші фактори.

Тобто треба уявляти цільну ілюстрацію як сцену театру з декораціями, де відстань між ними, що встановлена вже на етапі 3D-моделювання, буде створювати ілюзію об'єму, так звану театральну перспективу. Також важливо розділити зображення умовно на 3 основні плани – передній, основний та задній. Це будуть основні групи, в яких вже визначиться своя структура шарів, індивідуальна для кожного конкретного зображення (рис.1).



Рис.1–Готова ілюстрація виконана в Photoshop і розмежована на шари.

Коли зображення має фінальний вигляд, і шари чітко структуровані, настає етап 3D-візуалізації. З використанням інструментів 3D панелі всі шари зображення мають сформуватися в одну 3D сцену, де кожен елемент – плоске зображення. Потім виставляється необхідний порядок, відстань і кут нахилу.

Оскільки, на відміну від 3D-моделювання, програма не вимушена вираховувати кількість полігонів, освітлення, тіні, відблиски та інш., то процес потребує значно менших ресурсів комп'ютера, що позначається на швидкості, а також не обмежує автора з точки зору технічних ресурсів

Фінальний етап – праця з напрямком камери, та розподіленням ключових кадрів за допомогою інструментальної панелі – Анімація. Головне, створити такі кадри, щоб виникало враження руху окремих елементів зображення. У підсумку отримуємо повноцінну анімовану сцену, що вимагає менших технічних ресурсів ніж повноцінна 3D-анімація (рис.2).

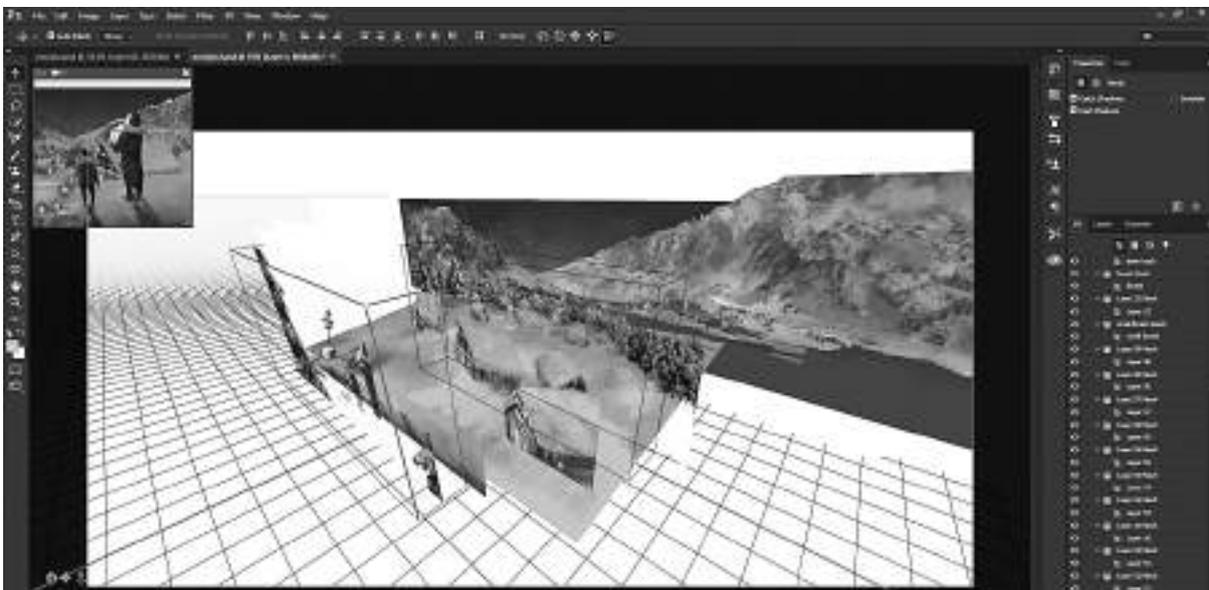


Рис.2 –Процес візуалізації у вигляді об’ємної сцени

Висновки – 2D – найстаріший спосіб створення зображень, якому притаманна неймовірна виразність. Використовуючи 3D інструментарій для 2D-анімації статичного зображення та об’єднуючи сильні сторони обох підходів можна додавати нюанси, які можливі тільки в малюнку «від руки», та застосовувати технології і переваги тривимірної анімації.

Бібліографічний список:

1. Дж. Ли. Трёхмерная графика и анимация / Дж. Ли, Б. Уэр. – М. : Вильямс, 2002. – 640 с.

2. Момот Р.А. Про комп’ютерну анімацію та технології її створення / Р.А. Момот, А.О. Юрченко // Україна майбутнього: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 12-14 вересня 2018 р., м. Суми. – Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2018. – С. 75-76.

3. Юрченко А.О. Відеографіка як один з видів інфографіки для створення динамічних відео-анімацій / А.О. Юрченко // Україна майбутнього: перспективи інтеграції та інноваційного розвитку: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 12-14 вересня 2018 р., м. Суми. – Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2018. – С. 81-83.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРА ВОДНЮ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЮ ВІБРАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ

Єсаф'єв Є.О. ¹, учень,
Луговський О.Ф. ², д.т.н.,
Ночніченко І.В. ², к.т.н.,
Костюк Д.В. ², к.т.н.

1 - Спеціалізована школа №317, (Україна, м. Київ)

2 - КПІ ім. Ігоря Сікорського (Україна, м. Київ)

***Анотація** – в статті розглянуто підвищення ефективності генерації газу ННО за рахунок застосування модуля вібраційних коливань, інтенсивність яких перевищує поріг виникнення кавітації.*

Розроблено стенд для дослідження ефективності роботи генератора водню з ультразвуковим кавітаційним блоком для прискорення відриву пухирців газу від поверхні електродів. Підтверджена ефективність даного способу. Отримане зростання кількості виділеного газу під час вібраційного впливу.

Розглянуто спосіб живлення генератора від сонячної панелі.

***Ключові слова** – генератор водню, ультразвукова кавітація, вібраційні коливання, водень.*

Постановка проблеми. У наш час в якості палива часто використовують вугілля, нафту чи газ. Під час спалювання цих продуктів в атмосферу викидається багато шкідливих газів. Крім того, ці природні ресурси ще й доволі стрімко закінчуються. Тому перспективною є воднева енергетика, адже запаси водню є дуже великими і в результаті роботи енергетичних систем на водні не виникає забруднюючих речовин.

Аналіз останніх досліджень. В промисловості водень часто отримують за допомогою хімічних реакцій, у яких кінцевим продуктом є чадний газ або вуглекислий газ [1 - 3]. Крім того, розповсюдженим є електрохімічний спосіб, в якому, пропускаючи електричний струм через електроліт на основі води, отримують водень та кисень.

Основним недоліком електрохімічного методу отримання водню є його велика енергоємність. Тому для водневої енергетики перспективною і актуальною задачею є розробка електрохімічних технологій генерації водню з використанням оборотних процесів чи альтернативних джерел енергії. Такі альтернативні джерела як вітрові, сонячні чи водні можуть

повністю забезпечити роботу даного пристрою. На сьогоднішній день генератори газу Брауна активно використовуються на ринку автолюбителів. Тому ця технологія зараз активно впроваджується в якості каталізатора горіння або альтернативного палива на сучасних транспортних засобах з застосуванням прямого перетворення в паливних комірках.

Формулювання цілей. Ціллю статті є підвищення ефективності та продуктивності роботи електролізера – генератора воднево-кисневої суміші.

Постановка завдання:

- проведення експериментальних досліджень та оцінка ефективності роботи електролізера;
- виявлення основних факторів, які впливають на продуктивність роботи електролізера;
- розробка способів та конструктивних рішень для підвищення ефективності генерації водню.

Основна частина. Авторами були проведені дослідження технології отримання водню з використанням електролізера, у яких було отримано залежність продуктивності й стабільності роботи генератора водню від температури електроліту [3]. Подальші дослідження були спрямовані на виявлення шляхів підвищення ефективності роботи електролізера.

Під час експериментів було виявлено, що під час роботи електролізера бульбашки водню та кисню на певний час затримуються на поверхні електродів, що призводить до зменшення ефективної площі електродів і, відповідно, до сповільнення швидкості виділення горючого газу (рис.1).

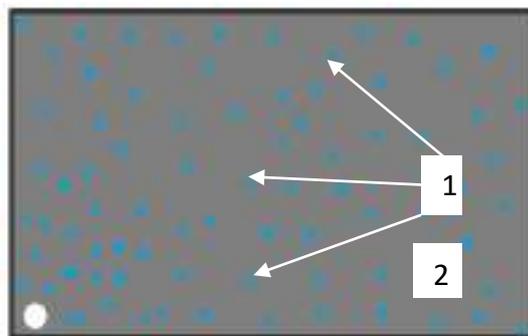


Рис.1. Схема пластины з “прилиплими” бульбашками газу
(1- бульбашки газу, 2(■) - ефективна площа пластины)

Задля збільшення продуктивності генератору водню необхідно прискорити відрив бульбашок газу, тобто «струсити» їх за рахунок турбулізації електроліту в ємності електролізера, наприклад, за допомогою ультразвукової кавітації або низькочастотних вібраційних коливань. Було запропоновано три варіанти щодо струшування цих бульбашок з поверхні електродів:

- за допомогою вібраційного блоку низькочастотних коливань;
- за допомогою ультразвукової кавітації;

- за рахунок застосування широтно-імпульсного способу збудження ультразвукових випромінювачів;
- поєднання всіх трьох варіантів.

Для проведення експериментальних досліджень було зібрано стенд для порівняння роботи електролізера без та з впливом низькочастотних вібрацій ззовні (рис.2).

Вимірювання проводились в однакових умовах і кожна контрольна точка перевірялась декілька разів у відповідності з теорією планування експерименту. Експериментально встановлено, що при вібрації з частотою 50 Гц, амплітудою $\pm 0,5$ мм та потужністю 47 Вт досягається покращення продуктивності роботи генератора водню (табл.1). Аналіз залежності показав, що збільшення продуктивності генерації суміші газів складає в середньому 15-17%.

В результаті математичної обробки були отримані залежності витрати газу від температури електроліту, які мають лінійну залежність (рис. 3). Дані можуть бути використані при побудові системи керування роботою електролізера та підтримки раціональних режимів роботи.

Для більшої автономності генератора водню у майбутньому планується використовувати альтернативні відновлювальні джерела енергії для живлення електросхеми керування. У різних регіонах можна використовувати різні варіанти: енергія течії, хвиль, вітрову, сонячну або симбіоз цих технологій.

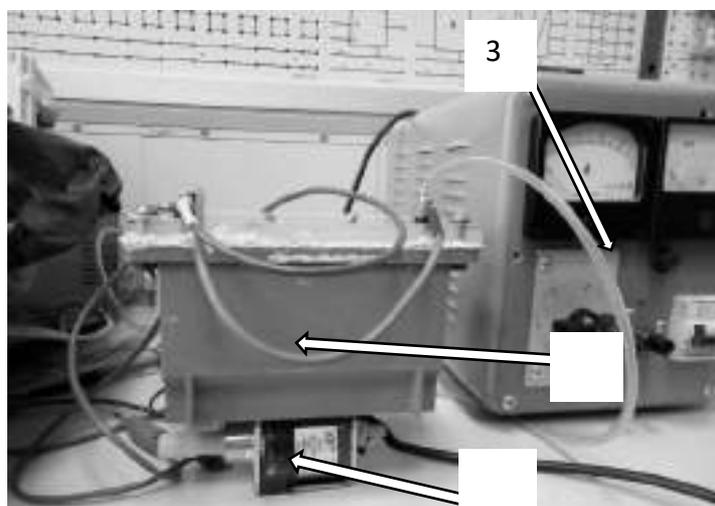


Рис.2. Загальний вигляд експерименту з блоком вібрацій (1-електролізер, 2-вібруючий елемент, 3-блок живлення)

Найпростіший і найдоступніший з цих варіантів – сонячна панель (рис.4). Її технічні характеристики: $I_{max}=1,1A$, $U_{max}=18V$. Також є контролер і батарея (12 В, 7,2 А/г), завдяки якій генератор водню зможе ефективно працювати при змінній інтенсивності сонячного (рис. 4).

Коли генератор водню не працює сонячна панель заряджає батарею, енергію якої потім можна використати для роботи вночі або для збільшення продуктивності генератора у денний час.

Розроблений варіант електролізера має невеликі габарити та вагу і відрізняється високою технологічністю виготовлення. Він не потребує ущільнень електролітичних комірок і може бути використаний у об'єктах з невеликим споживанням водню, наприклад, у безпілотних літальних апаратах у якості генератора палива.

Табл.1

Результати дослідів

I експеримент – без коливань					
сила струму I, А	U, В	об'єм газів V, л	час τ , с	t, °C	Q л/хв
1,85	60	0,05	16	35	0,1875
2,15	60	0,05	10	46	0,3
2,30	60	0,05	7	55	0,428571429
II експеримент – вібраційні коливання					
I, А сила струму	U, В	об'єм газів V, л	τ , с	t, °C	Q л/хв
1,85	60	0,05	12,5	35	0,24
2,2	60	0,05	8	46	0,375
2,35	60	0,05	5,5	56	0,545454545

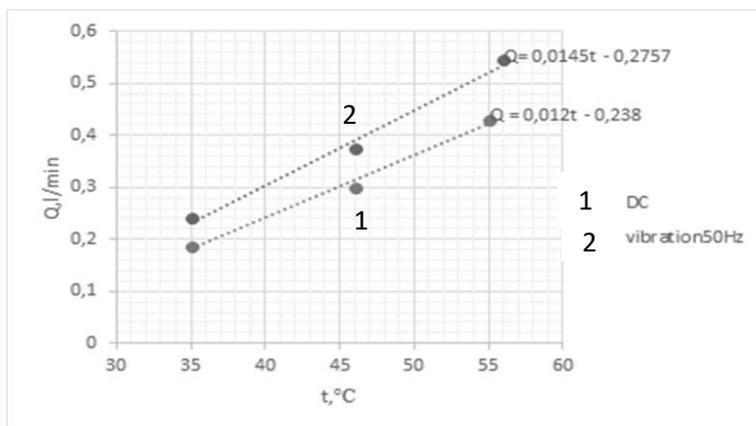


Рис.3. Порівняння результатів експериментів без та з вібраціями у вигляді графічних залежностей

Експериментально підтверджено працездатність та ефективність електролізера з невеликими габаритами.

Висновки. За результатами досліджень була отримана залежність часу виділення сталого об'єму газу від температури при різних початкових значеннях струму і температури, а також швидкість протікання хімічної реакції з виділенням сталого об'єму газу від температури. Для підвищення часу роботи генератора, який працює на основі електролізу, запропоновано модернізувати конструкцію за рахунок застосування циркуляційного насосу в змінних умовах експлуатації.

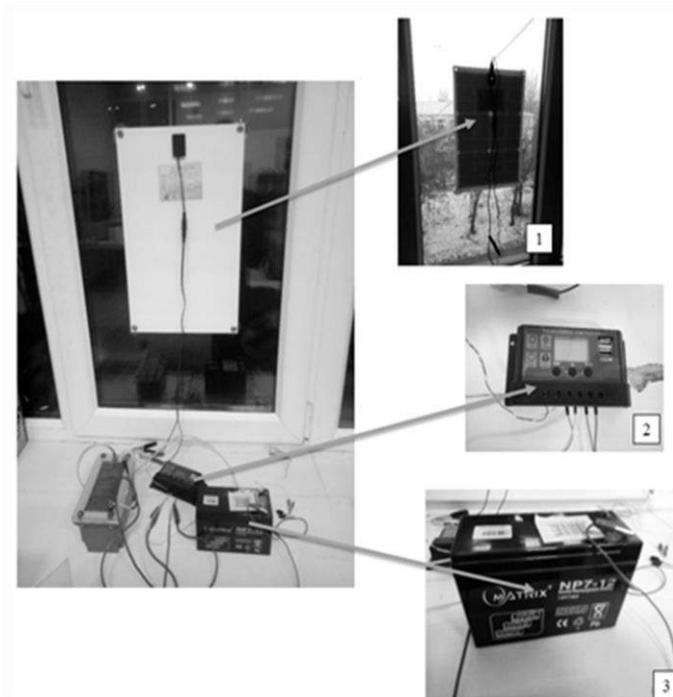


Рис.4. Схема для перевірки роботи електролізера з сонячною панеллю та контролером
(1 - сонячна панель; 2 - контролер; 3 - акумулятор)

Виявлено проблему налипання бульбашок газів на поверхні електродів під час роботи електролізера. Запропоновані варіанти її вирішення.

Проведено порівняння роботи електролізера при наявності зовнішніх низькочастотних вібрацій та при звичайній роботі. Доведено підвищення продуктивності роботи електролізера під впливом низькочастотних вібраційних коливань до 17 %.

У першому наблизенні проведено експеримент з використанням сонячної панелі в якості джерела автономного живлення. В подальшому планується виконати порівняння ефективності застосування низькочастотних вібраційних коливань з ультразвуковою кавітацією.

Бібліографічний список

1. Якименко Л.М., Модылевская И.Д., Ткачек З.А. Электролиз воды издательство Химия. Москва. 1970. -264с.
2. Ночніченко І. В. Перспективи застосування hho-електролізера для генерації газу Брауна як домішки до рідкого палива в автомобільному транспорті XXII Міжнародна науково-технічна конференція «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», м. Черкаси 2017. -30-31 с.
3. O. Luhovskyi Increase generation efficiency of hydrogen by the means of ultrasound field and the mechatronic control system of the operation mode / I.Nochnichenko, A. Zilinskyi, V. Mironchuk// International scientific conference “UNITECH 2018”. Vol. I. – Gabrovo, Bulgaria, pp. 1-7, 2018 p.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРУ ВОДНЮ З МЕХАНОТРОННОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ

Ситнюк Г.О., студент,
Ночніченко І.В., к.т.н.,
Костюк Д.В., к.т.н.,
Довгополий М.М., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського (Україна, м. Київ)

***Анотація** – стаття присвячена дослідженню способів підвищення ефективності генерації газу ННО за рахунок забезпечення довготривалої роботи генератора водню та забезпечення підтримки заданого робочого режиму.*

Розроблено стенд для перевірки ефективності роботи генератора водню, що включає модуль охолодження на основі елемента Пельтьє, модуль циркуляції та фільтрації електроліту та систему обдуву пластин.

Розглянуто вплив модулів на підвищення часу експлуатації генератора водню на заданому режимі роботи.

***Ключові слова** – електроліз, генератор водню, температурні режими роботи.*

Постановка проблеми. Станом на сьогоднішній день актуальним є питання, що стосується максимально ефективного використання альтернативних джерел енергії [1]. До таких відносяться сонячні, вітрові та водні. Вони вже здатні забезпечувати людей електроенергією [1].

Крім того перспективною є воднева енергетика, що базується на використанні водню, найпоширенішого хімічного елемента, для отримання енергії. З нього можна отримати як електроенергію, так і паливо.

Щодо останнього, то ключова теза полягає у тому, що тільки спалювання водню є абсолютно екологічно безпечним, оскільки при цьому нічого, крім води, не утворюється. Якби водень був так само доступний та мав невелику собівартість, як і природний газ, він би дійсно став ідеальним паливом, яке не забруднює навколишнє середовище [2, 3].

Електроенергія з водню може бути отримана за допомогою паливних комірок, що працюють на водні та кисні. Вони дозволяють досить ефективно отримувати електричний струм, адже газу не потрібно спалювати. Електрична енергія з'являється за рахунок електрохімічних перетворень («холодного горіння»), з КПД 60-80 %. Таким чином,

акумулюючи водень можна запасати електроенергію, яка не завжди може стабільно постачатися із відомих сьогодні альтернативних джерел енергії [5].

Проте весь цей процес є технічно та економічно недоцільним, якщо не забезпечено енергетично та економічно ефективне отримання хімічно чистого водню. Як тільки буде знайдено ефективний спосіб отримання водню, паливні комірки зможуть зайняти нішу звичних джерел електроенергії, працюючих на кисні та водні.

Перспективним у цьому напрямку є електролізний спосіб отримання ННО, адже він потребує лише електроенергію та зміну електроліту. І тут головним питанням постає витрата електроенергії у порівнянні з видобутим паливом.

Через відносно невисоку ефективність роботи генератор водню такий спосіб іноді може бути економічно недоцільним. Саме тому проводиться чимало дослідів з метою знаходження способів підвищення та інтенсифікації ККД генераторів ННО.

Аналіз останніх досліджень. Як відомо, в результаті електролізу можна отримати суміш газів водню та кисню – газ Брауна. Однак газ Брауна є не досить зручним та безпечним для використання напряму у двигунах внутрішнього згорання чи для зберігання. За рахунок використання пористих спеціальних мембран, що пропускають молекули водню, але не пропускають молекули кисню, можна розділити два гази з метою подальшого використання у паливних комірках.

Проведені раніше дослідження [1, 4] показали вплив умов експлуатації, а саме температурних режимів роботи генератору водню, на ефективність перебігу реакції електролізу. Також у даних роботах було виявлено, що за високих температур генератор водню починає неефективно працювати (меншає кількість видобутого газу за одиницю часу) або ж виходить за межі безпечної та стабільної роботи. В той же час за температури нижче 25°C реакція електролізу є дуже неефективною. Тому найраціональніше підтримувати режим роботи при температурі 25°C – 35°C (електроліт – водний розчин NaHCO_3), а в деяких випадках у залежності від електроліту до 50°C (електроліт – водний розчин KOH) [1, 4].

Формування цілей. Досягти підвищення ККД роботи генератора водню шляхом забезпечення раціонального температурного режиму.

Постановка завдання:

1. Забезпечити робочу температуру електроліту в діапазоні 25°C...35°C.
2. Забезпечити якомога більший можливий час безперервної та стабільної роботи генератора водню в заданому температурному режимі.

Основна частина. Після створення експериментально-дослідного зразка генератора водню було розроблено систему вимірювання та методику проведення досліджень для зняття його робочої характеристики (рис.1).

Схема включає у себе генератор водню, що має варіанти подачі напруги на пластини як безпосередньо від блоку живлення, так і через модуль широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Частота імпульсів модуля ШІМ – 100 Гц, шпаруватість імпульсів – 50%, амплітуда імпульсів – 60 В. Електролізер складається з 24 пластин, які виготовлені з нержавіючої сталі марки AISI 316; розміри робочої комірки 90×90×3 мм.

При дослідженні роботи генератора водню вимірювалася витрата газу, що виділявся, фіксувалася температура електроліту і сила струму, що проходить через електроліт. Вимірювання виконувалися за допомогою контролеру Arduino Uno R3 на основі мікроконтролера Atmega 328P та датчиків-сенсорів (датчики температури, пристрої для вимірювання струму), що надають можливість гнучко керувати роботою генератору на програмному рівні та зчитувати данні з датчиків на ПК.

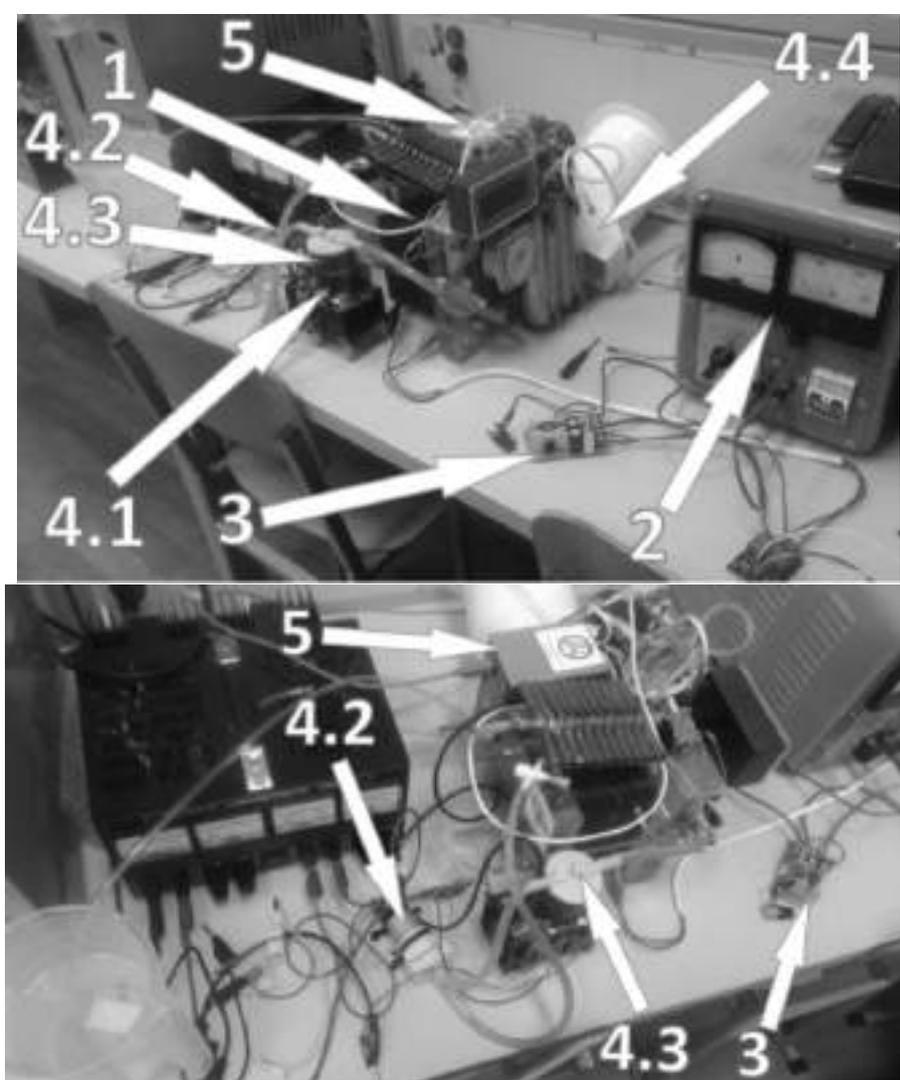


Рис. 1 – Фото експериментального стенду

(1 - генератор водню, 2 - блок живлення, 3 - широтно-імпульсний модулятор, 4 – модулі охолодження: 4.1 – теплообмінний модуль на основі елемента Пельтьє, 4.2 – насос для циркуляції електроліту, 4.3 – система фільтрації, 4.4 – обдув генератора водню. 5- контролер для обробки даних)

Слід зазначити, що одним з основних факторів, що впливають на процеси електролізу, є температурні умови експлуатації (температура електроліту), що зумовлює необхідність оснащення системи блоком для підтримки раціональної температури (наприклад теплообмінником).

Для підвищення часу роботи генератора водню розроблено систему охолодження, що конструктивно складається з циркуляційного насосу, спеціального охолоджуючого модуля (елементу Пельтьє) та вентиляційного обдуву. Дані зміни в конструкції (рис. 2) дозволили збільшити час стабільної роботи в заданому температурному діапазоні до 6 годин.

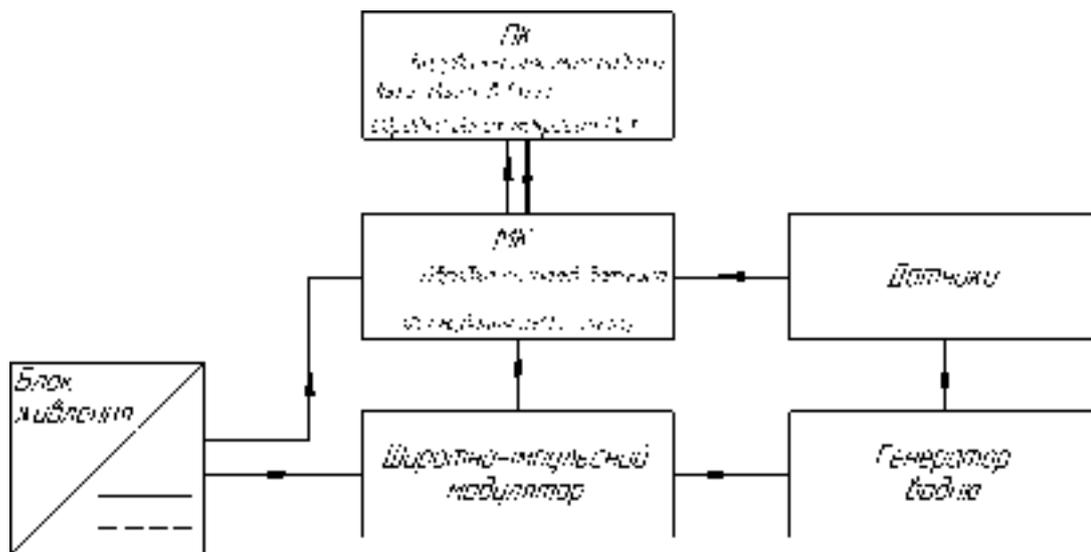


Рис. 2 – Блок-схема роботи мехатронного генератора водню

Мікроконтролер (МК) підключається до зовнішнього джерела живлення чи працює від ПК. Температурні датчики та витратомір з'єднуються з мікроконтролером та відповідно до завантаженої програми зчитують поточні дані, роботи генератора водню. Після цього отримані дані записуються на ПК, і за допомогою відредагованої під потреби даного дослідження програми PLX-DAQ Simple Test оброблюються, а значення записуються в Excel кожні 10 секунд (для температури та тиску береться середнє значення у вказаному проміжку часу). На основі даних на мікроконтролері формується сигнал, та програма приймає рішення стосовно керування режимом роботи електролізером через ШІМ сигнал. Маючи вольт-амперну характеристику генератора водню та температурні дані можна розрахувати кількість газу, що виділяється. Це дозволяє забезпечити за рахунок зворотного програмного зв'язку ефективність роботи генератора водню залежно від температури електроліту та сили струму, що протікає через електролізер. Отримані експериментальні дані дозволили визначити залежність температури електроліту від часу роботи для двох режимів: з увімкненою та вимкненою системою охолодження (рис. 3).

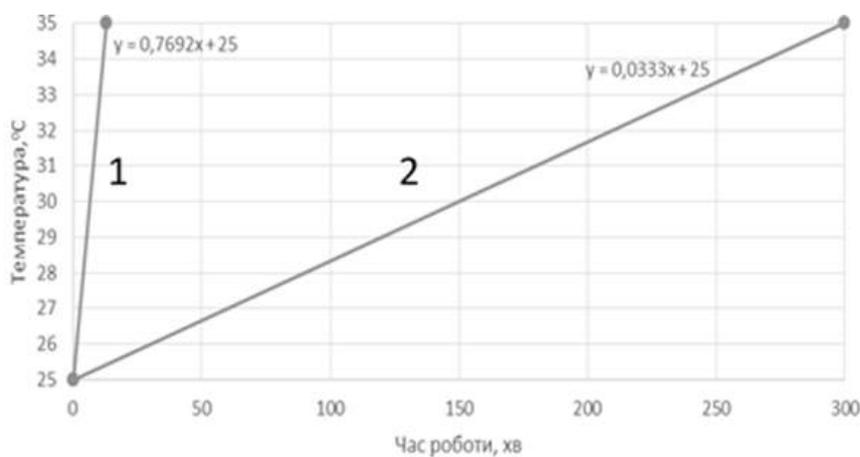


Рис. 3 – Залежність температури електроліту від часу роботи (1-характеристика роботи за відсутності систем охолодження; 2- характеристика роботи за наявності систем охолодження)

Висновки. Розроблено варіант генератора водню з мехатронною схемою керування режимами роботи від комп'ютера, що забезпечує ефективну роботу в температурному діапазоні 25 – 35°C. Експериментально підтверджено ефективність запропонованої схеми температурної стабілізації. При цьому час безперервної роботи збільшився у 15 разів у порівнянні з роботою без системи охолодження, і було досягнуто безперервний час роботи 6 годин.

Бібліографічний список

1. Єсаф'єв Є. О., Підвищення ефективності електролізера за рахунок керування його температурними режимами роботи /І. В. Ночніченко, В. С. Мирончук, Г. О. Ситнюк // Тези доповідей VII-ої конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених".– 2018. – С. 31–35.
2. Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г. Введение в водородную энергетику., М.: Энергоатомиздат, 1984. – 264. с.
3. Якименко Л.М., Модылевская И.Д., Ткачек З.А. Электролиз воды издательство Химия. Москва. 1970. -264с.
4. Ночниченко И. В. Перспективы применения hho-электролизера для генерации газа Брауна в качестве примеси к жидкого топлива в автомобильном транспорте XXII Международная научно-техническая конференция «Гидроаеромеханика в инженерной практике», м. Черкаси 2017. -30-31 с.
5. Eenergy.media. Австралия построит первую электролизную станцию на водороте [Електронний ресурс] / Eenergy.media. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://eenergy.media/2018/02/23/avstraliya-postroit-pervuyu-elektroliznuyu-elektrostantsiyu-na-vodorode/>.

DEVELOPMENT OF KNEE JOINT EXOPROSTHESIS BASED ON MAGNETORHEOLOGICAL DAMPER

Mykhailo Dovhopolyi, Student,

Ihor Nochnichenko, PhD,

Dmytro Kostiuk, PhD,

Aleksandr Galetsky, PhD.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (Kyiv, Ukraine)

Abstract – *The aim of work is devoted to the determination of the geometric dimensions of a magnetorheological damper for exoprosthesis of the human knee joint. The peculiarity of the work lies in the fact that it is necessary to realize the possibility of sufficient depth adjustment of the characteristics of the damper in the highly limited dimensions of the damper device. The given work can be applied in the future for the modernization of damping devices, which should provide great effort of resistance force in small dimensions.*

Keywords – *magnetorheological fluid, magnetorheological damper (MR damper), operating conditions, loads.*

Formulation of the problem. In order to reproduce the realistic movement of a person, it is necessary for the design of the knee joint prosthesis to provide the exact dimensions of the spatial frame and damping device. Damper takes the most loads and "softens" the prosthesis in the process of movement [1 - 4], and the accuracy of its design and execution should be very high. The principle of its work is to dissipate the energy of motion by viscous friction of the fluid in the throttle. This cause to increase the temperature of the working fluid, which affects the rheological characteristics of the fluid and reduces the characteristic of the damper. It is necessary to provide the possibility of autonomous control of the characteristic of the damper, depending on the type of the human movement and the temperature conditions of operation, to reproduce the movement's realism due to the design of the prosthesis and damper.

Analysis of recent research. It is known that the characteristic of the magnetorheological damper is described by the dependence of the tension of fluidity of the magnetorheological fluid on the applied magnetic field [4]. Based on previous studies [5], in which the dimensions of the regulated concentric throttle were determined, further development of the MR damper is possible. The feature of the proposed magnetorheological damper is the ability to provide a rapid change in its characteristics in dozens of times.

Formulation of aims. To develop a structural scheme of a damping device based on the use of a magnetorheological fluid for a knee joint, which provides

variable operating modes, depending on the temperature conditions of operation and the type of human movement.

Setting objectives:

1. To propose a constructive scheme of a MR damper.
2. Based on the previous studies of the magnetorheological effect, calculate the optimal dimensions of the damper based on the operating conditions.

Main part. The knee joint exoprosthesis should be convenient for the patient. That should in extent necessary reproduce the realism of the movement. To reproduce the movement, it is necessary to provide a comfortable design by maximally rational placement of kinematic pairs and development of a module that will allow to reproducing motion as smoothly as possible. This module is a magnetorheological damper, to which a number of criteria are put forward:

- 1) Create resistance forces up to 750 N;
- 2) Operating stroke in 20 mm (61 mm -lengthened, 81 mm-elongated);
- 3) Ability to automate control of the characteristics of the damper, depending on the nature of the movement.

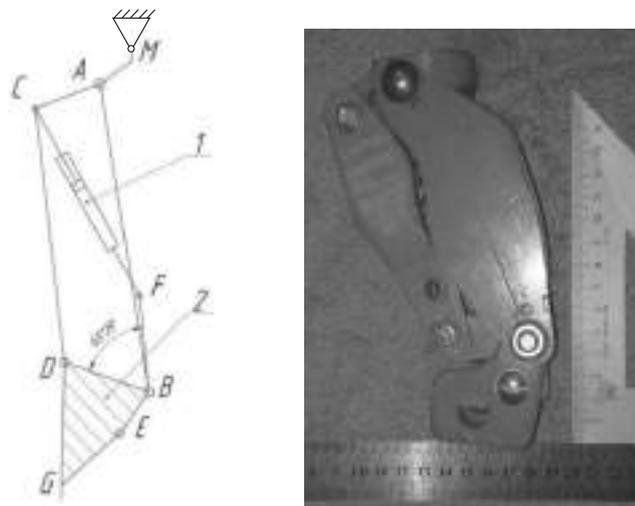


Fig.1 – Kinematic scheme and the prototype of exoprosthesis knee joint (1—MR damper; 2—body for fastening to the thigh;).

For the kinematic scheme of the exoprosthesis, we give the following data: constant linear dimensions: $AB=117,5\text{mm}$; $AC=27\text{mm}$; $CD=96,3\text{mm}$; $DB=35\text{mm}$; $BE=19,4\text{mm}$; $BF=36\text{mm}$; $EG=30\text{mm}$; $AM=15\text{mm}$; variable linear dimensions: $CF=81\text{mm}$ with elongated damper (61mm when retracted); variable angular dimensions: $\angle MAB=114,5^\circ$; $\angle CAM=166^\circ$; $\angle ACD=103^\circ$; $\angle DCF=23,4^\circ$; $\angle CAB=80^\circ$.

For a prototype of knee joint exoprosthesis a kinematic scheme is drawn (Fig. 1), based on which we can recreate the human motion and write the equation of motion for certain bodies. The figure shows that each body is connected to other bodies by joints, which provides only one degree of freedom of one body relative to another. The damping device can be considered as three kinematic pairs of the fifth class (hinge connection of a rod and a cylinder with an exoprosthesis body and a translational motion of the piston in the cavity of the cylinder). An

important feature is the absolute rigidity of the body, which includes the points F, B, D, G, E, and the hinged connection at point E acts as a stress concentrator and increases the stability of the structure.

The next step is the output of the equation of motion of this mechanism. To do this, we determine the equation of the moments of forces relative to the origin of the coordinates (Fig. 2). This equation should be written as a function of the angle of the foot lift. Consider the case of a load with a certain force that acts equally on each of the links of the mechanism. To do this, we apply this force in parallel to axis Z, defined as $F_M^i = M^i(g \pm a)$. Next step is to determine the mass M_i and the position of the centres of the masses of each of the bodies of the mechanism and determine their dimensions. The angle of the lift of the foot is denoted by θ , [rad]. It is the rotation around the Y axis.

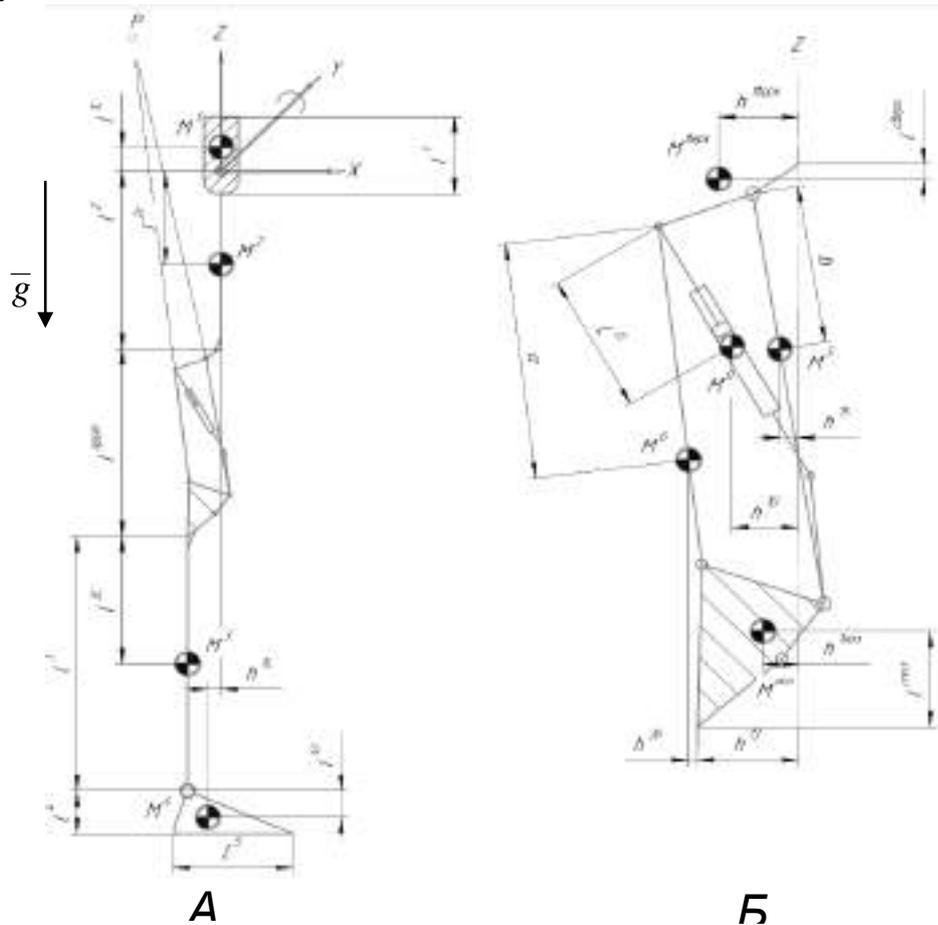


Fig.2 – Calculation scheme of knee joint
(A—main scheme, B—scheme of knee joint exoprosthesis).

In the calculation scheme (Fig. 2): M^i — masses of individual bodies; l^i — linear sizes of bodies; l^{ic} — distances, which determine the position of the center of the masses of a certain body along the Z axis; h^{ij} — distances, which determine the position of the center of the masses of a certain body along the X-axis; a , b , L^D — distance to the centers of mass along a specific axis for some bodies. Point P is an instant centre of rotation (ICR) of a damper. Now we can write the equation by which the torque is determined (1):

$$T(\theta) = -M^1 l^{1c} \sin\theta + M^2 l^{2c} \sin\theta + M^3 ((-h^{13} \cos\theta) + (l^2 + l^{\text{ipot}} + l^{3c}) \sin\theta) + \\ + M^4 ((-h^{14} \cos\theta) + (l^2 + l^{\text{ipot}} + l^3 + l^{4c}) \sin\theta) + M^5 ((-h^{15} \cos\theta) + (l^2 + AM \cos \angle MAB + \\ + b \cos \angle CAM) \sin\theta) + M^6 ((-h^{36} - h^{13}) \cos\theta) + (l^2 + AM \cos \angle MAB + a \sin \angle ACD) \sin\theta) + \\ + M^D ((-h^{1D} \cos\theta) + (l^2 + AM \cos \angle MAB + CA \cos \angle CAB + L^D \cos \angle DCF) \sin\theta) + \\ + M^B ((-h^{1B} \cos\theta) + (l^2 + l^{CB}) \sin\theta) + M^H ((-h^{1H} \cos\theta) + (l^2 + l^{\text{ipot}} - l^{CH}) \sin\theta) \quad (1)$$

Substitute the following values in the equation (1):

$M^1=2,4$ kg	$M^H=0,287$ kg	$l^{3c}=175$ mm	$h^{36}=3,1$ mm
$M^2=1,1$ kg	$l^1=100$ mm	$l^{4c}=20$ mm	$h^{13}=27,39$ mm
$M^3=1,64$ kg	$l^2=130$ mm	$l^{CH}=4,71$ mm	$h^{14}=20$ mm
$M^4=0,62$ kg	$l^3=350$ mm	$l^{CB}=6,18$ mm	$h^{15}=1,94$ mm
$M^5=0,139$ kg	$l^4=65$ mm	$l^{\text{ipot}}=158,27$ mm	$a=58,37$ mm
$M^6=0,098$ kg	$l^5=265$ mm	$h^{1B}=19,43$ mm	$b=49,5$ mm
$M^D=0,15$ kg	$l^{1c}=20$ mm	$h^{1H}=4$ mm	$L^D=22,25$ mm
$M^B=0,15$ kg	$l^{2c}=50$ mm	$h^{1D}=27,56$ mm	

As a result, we show the dependence of the torque T on the angle of lifting the leg θ (fig.3):

Now consider the case when simultaneously with the lifting of the leg the knee joint moves. In this case, for various types of human movement, the knee prosthesis can work in different regimes. It means that movements in the knee not dependent on the angle of lifting the leg.

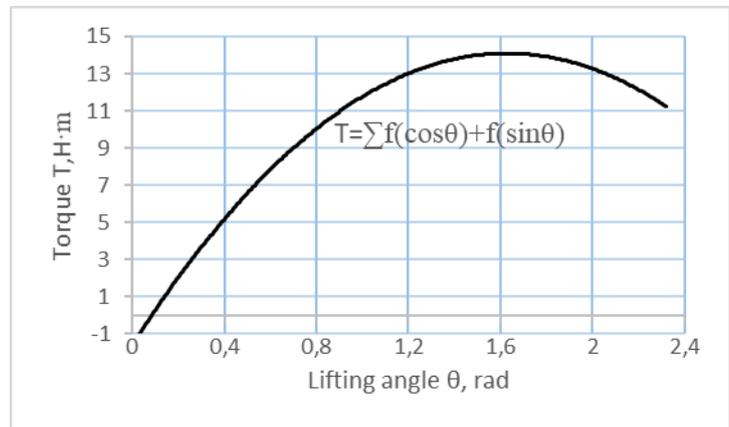


Fig.3 — Depending of the torque T on lifting angle θ .

The effort of the resistance of the damper primarily appears due to the load taken by the MR damper, as well as the torque acting directly on the damping device [5]. So we can write that:

$$\begin{cases} F = \Delta P * S \\ F = \frac{T_{max}}{D_p} \end{cases}, \quad (2)$$

where: D_p — the distance between the centre of mass of the magnetorheological damper and its instantaneous velocity centre at the point P.

From the system of equations (2), it is seen that the resistance effort is greatest when the distance D_p is as small as possible. Therefore, using the kinematic scheme of the knee joint exoprosthesis, we construct a flat curve that characterizes the movement of the ICR (Fig. 4) and find the minimal value of D_p , which is in the position of the knee exoprosthesis equal to 90° . Also, in the scheme (Fig. 4), other basic points corresponding to 30° and 60° , on

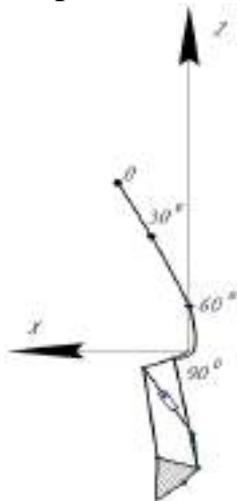


Fig.4 – Scheme of ICR movement

which it is possible to determine, how rapidly ICR changes its position depending on the change of angle θ . According to measurements $D_p = 19,4\text{mm}$. We insert this in (2) and write that:

$$F = \frac{T_{max}}{D_p} = \frac{14,37}{19,4 \cdot 10^{-3}} = 740.72H \quad (3)$$

Since the feature of a MR damper is the ability to quickly and efficiently adjust the value of the hydraulic resistance. It is possible to control the differential pressure in the piston and ring parts of the damper and change the effort that creates the damper. Therefore, founded in (3) the value of the resistance force is the maximum necessary resistance force. Then calculate the diameter of the piston d and cylinder D :

$$d = 2 \sqrt{\frac{F}{\Delta P \pi}} = |\Delta P = 2880\text{kPa}| = 18,1\text{mm} \quad (4)$$

$$D = d + 2 \sqrt{\frac{\frac{12}{c} \left(\frac{\eta}{\tau_y} \right) \cdot \lambda Q}{B}} = 18,1 + \sqrt{\frac{\frac{12}{2,35} \left(\frac{0,25}{15000} \right) \cdot 35 \cdot 1,18 \cdot 10^{-6}}{0,06}} = 18.58\text{mm}, \quad (5)$$

where: $W_m=3,3\text{ W}$ – controlled power; $c=2$ – constant for that MR damper $\Delta P_m/\Delta P_{vis} < 100$ ($\Delta P_m=2880\text{ kPa}$, $\Delta P_{vis}=80\text{ kPa}$); $Q=1,18\text{ cm}^3/\text{s}$ (velocity equal to $0,1\text{ m/s}$) – flow rate; $\lambda=35$ – control factor; $\tau_y=15\text{ kPa}$ – tension of fluidity; $\eta=0,25\text{ Pa}$.

Conclusions. The basic kinematic characteristics and dependences on the basis of known geometric parameters of the knee joint exoprosthesis are calculated. The dependence of the torque T on the angle of lifting θ and the scheme of the movement of the ICR is shown in that thesis. The maximum resistance of the damper and the geometric characteristics of the concentric channel are found.

References

1. T.K.Wang, M.S.Ju and Y.G.Tsuei, "Adaptive Control of Above Knee Electro-Hydraulic Prosthesis," Journal of Biomechanical Engineering, Vol. 114, pp.421-424, 1992.
2. A. LaPre and F. Sup, "Simulation of a Slope Adapting Ankle Prosthesis Provided by Semi- Active Damping," Mechanical Engineering, pp. 587-590, 2011.
3. R. C.Wang, D. W. Jin. Research and development of bionic and intelligent limb prosthesis. China Medical Devices Information, vol. 15, no. 1, pp. 35, 2009. (in Chinese)
4. Уорден К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение Москва : Техносфера, (2006). ISBN 5-94836-065-2. – 224 с.
5. Довгополий М.М. Використання магнітореологічної рідини в демпері ендопротезу для гасіння вібраційних коливань /Ночніченко І.В.// Всеукраїнський науково – технічний журнал Вібрації в техніці та технологіях.– 2018.– № 3 (90) –С-127-134.

ГЕОМЕТРИЯ МОДУЛІВ АКВАПОСЕЛЕНЬ

Дорошенко Ю.О., д.т.н., професор.

Кравчук Г.В., магістрант.

Національний авіаційний університет (Україна, м. Київ)

***Анотація** – актуалізовано проблему архітектурного формування модульних аквапоселень в сучасних умовах. Розглянуто геометрію – форму, розміри, взаємне розташування – модулів аквапоселень – як складних багатоелементних архітектурних об'єктів на воді. Виявлено особливості формування модулів аквапоселень методами геометричного моделювання. Окреслено перспективи розв'язання означеної проблеми.*

***Ключові слова** – геометричне моделювання, багатогранники, просторове моделювання, модуль, аквапоселення, блочно-модульні структури, геометрична комбінаторика.*

Постановка проблеми. Техногенна революція ХХ-го століття не лише підвищила якість життя людини, а й спричинила істотний дисбаланс штучного і природного у навколишньому середовищі. Розвиток промисловості, прискорені процеси машинізації та невпинно зростаюче споживання людством природних ресурсів призвели до появи і посилення парникового ефекту у доквіллі. Наслідком цього стало глобальне потепління клімату планети та зумовлене ним поступове підвищення рівня світового океану [1]. Кліматичні зміни спричинили затоплення значних прибережних територій. Зважаючи на обмеженість резерву вільних територій суходолу порівняно з поверхнею акваторій, актуальним напрямком розвитку сучасної архітектури стає формування аквапоселень як своєрідних містобудівних утворень на воді [2, 3].

Такий напрямок сучасного розвитку архітектури та містобудування має забезпечити раціональне використання водного та прибережного простору з використанням новітніх технологічних можливостей, інноваційних рішень, модульності та варіабельності аквапоселень.

Тому теоретико-прикладною основою формування таких об'єктів (окремих модулів та усього аквапоселення – як елементно-модульної структури) має бути спеціально розроблений архітектурно-спрямований технологічний процес на основі методів геометричного моделювання та геометричної комбінаторики.

Одним з аспектів розв'язання такого завдання є формування просторових і планувальних структур на основі блочно-модульної геометрії

та геометрії багатогранників. Узагальнено – на основі геометрії окремих модулів та цілих аквапоселень як багатомодульних утворень.

Аналіз останніх досліджень. Вивчення окремих аспектів модульності та архітектурного формотворення характерні для творчості Ле Корбюзьє, Ю.Л. Шермана, А.А. Гайдучені, Н.А. Саприкіна. Серед кола найближчих за тематичною спрямованістю наукових праць можна виокремити роботи таких вчених: Хайнца Шумана – «Заповнення простору напівправильними багатогранниками», В.А. Александрова – «Властивості багатогранників. Ін'єктивні відображення і метричні властивості багатогранників», О.Р. Шумської – «Формотвірні властивості в дизайні середовищних об'єктів». Дослідженнями з питань модульного та мобільного проектування займалися також Л.Ю. Анісімов та В.Є. Барішева [1–4].

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою публікації є висвітлення ролі та місця геометричного моделювання під час формування окремих модулів аквапоселень та окреслення перспектив розв'язання архітектурно-містобудівних питань аквапоселень.

Основна частина. Нині футуристичне архітектурно-містобудівне проектування характеризується швидкими темпами зростання в умовах глобальної урбанізації та нестачі вільних територій. Зокрема, в Амстердамі вже забудовано цілий житловий акваквартал плавучими модульними будинками (проект архітектора Marlies Rohmer) [4].

Ці будинки особливі тим, що вони можуть змінювати форму і пересуватися за бажанням господарів. Наприклад, до свого будинку можна пришвартувати понтон з теплицею чи галявиною, або ж розширити межі існуючого будинку, приєднавши куплений новий модуль з додатковими кімнатами. Такі будинки збираються за методом конструктора.

Також відома низка архітектурно-проектних рішень щодо створення багатомодульних об'єктів на певних авкаторіях.

Прикладами таких модульних аквапоселень є:

1) Wayaland – плаваюче місто модульних пірамід (автор проекту: Pier Paolo Lazzarini) (рис. 1);

2) Oil Platforms Transformed Into Sustainable Seascrapers That Produce Clean Water/ Місто майбутнього – сферичні модулі (автори проекту: Young Wan Kim, Sue Hwan Kwun, Jun Young Park, Joong Ha Park) (рис. 2);

3) Плаваючий будинок-гніздо Джанкарло Дземи;

4) Проект дослідницької станції (автори проекту: Dessau Institute of Architecture / DIA) (рис. 3);

5) Екологічний будинок на воді (архітектурне б'юро Waternest–100) (рис. 4).

Враховуючи складність та широту охоплення означеної проблеми, більшість різних аспектів формування модульних аквапоселень донині залишаються нерозкритими. Зокрема, специфічність розташування архітектурних об'єктів на воді, що подається конструктивною структурою, якій властиві особливі формотвірні можливості внаслідок застосування

геометрії багатогранників, методів геометричного моделювання та геометричної комбінаторики.

За результатами аналізу форми та геометричних характеристик модулів, з яких формуються аквапоселення, виявлено, що найбільшого поширення набули модулі у формі багатогранників: куба, паралелепіпеда, призми, ромбододекаедра та октаедра.



Рис. 1. Wayaland – плаваюче місто модульних пірамід



Рис. 2. Місто майбутнього – сферичні модулі



Рис. 3. Проект дослідницької станції DIA

Щільне заповнення виділеного простору окремими модулями під час формування аквапоселення реалізується за допомогою методів геометричного моделювання та геометричної комбінаторики з використанням багатогранників як базових фігур. При цьому багатогранники є вписаними у певні сфери чи еліпсоїди – як фігури, які є найбільш придатними для утворення плавучих структур. Сфери чи еліпсоїди замінюються вписаними в них багатогранниками з позицій утилітарності, плавучості, стійкості, технологічності виготовлення та зручності стикування з іншими модулями під час утворення складної багатоелементної містобудівної структури (аквапоселення).

Формування щільних структур на основі багатогранників можливе у разі виконання однієї з вимог: наявності спільної грані, спільного ребра чи

спільної вершини. При цьому під час заповнення простору багатогранниками сума двогранних кутів багатогранників, прилеглих до спільного ребра, має становити 360° . Тому з однакових правильних багатогранників просторовий паркет можна утворити лише з таких, де двогранні кути дорівнюють $\frac{360^\circ}{n}$, $n \geq 3$.

Необхідною умовою щільного заповнення простору багатогранниками є утворення повного кута із двогранних кутів зі спільним ребром. Це рівносильно поділу 360° на такі можливі суми кутів:

1. $90+90+90+90$
2. $90+90+70,5+109,5$
3. $90+70,5+90+109,5$
4. $90+135+135$
5. $90+125,3+144,7$
6. $70,5+70,5+109,5+109,5$
7. $70,5+109,5+70,5+109,5$
8. $70,5+144,7+144,7$
9. $109,5+125,3+125,3$

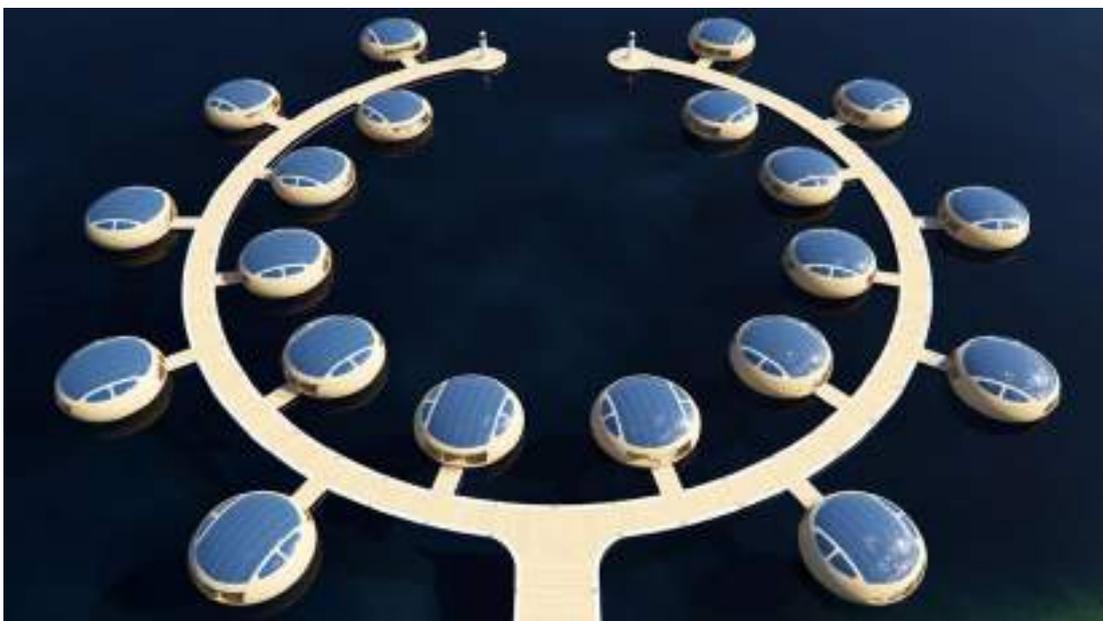


Рис. 4. Екологічний будинок на воді (архітектурне б'юро Waternest–100)

Оскільки більше ніж 4 багатогранники не можуть мати спільного ребра, то суми 2 і 3 з наведених вище є неприйнятними, адже зрізаний куб та восьмикутна призма з кутами $70,5^\circ$ та $109,5^\circ$ не мають спільного ребра.

Тому найбільш прийнятними фігурами, які дають змогу створювати щільне заповнення просторових структур є (рис. 5):

1-куб; 2-октаєдр; 3-зрізаний тетраєдр; 4-зрізаний октаєдр; 5-кубоктаєдр; 6-зрізаний кубоктаєдр; 7-ромбокубоктаєдр [5, 6].

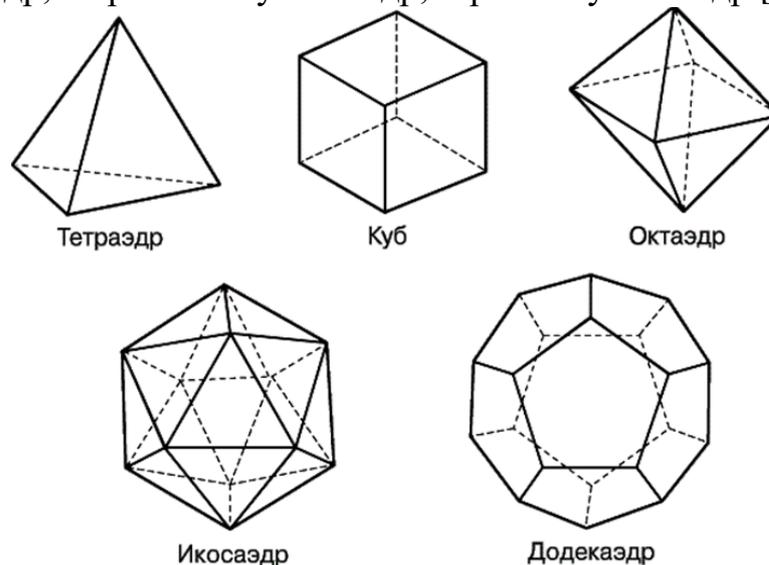


Рис. 5. Правильні багатогранники

Важливою умовою визначення базової форми модулів (вибір певного багатогранника) аквапоселення є специфічність розташування архітектури на воді, що представляється конструктивною структурою, якій властиві особливі формотворні можливості.

Під час архітектурного проектування важливим є задоволення конструктивних вимог, певної автономності об'єкта (окремого модуля) і можливості варіативного вибору певного модуля у разі використання блочно-модульного методу формування аквапоселень.

За результатами проведеного аналізу досвіду і практики архітектурного проектування подібних об'єктів на воді можна виокремити особливості їх формотворення та прийнятих конструктивних рішень:

- основним складовим елементом збірних структур модульного типу є блок-модуль у формі напівправильних багатогранників – як найбільш обтічних, стійких та "контактних" фігур;
- розміри модуля визначаються його функціональним призначенням та необхідними внутрішнім об'ємом і корисною площею (залежність форми та габаритних розмірів блок-модуля);
- можливі варіації уніфікованого модульного формування, де одиничний модуль виступає як завершена структура;
- системне комбінування модулів на основі методів геометричного моделювання та геометричної комбінаторики – вертикальне чи горизонтальне, із трансформацією чи паралельним перенесенням) дає змогу створити у кінцевому підсумку цілісний структурований об'єм;
- застосування модулів з різною геометрією (в основу визначення форми модуля покладено підсумкову об'ємно-просторову структуру);

➤ забезпечення конструктивної міцності блок-модулів на етапі їх формотворення та розробки з орієнтацією на індустріальне серійне виготовлення, включаючи системи внутрішнього інженерного обладнання, що забезпечують сталість форми, стійкість та міцність конструкцій;

➤ здатність несучої конструкції аквапоселення забезпечити вертикальне стикування, фіксацію та сталість функціонування на воді;

➤ можливості варіативної трансформації, зважаючи на рухливість структури, у різний спосіб видозмінювати об'єкт, варіантність проектних рішень в залежності від потреб та естетичного сприйняття (можливість додавання до наявної структури нових чи заміни окремих модулів).

Висновки. У публікації висвітлюється роль та окреслюється місце геометричного моделювання під час формотворення модулів аквапоселень як їх окремих структурних елементів та визначено перспективи розв'язання архітектурно-містобудівних питань формування аквапоселень.

З'ясовано, що у сучасному проектуванні пріоритетним стає використання в архітектурі прийомів модульного формоутворення складених структурних об'єктів, що дає змогу за допомогою новітніх технологій на основі геометричного моделювання та геометричної комбінаторики утворювати з простих 3D-фігур та багатограників складні структури, пропонувати оригінальні проектні рішення підвищеної складності з високим рівнем комфорту з одночасним задоволенням функціональних, екологічних та естетичних вимог.

Запропоновані у публікації концептуальні геометричні підходи до архітектури аквапоселень є досить перспективними для подальших досліджень та практичного застосування.

Бібліографічний список

1. Світовий океан як свідок глобального потепління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.euronews.com/2018/07/25/sea-heatwaves-ru>.

2. *Економов И.С.* Современные способы строительства архитектурных объектов на воде// Труды МАРХИ: Материалы научно-практической конференции. – 2010. – С. 238–244.

3. *Шумская О.Р.* Принципы формообразования жилья на воде: историко-культурный и экологический подходы: дис. ... канд. арх. – Москва, 2014. – 227с.

4. Плавучі будинки в Амстердамі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://varlamov.ru/309349.html>.

5. *Р.Н. Бончковский.* Заполнение пространства тетраэдрами. – Матем. просв. – 1935. – Вып. 4. – С. 26–40.

6. Заповнення простору багатогранниками [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mat.1sep.ru/view_article.php?ID=200900503.

7. *Антоненко І.В., Сафронова О.О.* Особливості формування плавучих модульних будівель на території України// Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2018. Вип. 52. – С. 264–277.

ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЛЬЄФНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ФАСАДНОГО ОЗДОБЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Нещадим В.О., аспірант,
Дорошенко Ю.О., д.т.н., професор,
Національний авіаційний університет, Київ, Україна

Анотація – у статті розглянуто деякі аспекти цифрового моделювання фізичних процесів на прикладі елементів фасадного оздоблення будівель. Дана робота демонструє найбільш доцільні варіанти цифрового моделювання від простих до складних архітектурних форм фасадного оздоблення.

Ключові слова – цифрова модель, сегментація, хмара точок, рельєфна поверхня, моделювання.

Постановка проблеми. Зазвичай вимоги, які ставляться до точності цифрової моделі, можна задовольнити у разі створення моделі на основі сегментної сітки або ж точкового каркасу, де міститься інформація про рельєф поверхні у вигляді послідовного набору координат точок. Процес створення моделі рельєфу в триангуляційному або матричному вигляді за такими цифровими даними нині реалізовано в багатьох комп'ютерних програмах. Але очевидно, що точність і якість отримуваної моделі залежить від точності представлених вхідних даних, кривини поверхні та глибини об'ємного елемента.

Технологія наземного лазерного сканування (НЛС) дозволяє отримати цифрову модель дійсної поверхні оболонки архітектурної форми. Дані, що отримуються за результатами НЛС, містять надлишкову інформацію, яку необхідно проріджувати з метою практичної реалізації у процесі побудови геометричної моделі. Тому розробка алгоритму обробки даних, отриманих НЛС, для створення геометричної моделі дійсної поверхні архітектурних оболонок є актуальною науковою задачею.

Аналіз останніх досліджень. Яким методом побудови можна створити якісно коректну модель рельєфу, використовуючи для цього вже відскановані цифрові моделі рельєфу? Цьому має сприяти правильний підбір методу сканування в залежності від об'єму та опуклості сканованої моделі. Найбільш складною задачею в обробці результатів НЛС є зменшення кількості точок хмари за рахунок тих, що відносяться до шумової або надлишкової складових [1-3]. Методи і алгоритми варіативного дискретного геометричного моделювання (ВДГМ), запропоновані Найдишем В.М. [2], дозволяють використовувати складні геометричні

конструкції, які були покладені в основу вирішення задачі сформульованої у роботі [3].

Формулювання цілей. Метою публікації є аналіз методів побудови цифрових моделей і рельєфу елементів фасадного оздоблення.

Основна частина. Більшість відомих досліджень стосується математичного опису характеристик земельної ділянки, який дозволяє визначити геодезичні характеристики поверхні. Тому для створення геометричної моделі дійсної поверхні архітектурних декоративних оболонко-форм потрібно розробити інші засоби обробки результатів НЛС.

Критеріями якості побудови цифрової моделі є позиційна точність та щільність заповнення хмари точок в залежності від об'єму та ступеня опуклості поверхні.

Як відомо з [4], наземний лазерний сканер – це зйомочна система (рисунки 1 та 2), що вимірює з високою швидкістю (від кількох тисяч до мільйона точок за секунду) відстань від сканера до точок об'єкта та реєструє відповідні напрями (вертикальні та горизонтальні кути) з подальшим формуванням тривимірного зображення (скана) у вигляді хмари точок – гіперкількісної дискретної скінченої множини точок.



Рис. 1. Наземний сканер



Рис. 2. Ручний сканер

Результатом сканування є хмара точок, у якій кожна точка визначається просторовими координатами (x , y , z) з точністю до 0,01мм у глобальній геодезичній системі координат та містить інформацію щодо інтенсивності відбиття лазерного сигналу. Наземне лазерне сканування виконує знімання з високою точністю, швидкістю проведення робіт та детальністю отриманих даних. Для НЛС суттєвим є три основні етапи виконання робіт: 1) збір даних; 2) попередня обробка результатів зйомки-сканування; 3) вибір даних для побудови геометричної моделі.

Позиційна точність визначається для забезпечення подальшої роботи з відсканованими частинами цифрової моделі. Оскільки отримати повноцінну відскановану модель з однієї точки неможливо, то потрібно сканувати її з різних ракурсів, після чого отримані елементи об'єднуються в суцільний

цифровий рельєф. Для зменшення помилок у вимірюванні місцеположення вдаються до геодезичного контролю.

Використовуючи сучасні технології 3D-сканування для отримання цифрової об'ємної моделі, використовують 3D-сканери, які в свою чергу поділяються на ручні та наземні. Наземні пристрої мають меншу точність, вони створюють спрощену модель.

Цифрова модель об'ємного зображення може відтворюватися як хмарою дискретних точок, так і триангуляційною сіткою (рис. 3).

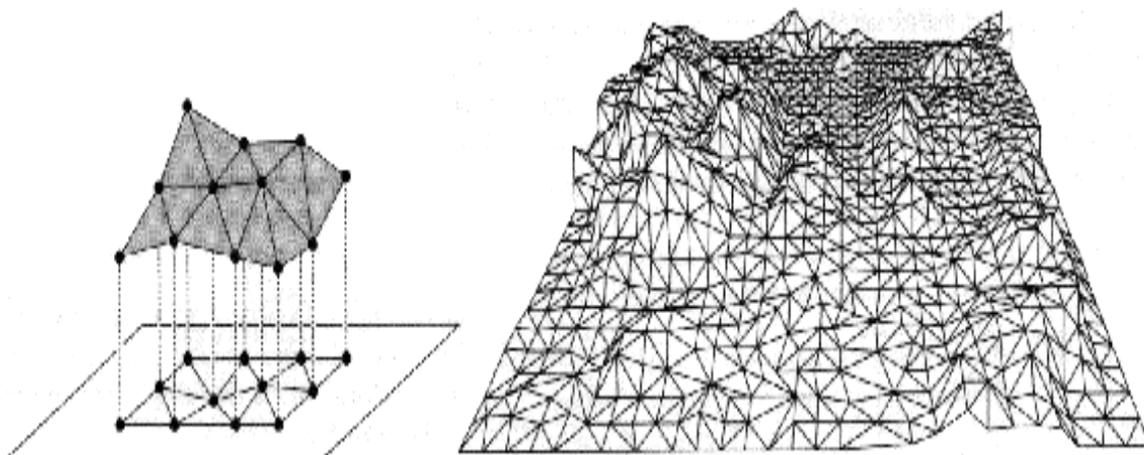


Рис. 3. Відтворення відсканованої хмари точок

Цифрова модель в процесі створення може бути як спрощена так і упорядкована. Варіанти створення об'ємного зображення моделі:

- спрощена цифрова модель (має плями різного діаметру 5–7 мм.);
- упорядкована цифрова модель (може бути сегментована);
- точкова легка;
- точкова складена (рис. 4).

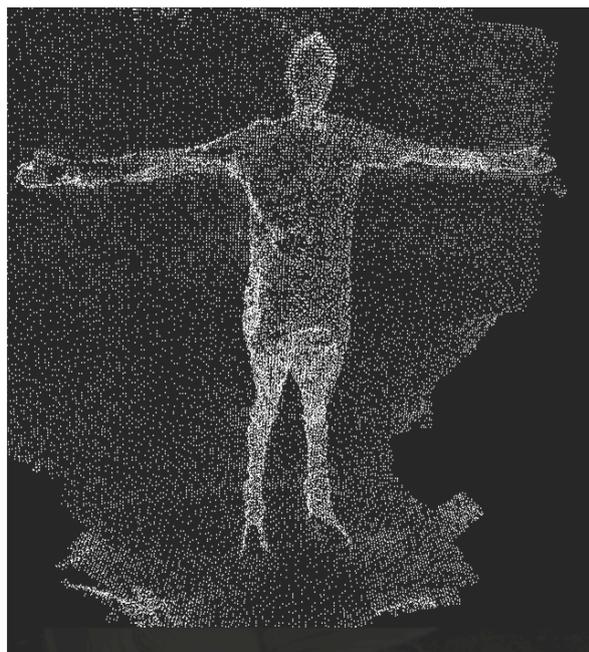


Рис. 4

В залежності від потреб, сегментація здійснюється в прямолінійній сітці

- з фіксованим кроком;
- з нефіксованим кроком;
- найважча модель створюється в криволінійній сітці.

У програмі 3DStudioMax створюються моделі різної складності. У цій програмі також можна поєднати кілька сканів (оболонок сканування) сегментованими частинами або хмарою точок. При необхідності внести корективи програма дає змогу відновлювати пошкоджені фрагменти фасадного оздоблення.

Висновки. Отже, якісні оцінки точності побудови цифрових моделей рельєфних поверхонь у вигляді об'ємної моделі можна оцінити за допомогою візуалізованої тріангуляційної сітки або хмари точок. Зокрема, на більш простих ділянках використовується "полегшена" точкова модель, а на більш важких – складна криволінійна сітка. Нами запропоновано розрахунковий алгоритм обробки даних, що дозволяє видалити надлишкову інформацію із гіперкількісної множини точок, отриману НЛС. Надалі ця інформація використовується для створення геометричної моделі оболонки елемента фасадного оздоблення будівлі з урахуванням недосконалостей геометричної форми.

Бібліографічний список

8. *Велижев А.Б.* Автоматическая сегментация облаков точек на основе элементов поверхности / А.Б. Велижев, Р. Шаповалов, Д. Потапов, Е. Третьяк, А. Конушин . – М.: GraphiCon. – 2009. – С. 241–245.

9. *Найдиш В.М.* Дискретна інтерполяція [Підручник для студентів вищих навчальних закладів I-IV рівнів акредитації] / В.М. Найдиш. – Мелітополь: ВДП «Люкс», 2008. – 250 с.

10. *Кучеренко В.В.* Формалізовані геометричні моделі нерегулярної поверхні для гіперкількісної дискретної скінченої множини точок: дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / Кучеренко Вадим Володимирович. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – 234 с.

11. Наземне лазерне сканування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/malitand/technology/nls>.

12. *Малицький А.Ю., Третьяк К.Р., Голубінка Ю.І., Яхторович Р.І.* Первинна обробка тривимірних точкових сканів у ПЗ Faro Scene. Реєстрація сканів: Методичні вказівки. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 15с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВЕЛОЕРГОМЕТРІЇ

Лисюк Д.С., студент,

Коваленко М.М., д.м.н.

Куцяк О.А., к.т.н., с.н.с.¹.

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

¹Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, (Україна, м. Київ)

***Анотація** – Стаття присвячена аналізу характеру змін та визначення інформативності показників велоергометрії пацієнтів з гіпертонічною хворобою.*

***Ключові слова** – велоергометрія, гіпертонічна хвороба, частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, час відновлення.*

Постановка проблеми. При велоергометрії основними показниками є артеріальний тиск та частота серцевих скорочень – їх інформативність у наукових працях ще не визначена.

Формування цілей. Метою роботи є визначення інформативних показників велоергометрії для підвищення лікування.

Основна частина. Виходячи з одержання показників велоергометрії, при їх вимірюванні у досліджуваних осіб, необхідно визначити їх інформативність.

Інформативність показника означає наскільки даний показник характеризує стан об'єкта, тобто корисна для даної цілі інформація, яка отримана з вихідної інформації.

Існує щонайменше 2 підходи до оцінювання інформативності – енергетичний та інформаційний. Енергетичний підхід заснований на тому, що інформативність оцінюється за величиною ознаки. Але такий підхід до оцінювання інформативності може здатися некоректним для розпізнавання об'єкта. Якщо при розпізнаванні об'єкта його потрібно віднести до одного з 2-х класів, то для цього можна застосувати розрізнення розподілів ймовірностей ознаки, побудовані за вибірками з 2-х порівнювальних класів.

На практиці інформативність ознаки із застосуванням розрізнення розподілів можна отримати за модифікованим критерієм Колмогорова-Смірнова. Його сутність полягає в тому, що для двох виборок ознаки X , що належать двом різним класам, в одній координатній площині будуються емпіричні розподіли ознаки X і обчислюють накопичені частоти (суму частот від початкового до поточного інтервалу розподілу). Оцінкою інформативності є модуль максимальної різниці накопичених частот.

Для визначення накопичених частот для поточного інтервалу M_j необхідно визначити суму частот m_j від початкового інтервалу до поточного (1). Інформативність ознаки X знаходиться шляхом обчислення максимального модуля різниці накопичених частот (2).

$$\begin{cases} M_0 = m_0 \\ M_i = M_{i-1} + m_i, i=1 \dots n, \end{cases} \quad (1) \quad I(X) = \max |M_{1,j} - M_{2,j}|, j=1 \dots k, \quad (2)$$

де n – довжина вибірки, k – кількість інтервалів розподілу.

Максимальна відстань між накопиченими частотами показує інформативність ознаки. Кількість інформації можна визначити через визначення ентропії величини за ентропійною мірою Шеннона:

$$H = - \sum_{i=1}^k p_k \log_2 p_k. \quad (3)$$

де p_k – ймовірність перебування величини у стані k .

Кількість інформації визначається як: $I = -H$.

Визначення кількості інформації дає можливість чисельно оцінити інформативність показників велоергометрії.

Для цього на **першому кроці** сформовано апріорний словник показників, який включає частоту серцевих скорочень (ЧСС) та артеріальний тиск (АТ). Виділені контрольна та основна група серед досліджуваних пацієнтів, критерієм формування яких є час відновлення. До контрольної групи будуть належати пацієнти, час відновлення яких не вибивається за межі норми (4 хв). До кожної групи входять по 8 осіб.

На **другому кроці** для визначення інформативності застосовуємо модифікований критерій Колмогорова-Смірнова. В одній координатній площині в однакових інтервалах для двох груп (контрольної та основної) побудовані гістограми розподілу (рис. 1). Через гістограми розподілу обчислені накопичені частоти для контрольної та основної групи показника за (1).

За (2) інформативність для показника ЧСС становить $I(\text{ЧСС})=3$, для показника АТ – $I(\text{АТ})=2$.

Отже, виходячи із застосування модифікованого критерія Колмогорова-Смірнова до показників ЧСС та АТ контрольної та основної груп, визначено, що більш інформативним є показник ЧСС, для якого показник інформативності становить 3 (біт), тоді як для АТ – 2 (біт).

На **третьому кроці** проводимо оцінювання інформативності показників велоергометрії через описову статистику, а також визначення кількості інформації за ентропійною мірою Шеннона. Для цього також будуються гістограми розподілу, але у власних діапазонах показника (рис. 2).

Для кожного показника контрольної та основної груп розраховані статистичні параметри: розмах, середнє арифметичне, математичне сподівання, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, динамічний діапазон (табл. 1). На їх базі побудовані теоретичні нормальні закони розподілу (рис. 3).

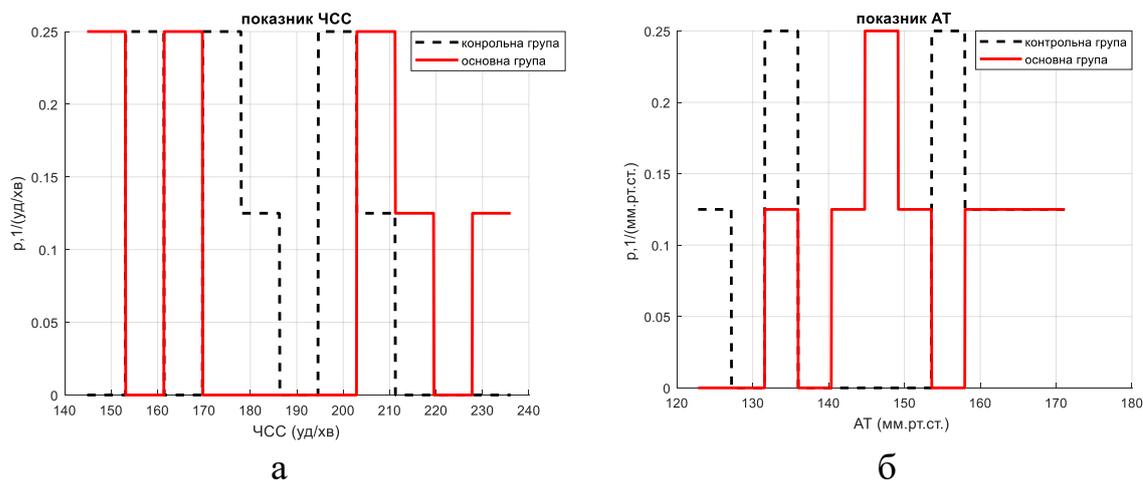


Рис. 1. Гістограми розподілу показника ЧСС (а) та АТ (б) контрольної та основної групи для визначення інформативності за модифікованим критерієм Колмогорова-Смірнова

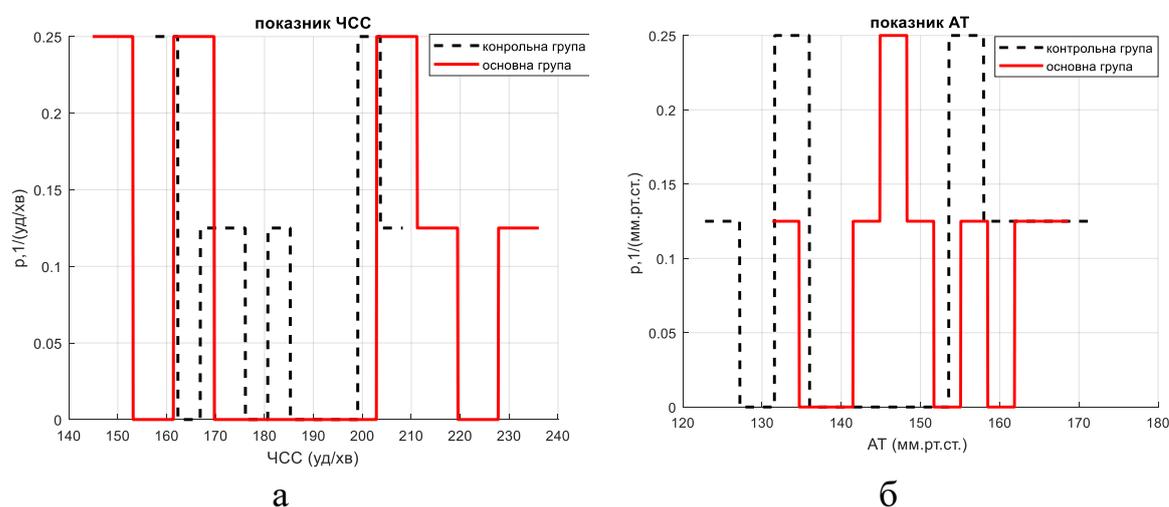
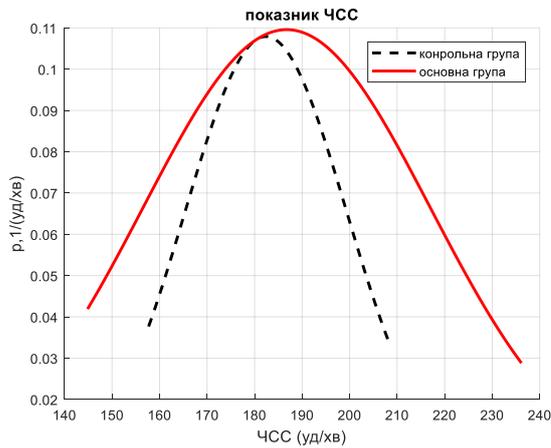


Рис. 2. Гістограми розподілу показника ЧСС (а) та АТ (б) контрольної та основної групи для визначення інформативності за етропією Шеннона

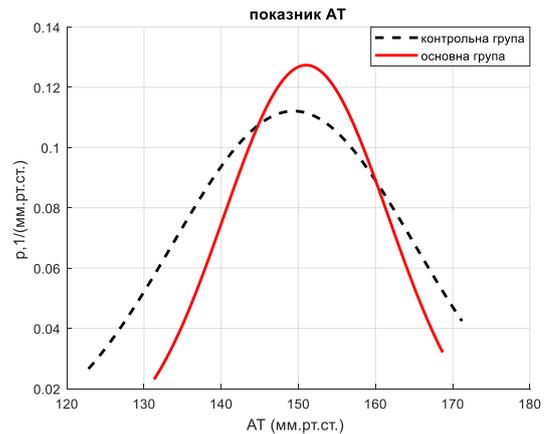
Таблиця 1 - Статистичні параметри показників ЧСС та АТ

1	2	3	4	5
Показник велоергометрії	ЧСС		АТ	
Параметр	Контрольна група	Основна група	Контрольна група	Основна група
Розмах, %	46	83	44	34
Середнє арифметичне, %	182,375	186,75	149.375	151
Математичне сподівання, %	6.01284	10.684	5.53663	3.76663
Дисперсія, % ²	298,234	913,188	245,234	113,5
Середньоквадратичне відхилення, %	17,0069	30,219	15.66	10,6536

1	2	3	4	5
Динамічний діапазон	0.11	0.19	0.13	0.10
Ентропія (за Шенноном), H :	-4	-6	-4	-2
Кількість інформації, I , біт:	4	6	4	2



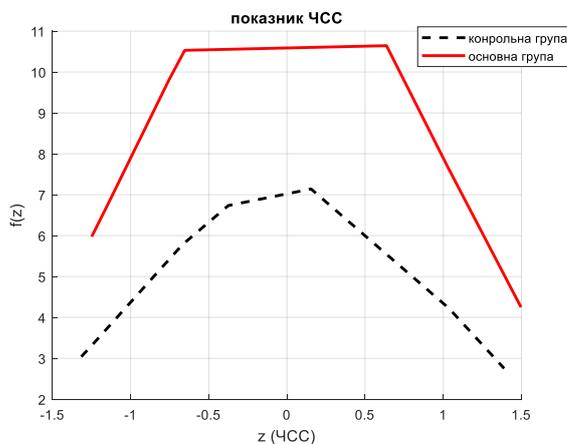
а



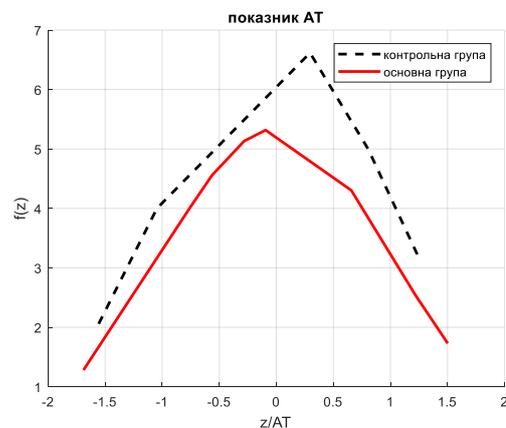
б

Рис. 3. Теоретичні нормальні закони розподілу показників ЧСС (а) та АТ (б) контрольної та основної груп

Застосувавши стандартизовану оцінку (або z -оцінку) – функцію $f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$, де $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$, x - значення показника, μ - математичне сподівання, σ - середньоквадратичне відхилення, побудували нормовані теоретичні нормальні закони розподілу (рис. 4), і таким чином, бачимо поведінку показників велоергометрії у контрольній та основній групах.



а



б

Рис. 4. Нормовані розподіли показників ЧСС (а) та АТ (б) контрольної та основної груп

Таким чином, можна побачити, що величини розкиду, дисперсії, динамічного діапазону у основної групи показника ЧСС більше, ніж у контрольної групи (табл. 1), стосовно показника АТ зовсім протилежна ситуація, ніж для показника ЧСС: величини розкиду, дисперсії, динамічного діапазону у контрольної групи більше ніж в основної групи. Кількість інформації показника ЧСС у основної групи більша, ніж у контрольної групи, а кількість інформації показника АТ у контрольної групи більша, ніж в основної групи.

За нормованими розподілами (рис. 4) показників ЧСС та АТ у різних груп можна побачити візуально розташування значень цих показників: значення показника ЧСС основної групи випереджають значення показника ЧСС контрольної групи, а значення показника АТ контрольної групи випереджають значення показника АТ основної групи.

Висновок. Застосовуючи описову статистику та метод ентропії Шеннона з'ясувалось, що для велоергометрії більш інформативним показником є ЧСС, кількість інформації якого зростає при переході від контрольної ($I=4$ біт) до основної групи ($I=6$ біт), тоді кількість інформації показника АТ зменшується при переході від контрольної ($I=4$ біт) до основної групи ($I=2$ біт).

Отже, інформативність показника ЧСС для велоергометрії підтвердилася модифікованим критерієм Колмогорова-Смірнова та методом ентропії Шеннона, а також застосуванням стандартизованої оцінки для побудови нормованих розподілів показників та візуальної оцінки їх інформативності.

Бібліографічний список

1. Михайлов В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмил-тест, степ-тест, ходьба / В.М. Михайлов. – Иваново: А-Гриф, 2005. – 440 с.
2. Кудряшев В.Э. Количественная оценка нарушений кровообращения (пробы с физической нагрузкой) / В.Э. Кудряшев, С.В. Иванов, Ю.В. Белецкий. – М.: Медицина, 2000. – 224 с.
3. Guidlines on the menegement of stable angine pectoris: full text. The task forse on the menegement of stable angine pectoris of the European Society of Cardiology // Eur. Heart. J. – 2006. – Vol.10. – P. 1093.

МОЖЛИВОСТІ І НЕОБХІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ 3D ГРАФІКИ В УКРАЇНСЬКОМУ КІНЕМАТОГРАФІ

Надкернична Т.М., ст. викладач,

Алдохін М.Д., студент ДК-6,1

Національний технічний університет України

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

Анотація – у статті розглянуті можливості і перспективи розвитку 3D графіки в українському кінематографі. Етапи та напрямки розвитку.

Ключові слова – МАҮА, кінематограф, САПР.

Постановка проблеми. З кожним роком потреби у реалістичному зображенні в кіноіндустрії збільшуються. Бюджети спрямовані на візуальні ефекти зростають. Україна в останні роки інвестує досить великі кошти у кінематограф. Для створення конкурентного продукту, українському кінематографу, слід використовувати сучасні напрацювання у цій сфері. Для цього потрібні фахівці.

Аналіз останніх досліджень. Якщо аналізувати найкращі приклади сучасного світового кінематографа, то бачимо, що активно використовуються візуальні ефекти, а саме: скульптінг^[1], анімація, текстурінг^[2], шейдінг^[3], композинг^[4], рендерінг^[5]. Саме використання цих засобів і відповідного програмного забезпечення робить настільки привабливими і захоплюючими кінематографічні вироби.

Формування цілей. У цій статті розглянуто етапи створення візуальних ефектів та способи досягнення реалізму у кінцевому продукті. Також проаналізовано за допомогою яких програмних продуктів виконується кожен з цих етапів.

Основна частина. Кожен виріб кіномистецтва проходить певні етапи: написання сценарію, підбор творчої групи, зйомочний процес, пост обробка, видання. Зараз ми зупинимося більш детально на етапі пост обробки, а також покажемо використання 3D графіки в ньому.

Кожен сучасний фільм у той чи іншій мірі наповнений візуальними ефектами, створення яких займає багато часу, людського і матеріального ресурсу. Крім того від візуалу у більшій мірі залежить успіх виробу. Розглянемо більш докладніше етапи виробництва.

Перше це зйомочний процес у павільйоні або в місті на зеленому чи синьому фоні. Цей фон потрібен для того, щоб програма композитинга мала змогу побачити, а потім видалити його. Також на цьому етапі дуже корисні

камери з захватом руху, це потрібно для подальшої обробки 3D сцен і створення реалістичної картинки.

Наступний етап – скульптінг 3D об'єктів. Все починається з моделювання примітивної фігури з малою кількістю полігонів. Потім у спеціальних програмах, таких як Mudbox чи інші, створюються дуже деталізовані тіла. Але для подальшої роботи це погано, тому їх апроксимують, але перед цим експортують у спеціальну мапу для текстур. Потім виконується текстурінг, але ми на ньому зупинятися не будемо.

Далі йде створення скелету для тіла, ригінг. Цей етап один з найскладніших. Саме він потрібен для подальшої анімації тіла, тобто це найскладніші два етапи. Тут використовується фізика тіл, розрахунок їх поведінки при різних умовах: вітер, взаємодія між тілами, зіткнення, вибухи та інше, найкраще для цього підходить програмний продукт від Autodesk MAYA.

MAYA – дуже потужний редактор тримірної графіки. Він працює з полігональними об'єктами і має широкий функціонал для редагування та створення тіл, є можливість апроксимування рис.1.

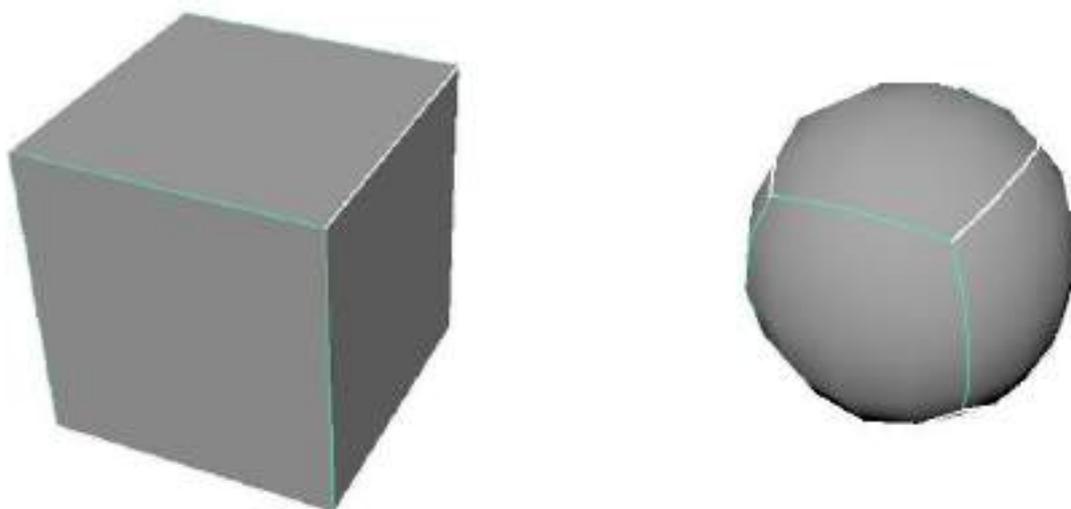


Рис. 1 Приклад апроксимації

В MAYA є два варіанта моделювання 3D тіл:

- Апроксимуючий (переваги: *невелика кількість полігонів, дуже швидка робота*; недоліки: *складність створення тіл(кожна вершина впливає на інші)*) рис1.
- Ділення(Subdivision) (переваги: *простота створення*; недоліки: *дуже гострі краї, великі ресурсозатрати, складність редагування*) рис.2.

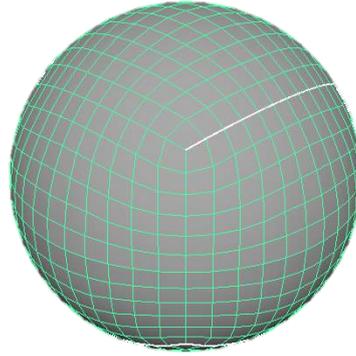


Рис. 2. Ділення

Аналізуючи рис.1 і рис.2 бачимо, що з одного кубу можна отримати все, що завгодно, я використовую куб як основний початковий елемент. З нього легко зробити будь-яку фігуру в декілька кроків рис.3а.

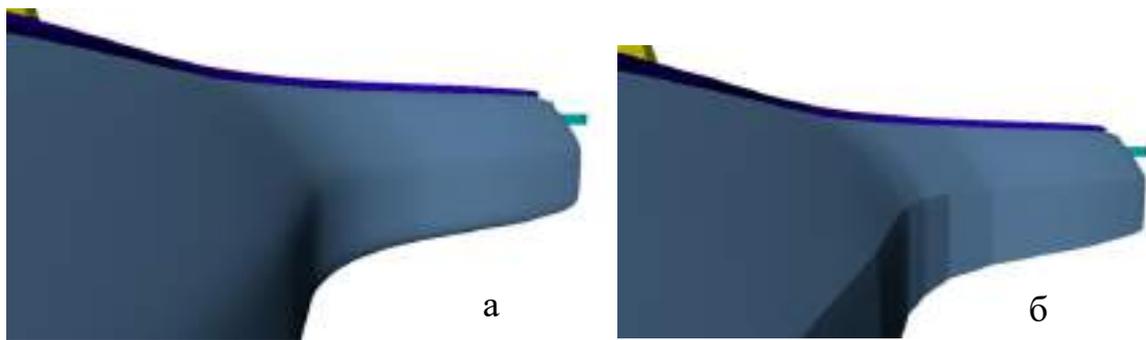


Рис.3 Приклад моделювання методом апроксимування (а)
та без апроксимування (б)

При створенні 3D моделі для усунення ефекту «зубчастості», що виникає на краях об'ємних зображень, використовується технологія згладжування.

На рис.3б зображена модель без згладжування, одразу можна побачити різкі кути, вони неприйнятні для кіноіндустрії.

Більш наглядний приклад, рис.4, якщо подивитися на гриф гітари, то бачимо кути (рис. 4б), а на рис. 4а все набагато більш згладжено, а ті нерівності були навмисно досягнуті, робилося з оригіналу.

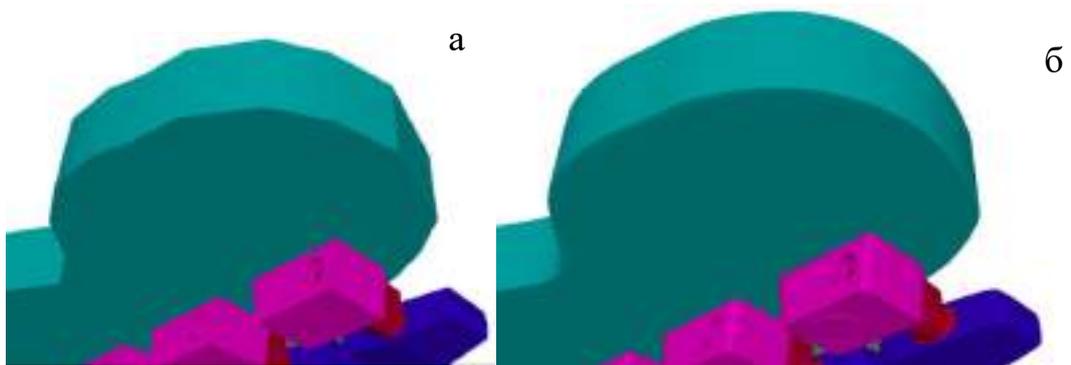


Рис.4 Приклад порівняння моделювання з апроксимацією (а) та без апроксимації (б)

Приклад моделювання методом ділення більш складної форми.



Рис.5 Приклад моделювання методом ділення: загальний вид модель (а) та крупний план (б)

Але є ще один варіант моделювання 3D тіл, хоча MAYA його не підтримує, але про нього не можна не сказати. Він реалізований у програмі Autodesk Mudbox, називається скульптінгом. Цей метод нагадує роботу з глиною та фарбою. Можна робити нерівну текстуру, дуже точне редагування. Трішки нагадує роботу в Photoshop з пензликами.

В MAYA тіла анімуються за допомогою такої абстракції, як скелет. Суть його – кістки і суглоби замінюються на прямі, які обертаються за певними законами одна відносно другої. Це все розраховується за допомогою двигуна програми. Поліноми будуть деформуватися залежно від руху кістки. Наприклад: якщо зігнути руку, то з зовнішньої сторони ліктя поліноми розтягнуться, а у внутрішній – стиснуться.

Підтвердженням того, що 3D анімація набуває швидкого поширення і розвитку є кількість програм виданих за останній час на будь-який смак мал.б.



Мал.6 Програми 3D графіки та анімації

Висновки. У сучасному кінематографу дуже поширене використання візуальної графіки, більшу частину якої займає 3D графіка. Створення напрямків навчання 3D скульптінгу, текстурінгу, анімації, шейдінгу в університетах дасть можливість українському кінематографу вийти на міжнародний рівень у кіновиробництві і створити конкурентна спроможних фахівців.

Пояснення.

- [1] **Скульптінг** – етап створення 3D моделі з детальним прорисовуванням об'єкту.
- [2] **Текстурінг** – створення текстур (фактури, малюнка, дрібного обсягу, кольору) на віртуальній 3D моделі.
- [3] **Шейдінг** – процес, який здійснюється за допомогою з шейдера - програми, яка застосовується в тривимірній графіці для визначення остаточних параметрів об'єкта або зображення.
- [4] **Композинг** – багат шаровий монтаж, в процесі якого, шляхом накладення і застосування спецефектів, безліч шарів і окремих об'єктів з'єднуються в єдиний ролик.
- [5] **Рендерінг** – процес отримання зображення по моделі за допомогою комп'ютерної програми(обробка даних).

Список використаних джерел

1. Інтернет ресурс <https://habr.com/ru/post/409317/>
2. Інтернет ресурс https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya
3. Інтернет ресурс https://ru.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Mudbox

РОЗРОБКИ СТАНКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

Надкернична Т.М., ст. викладач,

Білий В.О., студент ДК-82,

Білий В.О., студент МІ-81.

Національний технічний університет України

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

Анотація — в статі розглянуто бюджетний варіант фрезерного ЧПУ станка для автоматизованого виготовлення печатних плат заводської якості. В статі також будуть наголошені конструкторські рішення, що дозволять збільшити точність.

Ключові слова — кроковий електродвигун, драйвер, мікроконтролер, фреза, супорт, ЧПУ, гвинтова передача.

Постановка проблеми. Для якісного фрезерування найдрібніших областей плати потрібна висока точність позиціонування, а робоча область дозволить фрезерувати більше плат за один раз.

Формулювання цілей. Першочерговим завданням є модернізувати стандартну модель станка ЧПУ для досягнення максимальної точності роботи. Другорядними завданнями є велика робоча поверхня, використання не дорогих і одночасно надійних деталей. Розробка схеми, яка б дозволила працювати, як і під керуванням комп'ютера, так і автономному режимі.

Аналіз досліджень і публікацій. На даний момент на ринку багато варіантів. Ми ж орієнтувалися на фрезерні станки компанії SmartStudio, а саме SmartStudio start 750x550. Його характеристики: робоча поверхня - 750x550мм; потужність щіткового двигуна - 1000W (для виготовлення плат такої потужності не потрібно, тому ми візьмемо 400W); потужність крокових двигунів - 70W; ціна 39000 грн.

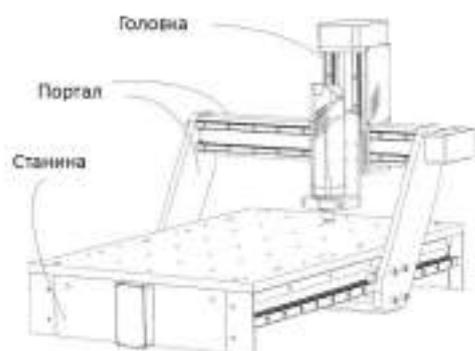


Рис.1



Рис.2

Основна частина. Будь-який фрезерний станок з ЧПУ умовно можна розділити на 3 основні частини (рис.1):

-*Станина* – частина верстату, що слугує основою конструкції та задає їй необхідну жорсткість. На неї встановлюється рухомий портал, крокові двигуни, вісь Z, шпиндель, робоча поверхня.

-*Рухомий портал* - виконавчий орган верстата. Він переміщується по осі X і несе на собі головку, що переміщується по осі Y.

-*Головка* - частина верстату, яка несе робочий електродвигун з фрезою та дозволяє його переміщувати по осі Z.

Принцип роботи. Ріжучим елементом є фреза, яка встановлюється в шпиндель, розташований на валу щіткового електродвигуна. Ця конструкція кріпиться на головку за допомогою направляючих, що дає змогу переміщувати фрезу по осі Z. Головка в свою чергу приєднується до порталу, який приєднується по осі X до станини та несе ось Y. Переміщення може відбуватись за допомогою пасової, гвинтової та рейкової передачі. Ми обираємо гвинтову передачу (рис.2), оскільки вона є найбільш точною. Для фіксації заготовки необхідно зробити опорний столик на станині. Цією конструкцією керує електронний блок управління, який з'єднується з кроковими електродвигунами. Вони забезпечують зсув фрези по осі X, Y, Z щодо деталі. За такою технологією можна зробити 3D малюнки на дерев'яній, пластиковій, або ж алюмінієвій поверхні (максимальна твердість оброблюваного матеріалу залежить від потужності електродвигуна до якого кріпиться фреза та жорсткості ЧПУ фрезерного станка).

-*Станина.* Для створення несучої рами (станини) використовується алюмінієвий станковий «Т» профіль 20x40 та 20x20 й дві торцеві пластини з алюмінію завтовшки 10 мм. Конструкція складається з двох частин. На нижній частині розміщується робоча поверхня, вона підсилена всередині додатковою квадратною рамою з профілів такого ж перерізу. На верхній частині розміщується ось X. Ось X реалізована чотирма алюмінієвими направляючими(по дві з кожного боку) і двома гвинтові передачами (по одній з кожного боку). Така конструкція зроблена для зменшення навантаження на підшипники по осі X, а це в свою чергу збільшать час роботи підшипника та покращить жорсткість конструкції.

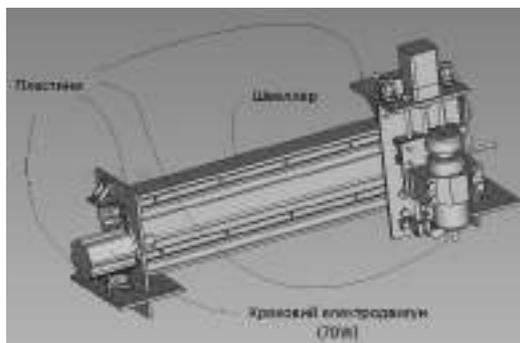


Рис.3

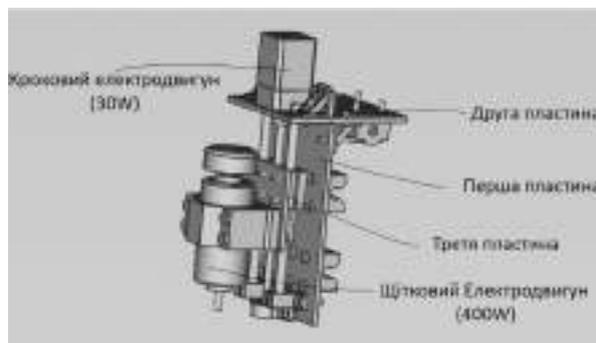


Рис.4

Портал. Конструкція порталу (рис.3) представляє собою алюмінієвий швелер, що кріпиться за допомогою чотирьох алюмінієвих пластин (дві перпендикулярні пластини з одного боку, дві — з іншого) до вісі X, також несе вісь Y, що представляє собою дві направляючі на опорі, одну звичайну направляючу й одну гвинтову передачу. Швелер несе на собі направляючі на опорі та кріпиться до бокових пластин методом шип-паз та алюмінієвими куточками, а до нижніх пластин чотирьома гвинтами. Така конструкція швелера забезпечує жорсткість порталу.

-Головка. Головка складається з трьох алюмінієвих пластин завтовшки 5мм та щіткового електромотора (рис. 4) Перша та друга пластини взаємно перпендикулярні, кріпляться до швелера і несуть ось Z. Третя пластина кріпиться до першої та несе електродвигун потужністю 400W. Вісь Z являє собою дві направляючих і одну гвинтову передачу.

-Електроніка. Для забезпечення автоматизованої роботи, можливості гнучкого налаштування станка та керування моторами використовується 8-бітний мікроконтролер Microchip Atmega328p. Мікроконтролер – це мініатюрний комп'ютер з власним процесором, периферією та пам'яттю. Для забезпечення високої точності й надійності були обрані крокові електродвигуни з потужністю 70W(для осей X та Y) та 30W(для осі Z) і дискретним поворотом 1.8°. Також ми обрали драйвера, що можуть його поділити в 32 рази.

Точність: Розрахунок максимальної точності (якщо конструкція буде абсолютно жорстка): Якщо хід різьби гвинта дорівнює $A=8\text{мм}$ (тобто за один оберт мотору гайка пройде 8 мм), а максимальна точність крокового електродвигуна дорівнює $B=1.8^\circ/32=0,05625^\circ$. То мінімальну похибку точності позиціонування C можна вирахувати за формулою

$$C = \frac{A}{360/B} = \frac{8}{360/(\frac{1.8}{32})} = 0,00125.$$

Тобто якщо конструкція буде абсолютно жорсткою ми зможемо позиціонувати фрезу з точністю до 0,00125мм.

Висновки.

1. Для найбільшої точності обираємо гвинтову передачу.
2. Для будови станка краще обійтись без зварного з'єднання, бо воно не стійке до вібрацій, а крокові електродвигуни як раз її створюють.
3. Зменшуємо плече порталу за для зменшення навантаження на підшипники по осі X, а це в свою чергу збільшать час роботи підшипника та покращить жорсткість конструкції.

Бібліографічний список.

1. Інтернет ресурс <https://dic.academic.ru/dic.nsf/polytechnic/10205>
2. Інтернет ресурс <https://www.stankoff.ru/blog/post/87>
3. Інтернет ресурс <http://stanokgid.ru/derevo/frezernyj-standok-s-chpu-svoimi-rukami.html>

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У ЗОВНІШНЮ КОНСТРУКЦІЮ МЕДИЧНОГО ЕКЗОСКЕЛЕТУ

Гайдук В. А., студент,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

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

***Анотація** – розглядається інноваційне питання створення резервного живлення та підвищення часу роботоздатності медичних екзоскелетів за допомогою інтегрування системи сонячних батарей в основну зовнішню конструкцію екзоскелета та виведенням інформації про стан системи живлення на сенсорний браслет у вигляді зовнішнього екрану (проектору).*

***Ключові слова** – медичний екзоскелет, сонячна батарея, резервне живлення, сенсорний браслет, зовнішній екран, проектор.*

Постановка проблеми. На сьогоднішній день екзоскелет – це сучасна інноваційна розробка. Екзоскелет для інвалідів в першу чергу призначений для посилення мускульних зусиль людини, у яких є проблеми з кінцівками, пристрій здатний відновити втрачені або порушені функції організму. Медичні екзоскелети працюють без підзарядки до 5-6 годин і потребують також постійного під'єднання до мережі живлення, що є суттєвим недоліком.

Формування цілей. Головною метою роботи є можливість створення системи додаткового негроміздкого живлення медичних екзоскелетів і виводу стану заряду та отриманої енергії на браслет.

Завданням роботи є розробка даної системи сонячних батарей та оснащення на основі готової моделі-прототипу сенсорного браслету із подальшою модифікацією, яка далі може реалізуватися на виробництві медичних екзоскелетів.

Основна частина. Для підвищення часу роботи екзоскелетів (резервного живлення) пропонується встановити портативні та гнучкі сонячні батареї на основній зовнішній конструкції екзоскелету, модифікувати модель сенсорного браслету з Bluetooth-модулем спеціальної системи керування сонячними батареями та загальним станом живлення екзоскелету. Таке негроміздке, знімне джерело енергії може бути встановлено з метою безперебійного забезпечення роботи екзоскелету (сонячна енергія, що потрапляє на сонячну батарею, перетворюється на електричну енергію). За допомогою інтегрування браслету в єдину систему управління живленням екзоскелету (бортовим комп'ютером) можна виводити на панель і моніторити відсоток

використаної або отриманої енергії, стан самого екзоскелету (усі налаштування). Дана система буде автоматично регулюватись комп'ютером, можливе керування людиною як звичайним смарт-годинником. Автоматично резервна система живлення буде активуватись, якщо основна батарея екзоскелету розряджена. Можна, як у звичайних комп'ютерах переходити в режим збереження енергії або в продуктивний режим із залученням резервної системи живлення. Така система значно покращить термін безперервної дії медичних екзоскелетів.

Механічна система «людина-екзоскелет» (рис. 1) складається:

- 1 - цілісний корсет;
- 2 - пояс;
- 3 - електромеханічні сервоприводи, що забезпечують рух кожного тазостегнового суглоба у фронтальній площині;
- 4 - ланки;
- 5 - циліндричні шарніри;
- 6 - повзуни;
- 7 - циліндричні шарніри;
- 8 - пов'язки на кронштейни;
- 9 - електромеханічні сервоприводи, що забезпечують рух кожного тазостегнового суглоба в сагітальній площині;
- 10 - тазостегнові важелі з вбудованими датчиками імпульсів мускулатури тазу і стегон;
- 11 - підтримуючі елементи стегна;
- 12 - електромеханічні сервоприводи, що забезпечують рух кожного колінного суглоба;
- 13 - циліндричні шарніри;
- 14 - гомілковостопні важелі з вбудованими датчиками імпульсів мускулатури гомілки;
- 15 - підтримуючі елементи гомілки;
- 16 - циліндричні шарніри;
- 17 - вилки;
- 18 - електромеханічні сервоприводи, що забезпечують рух кожного гомілковостопного суглоба в сагітальній площині;
- 19 - циліндричні шарніри;
- 20 - інтегроване взуття;

21 - ранець з корисним навантаженням, електронним блоком управління пристроєм і блоком акумуляторів, що забезпечує електроживлення всього пристрою;

22 - зовнішній сполучний кабель. [2].

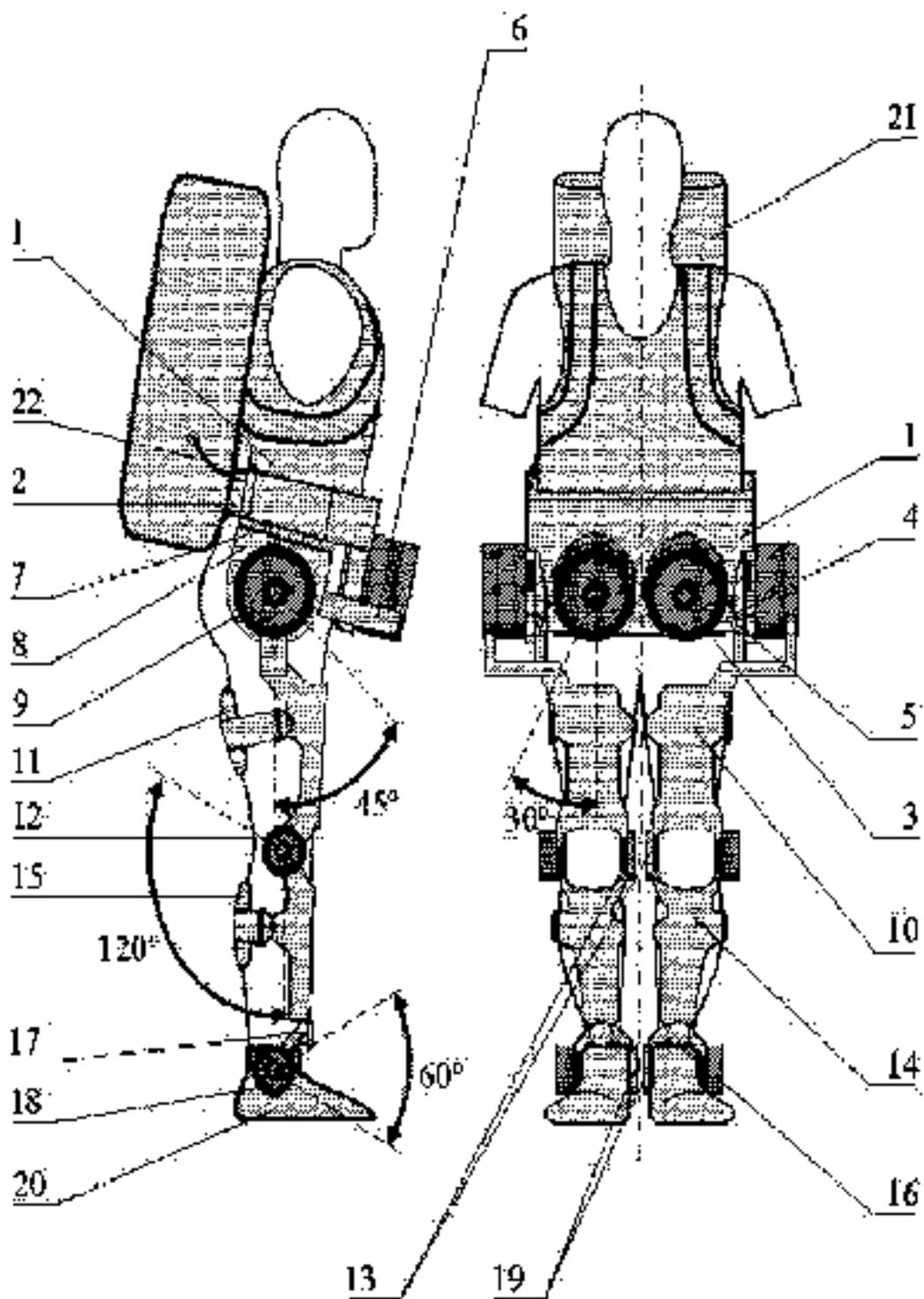
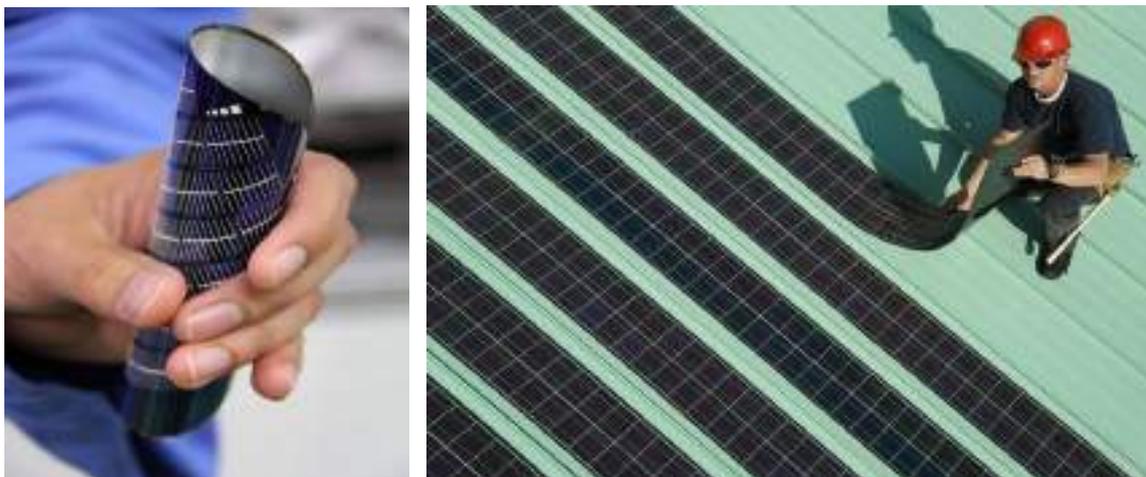


Рис.1 Схема будови медичного екзоскелету.

Розглянемо важливі складові модифікованого екзоскелету.



Гнучкі портативні сонячні батареї

Рис. 2. Гнучкі сонячні батареї Tarpon Solar.

На рис. 2 (1,2) наведено приклад гнучких сонячних батарей норвезької компанії Tarpon Solar, що використовує в своїй продукції обладнання для виробництва гнучких сонячних панелей шведської фірми Midsummer.

До числа переваг фотоелементів CIGS розробники відносять порівняно високу ефективність, низьку вагу, довговічність і підвищену гнучкість. Такі сонячні батареї здатні генерувати близько 120 Вт на квадратний метр.

Кожен комплект матеріалу виконується на замовлення, тому тип волокна і товщина тканини можуть змінюватись в залежності від заданих характеристик [3].

Базова формація сенсорного браслету Ciset

З усіх сучасних «розумних» браслетів одним з самих незвичайних можна назвати аксесуар Ciset. Цей пристрій є зовнішнім екраном для смартфона або планшетного комп'ютера, при цьому може використовувати шкіру на зап'ясті людини як сенсорний дисплей.

За формою і розмірами він більш за все нагадує найпростіші фітнес-браслети, наприклад, девайс MiBand від китайської компанії Xiaomi. Ємнісний проектор браслета відображає екран на шкірі зап'ястя людини, на яку Ciset надітий.

Мова йде про повноцінний дисплей смартфона або планшета (модифікованої системи управління екзоскелетом). Ciset відтворює екран повністю [1].

На рис. 3 наведено схему будови браслету Ciset, а на рис. 4 – його розміщення на руці.

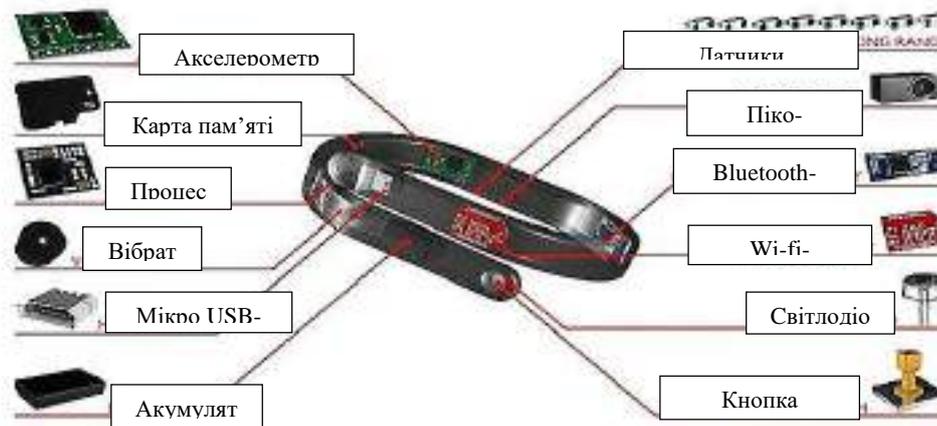


Рис. 3. Будова браслету Secret



Рис. 4. Розміщення браслету на руці

Найпоширеніші медичні екзоскелети

1. Екзоскелет HAL (Виробник: Cyberdyne, Японія).
2. Екзоскелет Ekso (Виробник: Berkeley Bionics, США).
3. Екзоскелет Rex (Виробник: Rex Bionics, Нова Зеландія).
4. Екзоскелет Rewalk (Виробник: Argo Medical Technologies, Ізраїль).

Базовими екзоскелетами для створення такої системи є:
HYBRID ASSISTIVE LIMB (HAL) (рис. 5)

Hybrid Assistive Limb був розроблений Цукубським університетом та японською роботехнічною компанією Cyberdyne Inc. Екзоскелет призначений для експлуатації як здоровими людьми для підвищення фізичних можливостей, так і для реабілітації людей з певними вадами кінцівок. Існує дві версії HAL: HAL 3 – для поліпшення чи відновлення функцій ніг та HAL 5 – для поліпшення чи відновлення функцій ніг, рук і торсу.

Hybrid Assistive Limb керується вмонтованим комп'ютером, який аналізує електричні імпульси від м'язів та активує необхідні сервоприводи [2].



Рис. 5. Загальний вигляд екзоскелету HAL REWALK 6.0 (рис. 6) (1,2)



Рис. 6 (1,2). Загальний вигляд екзоскелету REWALK 6.0

ReWalk - екзоскелет, що дозволяє ходити людям, що страждають паралічем нижніх кінцівок. ReWalk вже доступний в Європі, а на сьогоднішній день схвалений FDA в Сполучених Штатах. Це вже 6-та версія екзоскелету ReWalk, який дає можливість людям із параплегією (параліч верхніх або нижніх кінцівок) змогу стояти, ходити та підніматися сходами.

Від попередніх версій ReWalk 6.0 відрізняється покращеним дизайном, що пристосовують до анатомічних особливостей окремого користувача, вдосконаленим програмним забезпеченням, а також вищою швидкістю ходьби – до 2,5 км/год. Екзоскелет працює від розміщеного в рюкзаку акумулятора і керується дистанційним пультом, що одягається на зап'ястя і розпізнає рухи користувача [2].

На рис. 7 наведено схему зв'язку сонячних батарей з конструкцією екзоскелета.

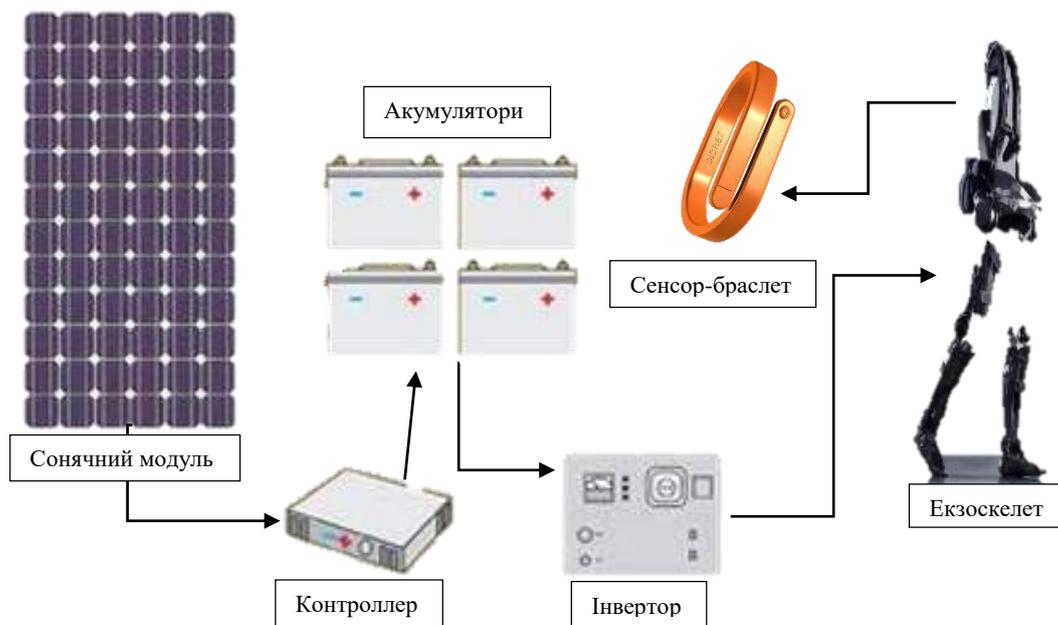


Рис.7. Схема взаємозв'язку сонячних батарей з конструкцією екзоскелета

Висновки. Медичний екзоскелет – прогресивна розробка вчених, створена для людей з обмеженими можливостями, для подовження часу роботи яких (резервного живлення) пропонується:

- 1) встановити портативні та гнучкі сонячні батареї на основній зовнішній конструкції екзоскелету;
- 2) модифікувати модель сенсорного браслету в спеціальну систему керування Bluetooth-модулем сонячними батареями та загальним станом живлення екзоскелету;
- 3) встановити негрозміздки панелі з метою безперебійного забезпечення роботи екзоскелету.

Бібліографічний список

1. Умный браслет Cigaret [Електронний ресурс] // Pocket-Lint. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://vido.com.ua/article/10272/umnyi-brasliet-cigaret-so-vstroieniym-siensonym-proiektorom-prievzoshiel-google-glass/>.
2. Терминология и классификация экзоскелетов / [А. А. Воробьев, Ф. А. Андриященко, О. А. Засыпкина та ін.] // Краткая история создания экзоскелетов / [А. А. Воробьев, Ф. А. Андриященко, О. А. Засыпкина та ін.]. – Волгоград, 2015. – (Вестник Волгоградского государственного медицинского университета). – С. 106.
3. Гнучкі сонячні батареї [Електронний ресурс] // LEU. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.leu.com.ua/gnuchki-sonyachni-batare/>

КОНСТРУЮВАННЯ МОДЕЛІ СКЛАДАНОГО НОЖА З ФІКСАТОРОМ ЛЕЗА

Потапенко В.В., студент,

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** - розглядається питання проектування і розміщення п-образної скоби на корпусі складаного ножа, а також зниження ризику випадкового складання леза, підвищення безпеки використання інструменту.*

***Ключові слова** - ніж, запобіжник, фіксатор, замок axis lock.*

Постановка проблеми. В роботі розглядається безпека використання інструменту (складаний ніж) з типом замку axis lock, в якого можливе ненавмисне складання ножа через людський фактор.

Формування цілей (постановка завдання). Нами розглядається завдання отримання безпечного пристрою, що спрямований на зниження ризику отримання травми під час використання предмету.

Основна частина. Ніж — це інструмент, який має багато призначень. За конструкцією ножі бувають: з фіксованим, складаним, змінним лезом. В даному випадку нас цікавлять ножі складаного типу: звичайні та мультитули. Окремо можна виділити швейцарські ножі виробництва Victorinox та Wenger (рис. 1). Ці інструменти складаного типу відомі своєю зручністю та широким способом використання.

В інструментах українського виробництва “Grand Way” (рис. 2) використовують систему axis lock. Певні недоліки цієї системи: потрапляння пилу всередину ножа; висока вірогідність поламки при використанні інструмента не за призначенням.

Нами запропоновано розробку замка axis lock з покращеннями характеристик, а саме:

- простота використання;
- додатковий запобіжник;
- посилення конструкції;

виключення екстремальних ситуацій, довільного відкривання.



Рис. 1 . Ножі виробництва Victorinox та Wenger.



Рис. 2. Ніж “Grand Way”.

На рис. 3 наведено зображення запобіжника для ножа з замковою системою axis lock, який виготовляється з листової сталі шляхом штампування.

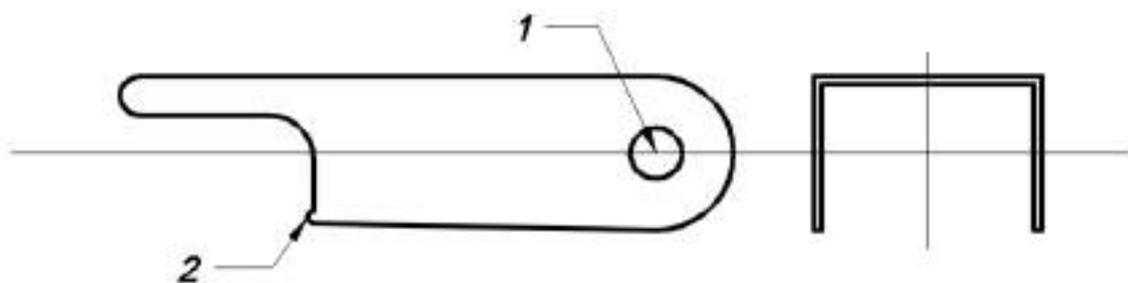


Рис. 3. Запобіжник.

1 - отвір для кріплення п-образного запобіжника на ручці ножа.
2 – фіксуючий елемент запобіжника.

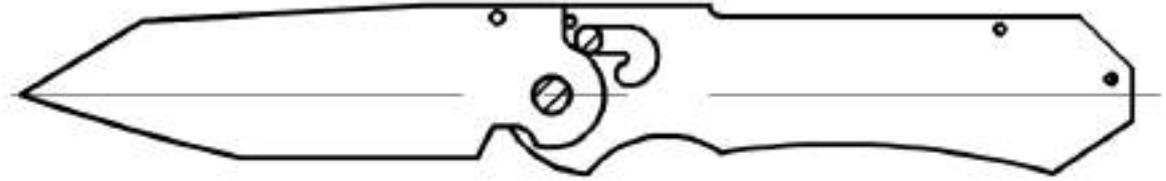


Рис. 4. Ніж без фіксатора.



Рис. 5. Ніж з фіксатором.

На рис. 4 та 5 проілюстровано зображення інструменту без додаткового запобіжника та з виробом. Деталь встановлюється на ножах із замковою системою типу axis lock (рис. 5), основною функцією якого є додаткова фіксація самої системи. У разі несправності замкової системи виріб слугує сигналом про незафіксоване лезо ножа.

Висновки.

1. Даний пристрій забезпечує більш безпечне використання складаних ножів із замковою системою типу axis lock.
2. Запобіжник, за ціною категорією, доступний для більшості населення.
3. Виріб при встановленні на основу ножа не збільшує значно його вартість у зв'язку з невисокою вартістю запобіжника, що залишає ножі різної цінової категорії у своїх попередніх цінових сегментах.

Бібліографічний список:

ОПТИМІЗАЦІЯ ЦИКЛУ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Старунська А.В., студент,

Воробйов О.М., старший викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент

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

Анотація – у роботі розглядаються переваги та недоліки вторинного використання стічних вод. Окреслено напрямки подальших наукових досліджень у теоретичному та практичному аспектах.

Ключові слова вторинне використання, стічні води, , ризики для здоров'я, агрокультури, сіра вода.

Постановка проблеми. Метою даної статті є оцінювання переваг і недоліків вторинного використання стічних вод, а також виявлення можливостей та напрямків його вдосконалення.

Аналіз останніх досліджень. В статті наведено аналіз останніх досліджень та публікацій в галузі вторинного використання стічних вод, в яких започатковано та запропоновано варіанти розв'язання проблеми.

Формулювання цілей. Розробити удосконалену схему використання стічних вод на основі двох основних варіантів повторного їх використання та економії.

Основна частина.

Вода грає фундаментальну роль у життєдіяльності, зокрема, для виробництва продуктів харчування. Зростаючий дефіцит цього важливого природного ресурсу, який, ймовірно, буде тільки посилюватися в умовах зміни клімату, має дуже серйозні наслідки для здатності людства прогодувати себе.

У світі зростання чисельності населення і економічне зростання чинять все більший тиск на ресурси прісної води, при цьому загальна швидкість забору ґрунтових вод збільшується на 1 відсоток на рік з 1980 року. І цей тиск в даний час посилюється в зв'язку зі зміною клімату.

На сьогоднішній день важливість прісної води як природного ресурсу постійно зростає. При використанні в побуті й промисловості вода забруднюється речовинами мінерального і органічного походження. Таку воду прийнято називати стічною водою.

Обладнання громадських будівель місцевими системами очищення стічних вод знаходить все більш широке поширення в розвинених країнах

світу (США, Японія). Після очистки вода застосовується у технічних цілях: для поливу дорожніх покриттів, миття автомобілів, охолодження повітря в кондиціонерах та інше. Істотне місце в зарубіжній практиці займають проекти, що передбачають можливість використання очищених стічних вод для поліпшення ландшафтів, обводнення штучних і природних водоймищ.

Існує 2 основні види повторного використання стічних вод:

1. Відкритий цикл - використання стічних вод в сільському господарстві або для поливу газонів при будинках.

2. Замкнений цикл - використання стічних вод для повторного вживання в будинку.

При використанні вторинних водних ресурсів у сільському господарстві процес має відкритий цикл (рис.1).

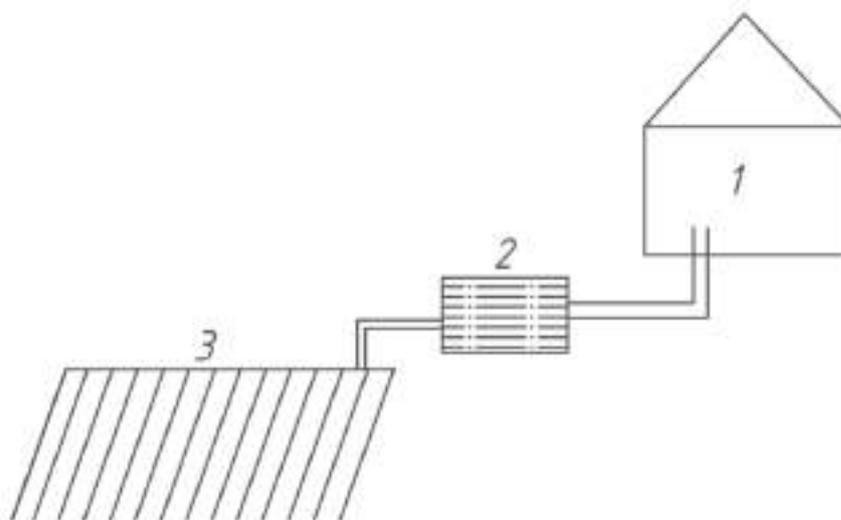


Рис. 1. Відкритий цикл використання вторинних водних ресурсів: 1- будинок; 2-система очистки; 3-система зволоження (поливу).

Розглянемо його основні переваги та недоліки:

Переваги:

- Використання очищених стічних вод у сільському господарстві є корисним для навколишнього середовища та економіки.
- Зменшення тиску на джерела прісної води, адже сільське господарство – найбільший світовий споживач води (до 70%).
- Високі концентрації поживних речовин у ґрунті.
- Може усунути потребу в добриві.
- Знижується попит на постачання питної води.

Недоліки:

- Ризик для здоров'я від асоційованих патогенів.
- Ризик для здоров'я від інших забруднюючих речовин (наприклад, металів, хімікатів, фармацевтичних препаратів).
- Зниження якості ґрунту від накопичення металів і підкислення.
- Проникнення до підземних вод.

- Солі та хімікати можуть завдати шкоду рослинам та ґрунту.

Використання стічних вод по замкненому циклу для повторного використання в будинку також характеризується перевагами та недоліками (рис.2):

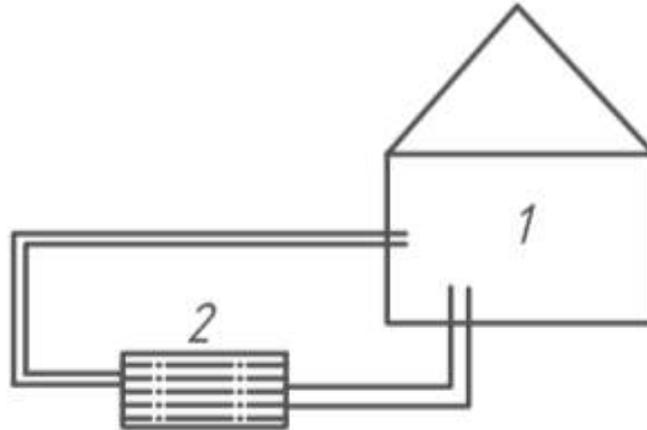


Рис.2. Замкнений цикл використання вторинних водних ресурсів.
1-будинок; 2-система очистки;

Переваги:

- знижує домашні потреби прісної води.
- знижує попит на водопостачання громадськості - це може бути реальним полегшенням під час водних обмежень.
- використовується менше водних ресурсів.
- допомагає скоротити кількість забруднень, що надходять у водні шляхи.
- зниження попиту на інфраструктуру для транспортування стічних вод, очищення та утилізації, що дозволяє їй працювати краще і довше.

Недоліки:

- фінансові витрати на встановлення та підтримку системи вторинного використання.
- необмежені надлишки стоку можуть створити проблеми для сусідів.

Належним чином оброблена сіра вода може бути повторно використана у санвузлах та прання одягу, які є двома найбільшими споживачами води в господарстві. Повторне використання сірої води для очищення санвузлів може заощадити приблизно 50 л питної води щодня, а повторне використання очищеної води для прання одягу може заощадити приблизно 90 л питної води.

Для оптимізації процесу використання сірої води, а саме для мінімізації втрат, нами запропоновано об'єднати два базових цикли вторинного використання стічних вод за наступною схемою:

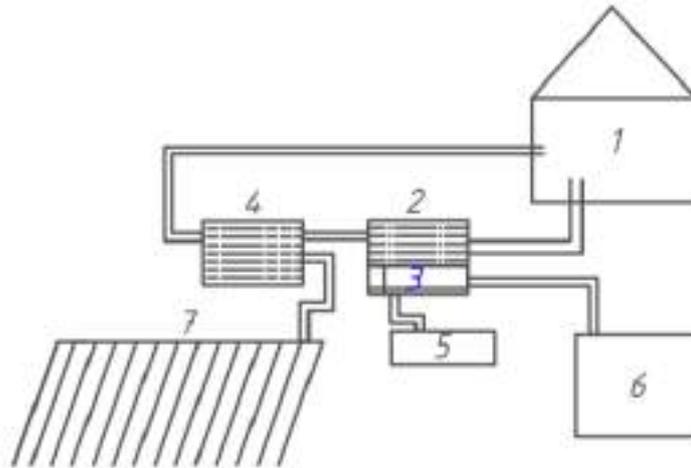


Рис. 3. Комбінована схема використання вторинних водних ресурсів.

- 1- Будинок;
- 2- Система очистки;
- 3- Ємність для збору густих відходів;
- 4- Система очистки 2 рівня+ насичення води рідким киснем;
- 5- Ємність для збору добрив;
- 6- Резервуар для збору біогазу;
- 7- Система зволоження(поливу).

Додавши ємність для збору густих відходів, ми можемо отримувати добрива та біогаз, який можна використовувати для виробництва електроенергії та тепла.

Процес очистки стічних вод є важливим, так як основною метою є подальше використання мулу. Існує безліч технологій, які дозволяють прискорити процес механічної очистки, при цьому є можливість використання активного мулу в процесі бродіння для отримання біогазу. Каналізаційні (аераційні) гази - це продукт бродіння стічних вод каналізації, що є різновидом біогазу.

Висновки

Запропонована комбінована схема використання вторинних водних ресурсів із залученням базових циклів значно скорочує витрати води у господарстві, зменшує забруднення навколишнього середовища, дозволяє додатково отримати поживні речовини.

Бібліографічний список

1. http://bieb.ruaf.org/ruaf_bieb/upload/1546.pdf
2. <http://crowa.khuisf.ac.ir/DorsaPax/userfiles/file/pazhohesh/crowa91/57.pdf>
3. <http://www.yourhome.gov.au/water/wastewater-reuse>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6133124/>

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТЕЗУ КОЛІННОГО ВУЗЛА ЗАДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ЙОГО МОБІЛЬНОСТІ

Лановий І.О., студент,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент

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

Анотація – предметом дослідження є покращення характеристик мобільності механічного протезу колінного вузла; запропонування рішень основних проблем вибраного протезу та порівняння з іншими моделями механічних вузлів.

Ключові слова – протез, нижня кінцівка, конструкція, колінний суглоб, модернізація.

Постановка проблеми. Протезування нижньої кінцівки – єдина можливість відновлення мобільності пацієнта при ампутаціях на рівні стегна або нижче. В даній статті розглянуто колінний модуль з механічним керуванням фази переносу [1]. Принципом роботи є рух ролика по внутрішній поверхні верхньої частини протезу, який зміщує верхню частину, внаслідок чого відбувається згин протезу. Механічна робота виконується пружинами.

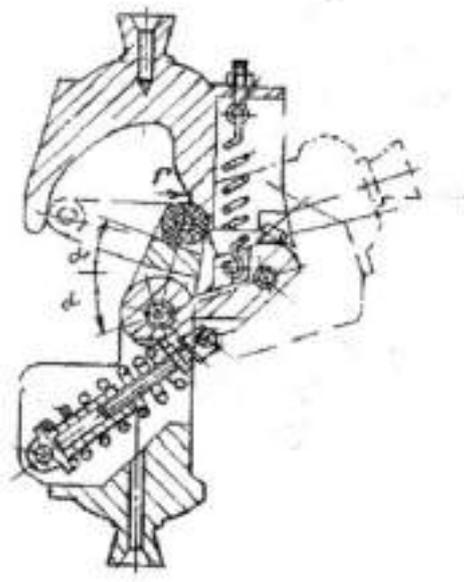


Рис. 1. Модель колінного вузла.

Основними проблемами даної моделі є:

1. Пружинна система не дає достатньої потужності для комфортного повсякденного руху, особливо під час користування сходами.
2. Різкі моменти згинання-розгинання й відсутність плавності рухів, яка властива рухам здорової людини.
3. Конструкція не передбачає механізму втримання внутрішнього ролика, який може вискочити поза межі передбаченого простору.

Вирішення даних проблем та впровадження покращень принесе комфорт та новий рівень можливостей користувачам.

Аналіз останніх досліджень. Сучасний ринок протезів налічує моделі таких типів:

- 1) Протези з механічним керуванням фази переносу. Характеризуються простотою будови й стабільністю положення, але не можуть надати можливості вільного руху [2].
- 2) Протези з гідравлічним керуванням руху. Збільшення функціональності та мобільності в порівнянні з механічними. Працюють в режимі регулювання фази переносу та опори, пішої ходи, катання на велосипеді та тренування на тренажерах [3].
- 3) Протези з електронним регулюванням фази переносу і опори. Наразі є вістрям сучасної інженерної думки й надають широкий спектр можливостей користувачам. Головними недоліками є висока ціна, потреба в підзарядці акумуляторів та тривалий процес післяопераційної реабілітації для опанування протезів з подібними рівнями мобільності [4].

Враховуючи збільшення кількості молодих людей з потребою в протезуванні нижніх кінцівок, що пов'язано з ситуацією на сході України, існує потреба в протезах з високим рівнем мобільності та використання ефективних методів реабілітації. Наразі такі типи протезів розробляють такі підприємства - Parashar Industries, Nertus та Київське експериментальне протезно-ортопедичне підприємство. Саме їх варіанти колінних вузлів були розглянуті вище.

Формування цілей. Метою розробки є створення на базі вибраного колінного вузла моделі з покращеними характеристиками та можливістю використання в реабілітації пацієнтів. Створена модель буде перехідним типом між протезами з обмеженою руховою здатністю та сучасними розробками. Можливість відновити вміння ходити й звикання до протезу буде основним завданням даного протезу.

Основна частина. Запропонована модель після модифікації не має проблем, які були характерні для попереднього зразка й суттєво випереджає його в надійності та мобільності.

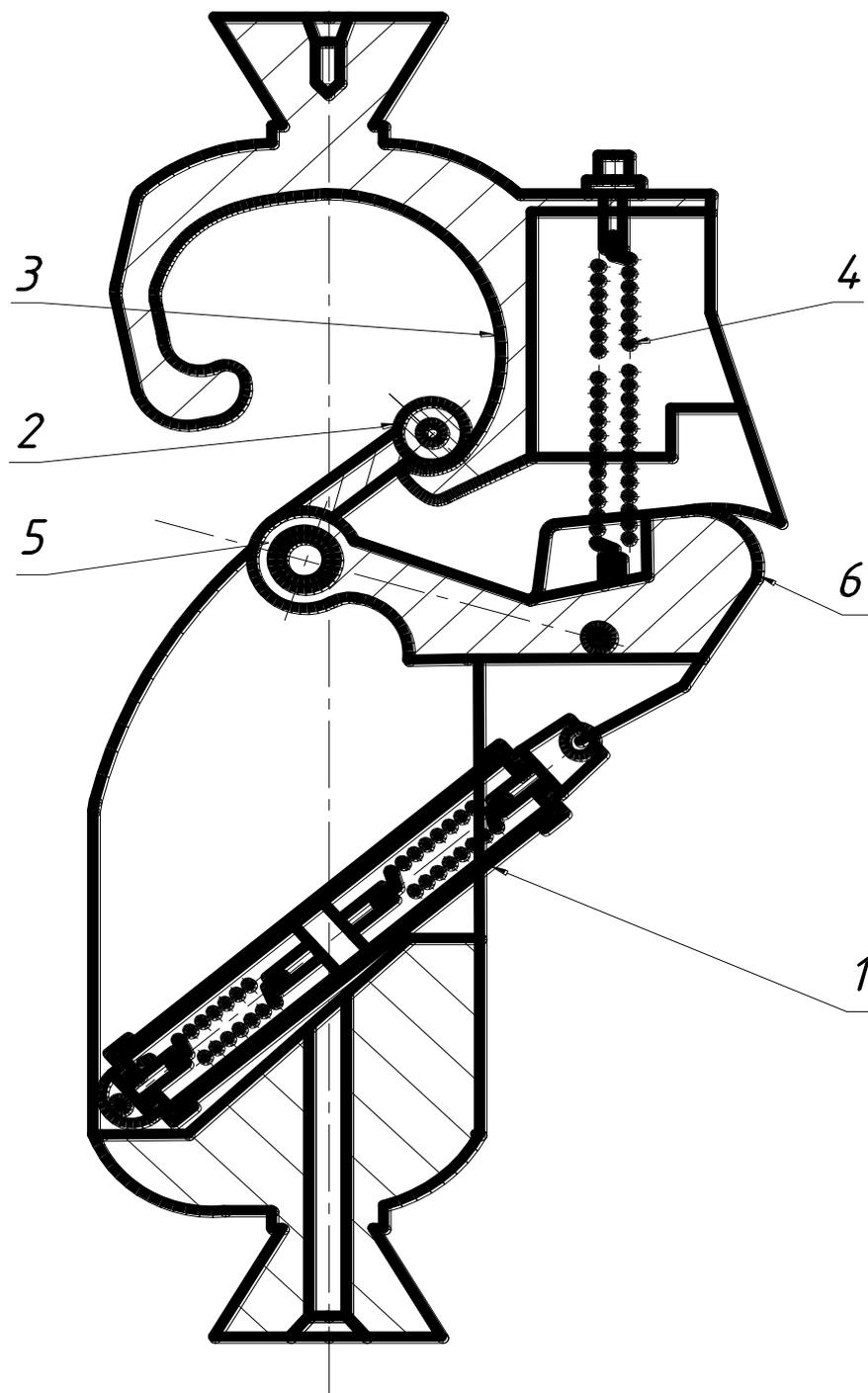


Рис. 2. Схема модифікованого колінного вузла в розрізі.

Конструкція модифікованого колінного протезу (рис. 2) складається з наступних частин:

1. Циліндр з перфорованим поршнем всередині, який рухається у внутрішньому середовищі. Запропоновано заповнення мастилом з подальшим герметичним закриттям циліндру.

2. Ролик з полімерного матеріалу з кріпленням в середній частині протезу.
3. Внутрішня поверхня верхньої частини вузла. Саме вона рухається по ролику й створює момент згинання.
4. Пружина-антагоніст, яка допомагає пацієнту повернути протез в початкове положення.
5. Кріплення для ролику.
6. Плече-важіль, яке з'єднане з поршнем та передає його тиск.

В ході дослідження було проаналізовано основні варіанти колінних вузлів. Одним з найбільш популярних варіантів є колінний вузол з гідравлічним принципом роботи. В порівнянні з механічними він має більші кути згинання та рівень мобільності, який включає в себе основну рухову діяльність та активний спорт. Проте даний тип потребує більшого зусилля для руху, а тому й підготовки м'язів пацієнта.

Нами був вибраний гідравлічний механізм з пружиною-антагоністом, яка компенсує зусилля для згинання та повернення протезу в початкове положення. Це ґрунтовно змінило модель руху пацієнта. Адже пружинний механізм не міг створити плавність рухів здорового коліна [5]. Ця проблема була вирішена, й етапи згинання-розгинання нашої моделі наближені до відповідних рухів здорової ноги. Дана модифікація створює умови для використання як одну з методик реабілітації та створення правильного рефлексного руху при ходінні.

Наступною зміною є форма внутрішньої кривизни. Кривизна була розділена на два етапи руху ролика. Перший етап відповідає за рухи з невеликим кутом вигину. Етап має форму півкола з закругленням для фіксації ролика в початковому положенні. Форма обрана задля швидкого руху по ролику й зміни положення в просторі. Друга фаза – зкривлена дуга з запірним завитком. Специфічний рух, який потребує великого кута вигину буде відбуватись на цій ділянці. Кінцевий завиток зупиняє рух ролика та не дає йому вискочити за меж вигину. Ця проблема була актуальна для першої версії протезу. Загалом рух буде відбуватись від початкового запірного завитка й першого етапу до другого з вигином верхньої частини протезу в запірному завитку. Така система повторює траєкторію руху стегнової кістки по великогомілковій кістці [6].

Зміна кривизни на дві функціональні частини призводить до збільшення мобільності протезу та його рухливості. Дана модифікація ефективно показує себе на підйомі, а особливо при спуску зі сходів.

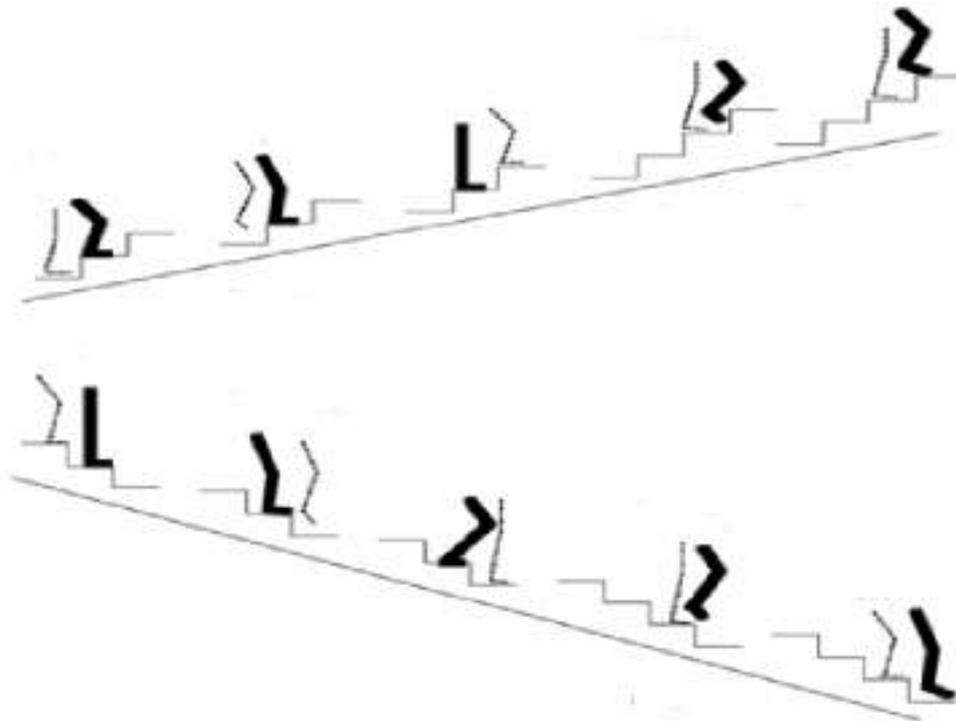


Рис. 3. Схема циклу роботи нижньої кінцівки під час руху сходами.

На рис. 3 можна побачити, що рух по сходах – динамічна зміна положення кінцівки в невеликому кутовому діапазоні. Саме це є перевагою даної моделі протезу

Висновки. У даній статті розглянута модифікована конструкція колінного вузла та її переваги. Обґрунтовано доцільність використання даного протезу як спосіб адаптації та відновлення втрачених навичок.

Бібліографічний список

1. Красюк Г. В. Протез колінного суглоба (патент №56259) [Електронний ресурс] / Г. В. Красюк, В. В. Бублій, С. Е. Горлевський // База патентів України. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <http://uapatents.com/4-56259-protez-kolinnogo-sugloba.html>.
2. Інформаційна сторінка Київського казенного експериментального протезно-ортопедичного підприємства – Режим доступу: <http://kievprotez.com.ua/>
3. Сайт підприємства Parashar Industries – Режим доступу: <http://parasind.com/>
4. Сайт компанії Nertus – Режим доступу: <http://nertus.od.ua/ua/>
5. Huiskes, R. & Mow, Van C. (2005). Basic Orthopaedic Biomechanics and Mechanj-Biology, 3rd edition. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВОЇ РЕАНІМАЦІЇ AUTOPULS

Фелді Д.А., студент.,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

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

***Анотація** – у статті розглянуто розробку комплексу для проведення механічної серцево-легеневої реанімації AutoPuls. Також наводяться його переваги перед схожими апаратами та його недоліки загалом, на основі яких розглядаються перспективи та способи його удосконалення.*

***Ключові слова** – реанімація, медицина, СЛР (серцево-легенева реанімація), AutoPuls, пульс, ЕКГ, електрод, реле.*

Постановка проблеми. Метою даної статті є розробка комплексу для механічної серцево легеневої реанімації в сільській місцевості, де рівень медицини є досить низьким та характеризується нестачею кваліфікованих медичних працівників, в польових умовах, коли необхідно швидко винести потерпілого з місця бойових дій, що на даний момент є дуже актуальним, а також виявленні можливостей та напрямків його розвитку, вдосконалення та застосування цього комплексу.

Аналіз останніх досліджень. В статті наведено аналіз останніх досліджень та публікацій в галузі автоматизації серцево-легеневої реанімації, в яких започатковано розв'язання проблем, пов'язаних з будовою апаратів та запропоновано варіанти вдосконалення його конструкції.

Основна частина.

На даний момент існує потреба у розробці комплексу для механічної серцево легеневої реанімації який зможе полегшити роботу медичним працівникам в сільських місцевостях де рівень медицини є досить низьким та нестачею кваліфікованих медичних працівників та в польових умовах, коли необхідно швидко винести потерпілого з місця бойових дій, що на даний момент є дуже актуальним.

Серцево-легенево-мозкова реанімація (ресусцитація, СЛР, англ. cardiopulmonary resuscitation, CPR), - це невідкладна медична процедура, спрямована на відновлення життєдіяльності організму та виведення його зі

стану клінічної смерті. Включає штучну вентиляцію легенів (штучне дихання) та компресії грудної клітки (непрямий масаж серця).

Починати СЛР постраждалого необхідно якомога раніше. При цьому наявність двох із трьох ознак клінічної смерті - відсутність свідомості і пульсу - достатні свідчення для її початку. Засновником серцево-легеневої реанімації вважається австрійський лікар Петер Сафар, іменем якого названо потрійний прийом Сафара.

Показання до проведення СЛР

- Відсутність свідомості
- Відсутність дихання
- Відсутність пульсу (ефективніше в такій ситуації перевіряти пульс на сонних артеріях)

Перші клінічні випробування механічної жилетної СЛР були проведені Н.Р. Halperin в 1993 році. Однією з таких конструктивних розробок є реанімаційна система AutoPulse, що випускається фірмою Zoll, яка є модифікацією жилетної СЛР з використанням розподілу навантаження компресійного ремня.

Система AutoPulse призначена для реанімації дорослих людей від 18 років і старше. AutoPulse являє собою пристрій, що складається з щита, на якому розташовується пацієнт, і охоплює грудну клітку пацієнта ремня, який при закріпленні на пацієнта автоматично стягується навколо грудної клітини і проводить компресії. Працює як в безперервному режимі (в разі протекції дихальних шляхів), так і в співвідношенні 30: 2, з двома послідовними паузами по 1,5 с для проведення штучного дихання у пацієнтів без протекції дихальних шляхів. Основна частина реанімаційної системи (рис. 1) - розподіляє навантаження компресійний ремінь, що розподіляє навантаження (LDB – load distributing band) та складається з покривної пластини і двох жгутів, з'єднаних з компресійною накладкою за допомогою застібки, і є одноразовим. Приєднаний до платформи AutoPulse, ремінь автоматично підганяється під розміри пацієнта і забезпечує стиснення грудної клітини. Напівкругна компресія грудної клітини за допомогою AutoPulse забезпечує значне зменшення її об'єму, та, відповідно, збільшення внутригрудного тиску без небезпеки травматичних пошкоджень, оскільки виключається додаток зусилля тільки в одній точці компресії, як при проведенні стандартної СЛР.

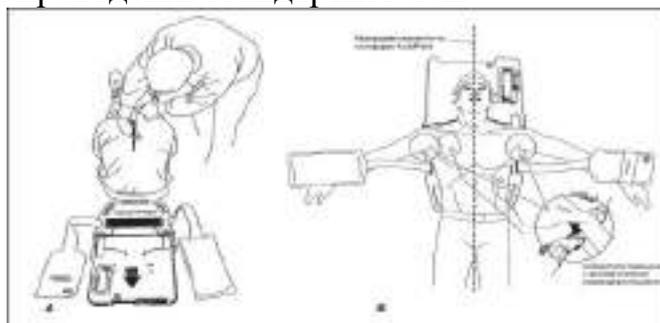


Рис. 1. Реанімаційна система AutoPulse

Переваги системи:

- Можна використовувати у русі.
- Велика точність.
- Легкий та надійний у використанні.

Недоліки системи:

- Немає системи автоматичної ШВЛ (штучної вентиляції легень), її треба проводити рятувальникам самостійно.
- Для підключення АЕД (автоматичний зовнішній дефібрилятор) потрібно повністю відключати систему та знімати ремені, на встановлення яких потрібно не менше хвилини.
- Немає системи, що регулює відновлення життєдіяльності.

На основі проведеного дослідження було знайдено шлях розробки реанімаційного комплексу (рис. 4). Так як AutoPuls призначений для реанімації у русі, дуже важливим є повна автономність системи. Тому, як варіант, можна встановити в нього систему ШВЛ компанії ТОВ "Медсервіс Плюс ЛТД" (рис. 2). Її треба підключати окремо, але застосування цієї технології допоможе підвищити ефективність СЛР.



Рис. 2. Аппарат ШВЛ

Цільовою функцією електрофізіологічної апаратури слід вважати одержання відображень процесів, що проявляються в зміні електричних параметрів – пасивних електричних властивостей або рівнів біопотенціалів; або чисельних значень деяких електричних властивостей біотканин, однозначно пов'язаних з процесами, що протікають у біоб'єкті.

При реєстрації біопотенціалів вимірювальні електроди підключають до обладнання з первинної обробки (ОПО), що містить підсилювальну частину (ПЧ) електрофізіологічного приладу або комплексу, основні

проблеми проектування якої пов'язані з розробкою так званих підсилювачів біопотенціалів (ПБП).

Схемо-технічне рішення цього вузла залежить від характеристик сигналу, що реєструється, місця накладення електрода і його взаємовпливу з іншими електродами «відведення».

Саме в забезпеченні необхідного контакту біологічного об'єкта з електродом, який є вхідним елементом підсилювача, пов'язано багато технічних проблем проектування вхідних ланцюгів підсилювальних вузлів цього виду медичної апаратури.

Електричний сигнал серця допоможе зафіксувати електрокардіограма. У даному випадку нам не потрібна надскладна система ЕКГ, адже у зв'язку з даним комплексом нам необхідно лише зареєструвати електричний сигнал серця, що буде сигналізувати про відновлення самостійного серцевого ритму. Для цього найкраще підійдуть одноразові електроди компанії ZOLL (рис. 3).

Цей електричний сигнал буде передаватися до електромагнітного реле з типом монтажу на DIN-рейку, який у свою чергу вимкне апарат, що допоможе запобігти порушенню відновленого ритму та завдання постраждалому зайвого стресу та больових відчуттів.

Реанімаційний комплекс отримання електричного сигналу серця наведено на рис. 4.



Рис. 3. Електроди для прийняття електричного сигналу серця

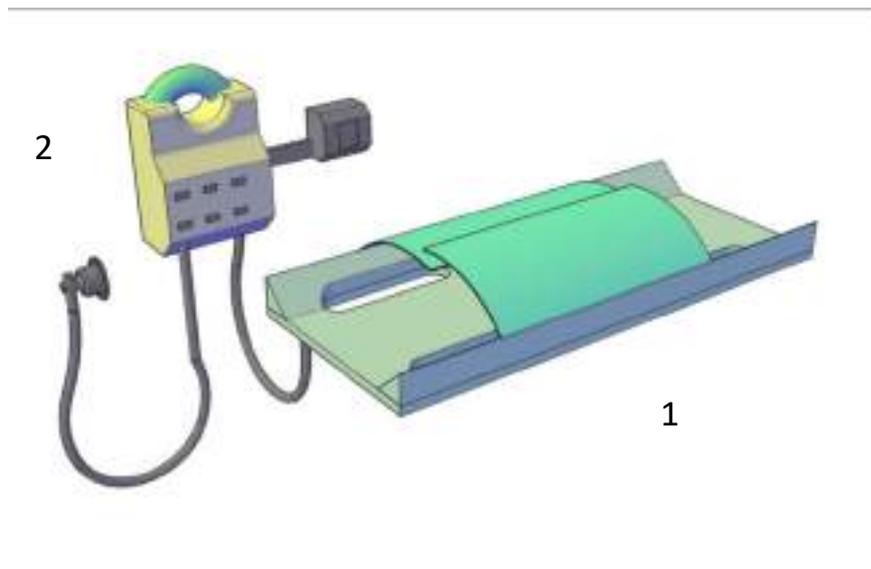


Рис. 4. Запропонований комплекс для проведення механічної серцево-легеневої реанімації: 1-платформа із вмонтованим реле і ремнями life band; 2-апарат штучної вентиляції легень з маскою.

Отже, таке удосконалення допоможе суттєво усунути недоліки апарату та поставити його поза конкуренції зі схожими апаратами, а також дозволить підвищити ефективність реанімаційних заходів та зменшити ризик смерті постраждалого.

Висновки. Розробка комплексу для проведення автоматичної серцево-легеневої реанімації спрямована, в першу чергу, на усунення таких недоліків, як відсутність регулюючої системи відновлення життєдіяльності, що в широкому клінічному застосуванні дозволяє покращити ефективність роботи таких апаратів та полегшити роботу рятувальникам, а також допоможе підвищити кількість врятованих життів.

Бібліографічний список

1. Casner M., Andersen D., Isaacs S.M. Preliminary report of the impact of a new CPR assist device on the rate of return of spontaneous circulation in out of hospital cardiac arrest // *Prehospital Emergency Care.* - 2005. -Vol. 9. -P. 61-67.
2. Ong M.E., Ornato J.P., Edwards D.P. et al. Use of an automated, load-distributing band chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation // *JAMA.* — 2006. — Vol. 295. — P. 2629-2637.
3. Ong M.E.H, Sultana P., Fook-Chong S., Annitha A., Ang S.H., Tiah L., Yong K.L. Comparison of load - distributing band and standard cardiopulmonary resuscitation in patients presenting with cardiac arrest to the emergency department// *Prehospital Emergency Care.* - 2011. - Vol. 15. - P. 106.
4. Зильбер А.П. Этюды критической медицины. — М.: Медпресс-информ, 2006. — 568 с.
5. Ивантер, Э. В., Коросов, А. В. Элементарная биометрия : учеб. пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск: Изд-воПетрГУ, 2010. – 104 с.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО АРМУВАННЯ У РУХОМИХ СТАНКАХ З ЧПУ

Шевчук Д.В., студент,

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 тему 3D друку будівель за допомогою станків з ЧПУ, які можуть реалізовувати технологію вертикального армування. Розкривається актуальність цієї теми та перспективи розвитку галузі при впровадженні цієї технології у масове будівництво.*

***Ключові слова** – станки з числовим програмним управлінням (станки з ЧПУ), технологія вертикального армування, 3D друк, масове будівництво.*

Постановка проблеми. Класичні методи будівництва не дуже відрізняються від тих, що використовувалися на початку попереднього століття. Змінилися лише матеріали та інструмент. Час будівництва класичного каркасу одноповерхового будинку площею 120-150 м.кв. - один будівничий сезон (3-5 місяців). Запропонований нами метод вертикального армування дозволяє скоротити цей термін до 7 днів та скоротити витрати на оплату праці.

Аналіз останніх досліджень. Технологія 3D друку будівель впроваджується в таких країнах:

- Саудівська Аравія - надрукована перша у світі офісна будівля, що вже працює.
- Китай - застосовується для дешевого житла у віддалених районах.
- США - ця технологія орієнтована на космос.

Всі методи будівництва, які використовуються, мають певні обмеження (розміри, масштаби, форми, ціна) і певний крок у вирішенні цих проблем зробила компанія «Apis cor», розробивши полярний 3D принтер.

Основна частина. Сучасні методи будівництва дуже повільні і затратні. Більшу частину вартості складає плата робітникам, а наявність людського фактору обумовлює різноманітні затримки, неточності та дефекти в будівельному процесі. Впровадження станків з ЧПУ у цю галузь дозволить пришвидшити будівництво та покращити його якість, бо для запропонованого методу вертикального армування досить всього двох працівників: одного оператора станку та робочого, що буде відповідати за

укладку арматури, віконних перекладин та різного виду комунікацій. При закінченні процесу 3D друку ми отримаємо готову конструкцію з усіма

прокладеними комунікаціями, до завершення якої залишаться лише оздоблювальні та кровельні роботи.

На рис.1 наведена схема 3D принтера для вертикального армування.

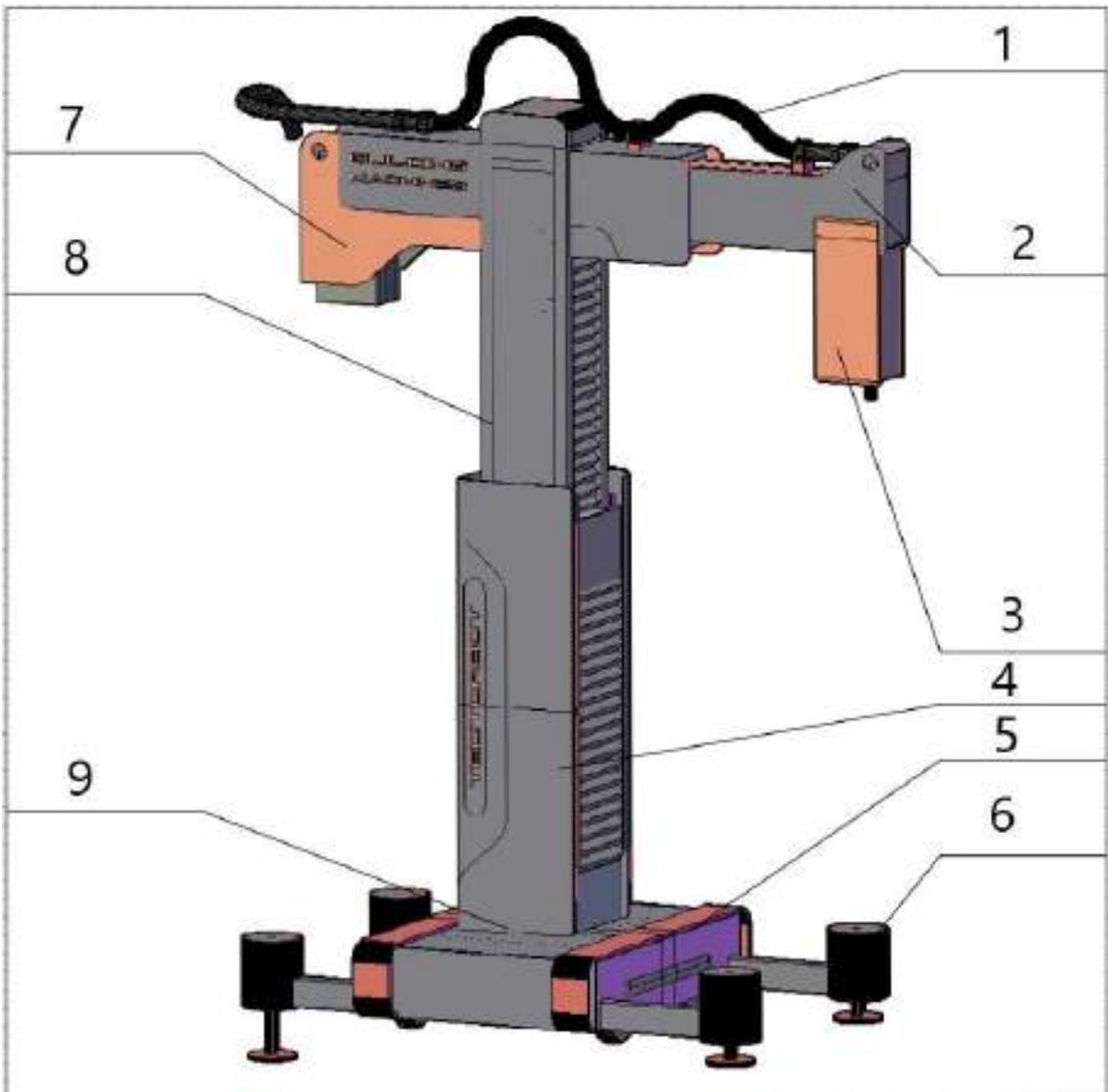


Рис. 1. 3D принтер для вертикального армування.

У класичному будівництві криві форми та контури є дуже дорогим та трудомістким процесом. Він потребує складних контрформ, залізобетонних конструкцій та технологічних опалубок. Наш метод вертикального армування дозволяє здешевити цей процес та зробити можливим

будівництво будь-якої форми, які будуть обмежуватися лише фантазією архітектора.

Ціна самої “коробки” - це 30-40 % вартості від зведення будівлі, а наш проект дозволяє скоротити цю суму до 15-20% від суми, що необхідна на зведення будівлі зараз.

Залежно від конфігурації будівлі друк може займати всього одну добу, що дозволяє використовувати технологію вертикального армування для екстреного відновлення житла у зонах стихійного лиха або бойових дій.

Наприклад, у Саудівській Аравії прийнято рішення за наступні 10 років звести 3 млн. будівель за цією технологією.

Складові 3D принтера для вертикального армування (рис. 1):

1. Система подачі будівельної суміші.
2. Стріла краноподібна для подачі екструдера до місця друку.
3. Екструдер.
4. Блок управління.
5. Рухома платформа.
6. Гідравлічні домкрати.
7. Противага.
8. Напрямна для вертикального позиціонування екструдера.
9. Обертовий механізм.

Використання 3D принтера для вертикального армування на будівельному майданчику не має обмежень по висоті поверху, формам та розмірам.

Через систему домкратів будівництво може відбуватися і на непідготовленій ділянці.

Оскільки станок не прив'язаний до конкретної точки, він може створювати будівлі не тільки з горизонтальним армуванням, а й з вертикальним, тому стає можлива багатоповерхова забудова, що є проблемою для вже існуючих 3D станків у цій галузі.

Висновки Запропоновано обладнання для 3D друку будівель за допомогою рухомих станків з ЧПУ, що дозволяє реалізувати технологію вертикального армування конструкцій. Це дасть можливість варіативності архітектури при порівнянню невеликих затратах по часу та фінансах на будівництво доступного житла.

Бібліографічний список

1. <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/winsun-the-company-received-15-billion-on-3d-printing-of-housing-in-sa/>
2. <https://cobod.com/>

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМБАЙНА КПЯ 1. ЗАМІНА СТРУШУЮЧИХ БІЧІВ НА СТРУШУВАЧ «СОНЕЧКО» ТА ЗАСТОСУВАННЯ БАЛАНСИРІВ В КОРПУСІ АКТИВАТОРА

Власюк Т.О., студент,
Воробйов О.М., ст. викладач,
Голова О.О., к. т. н.,
Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

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

Анотація – проаналізовано відомі конструкції струшуючих систем збирання ягід, запропоновано нову конструкцію струшуючої системи із збільшенням кількості зібраних стиглих плодів і мінімалізацією нанесення пошкодження рослинам.

Ключові слова – комбайн плодово-ягідний (КПЯ), для збору чорної смородини, корисна модель, струшувач «сонечко», активатор струшувача плодово-ягідного комбайна.

Постановка проблеми. Сучасні плодово-ягідні комбайни мають недостатній механічний вплив на рослину при збиранні її стиглих плодів. Струшувачі, що наявні у цих комбайнах, мають амплітуду коливань на кінцях пальців максимальну, а в місці кріплення близьку до нуля. У зв'язку з цим вібрація, що передається пальцями гілкам насаджень, недостатньо інтенсивна. Цей недолік в кінцевому рахунку призводить до збільшення витрат праці та зменшення рентабельності збирання ягід.

Аналіз останніх досліджень.

Досліджувана модель КПЯ має струшувачі, що розміщені під кутом 45° відносно поверхні обертового вертикального вала з набором вільно обертаючих пальцевих дисків на косо посажених втулках, жорстко пов'язаних з обертовим валом. Для приводу в коливальний рух пальчастих дисків необхідно встановлювати вал, що є додатковим джерелом коливань. Це вимагає установки додаткових приводів, в тому числі вібраційних, що ускладнює конструкцію пристрою, знижує його надійність.

Формулювання цілей.

Метою дослідження є підвищення якості роботи механізму і допустимий вплив робочих складових комбайну на рослини, що не знижуватиме їх продуктивність в наступний вегетаційний період.

Основна частина.

Для вирішення поставленої задачі на комбайн були встановлені пальцеві диски, що обертаються на вертикальних валах (рис.1). Вертикальні коливання пальцевих дисків здійснюються за рахунок обертання на косо

посажених втулках, нерухомо закріплених на обертових валах в підшипникових опорах на рамі комбайна (рис.2).

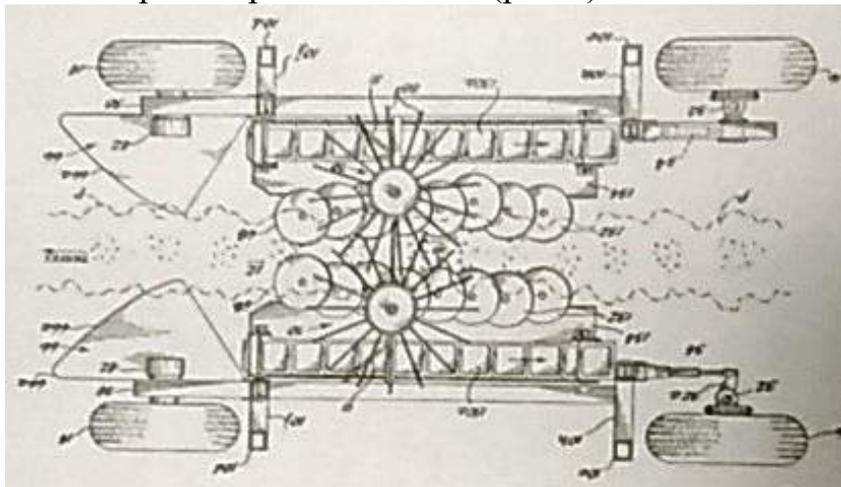


Рис. 1 Схема розташування струшувача “сонечко”.



Рис. 2. Робоча модель комбайна плодово-ягідного.

Горизонтальні коливання пальцевих дисків здійснюються за рахунок роботи активатора струшувача, що заснований на зміні векторів напрямку сили (рис.3). Балансири, які розташовані в корпусі активатора, рухаючись по колу, призводять до дисбалансу. Корпус, в свою чергу, отримує зворотньо-поступальний рух (рис.4).



Рис. 3 Розташування активатора з балансирами у КПЯ.

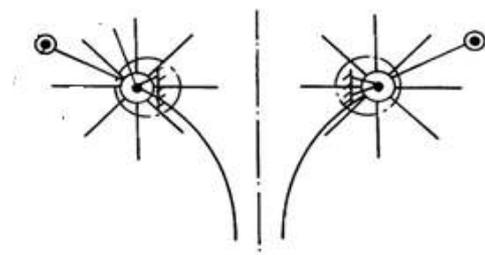


Рис. 4 Схема активатора з балансирами.

Технічний результат наукової роботи - зниження маси і спрощення конструкції ягідного комбайна, максимальний збір плодів.

Для запобігання неконтрольованого обертання струшувача встановлюється гальмівний пристрій.

Сполучення з балансирами досягається тим, що від обертового вала привід в коливальний рух отримують не тільки пальчасті диски, що вільно обертаються на косо посажених втулках, жорстко встановлених на валу, а й бічи, встановлені вільно на втулках на валу і пов'язані між собою жорсткою ланкою, яка з'єднується шарнірно за допомогою тяги з зовнішньої обоймою ексцентрикового механізму, встановленого на обертовому валу.

Висновки

1. В роботі наведено схему модернізації пристрою струшувача, яка підвищує якість роботи всього механізму та забезпечує мінімальне нанесення пошкодження рослинам.

2. Результатом використання нової конструкції КПЯ є:

1) комбайн збирає ягоди, які не потребують додаткової ручної обробки та готові для реалізації продажу в свіжому вигляді або подальшої переробки;

2) робочі органи комбайна створюють мінімальний тиск на ґрунт і це призводить до збереження гігроскопічності та аерації ґрунту;

3) внаслідок мінімального нанесення пошкоджень рослинам, плодючі частини пагону плодоносять на наступний рік, що призводить до рентабельності усього виробництва.

Бібліографічний список

1. Агробізнес сьогодні: систематизований покажчик змісту періодичного видання (за 2016., в кількості 442 документи українською мовою) / укладач О. В. Брагар. – К.: НУБіПУ, 2017. – 28 с

2. Кашин В.И., Утков Ю.А. Принципи створення засобів механізації для збору ягід. Трактори і сільгоспмашини. 1995, №7.-с. 26-30.

3. Садова І. Техніка для лідерів / І. Садова // Агробізнес сьогодні. – 2016.- № 1-2.- С. 82-84.

4. Кротов А.М. Струшувач неперервної дії [Електронний ресурс] / А.М. Кротов. Режим доступу до ресурсу: <http://www.patent.ru/209/209303.html>.

МОДЕРНІЗАЦІЯ КРІПЛЕННЯ ДЛЯ ПАСКУ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Ковальчук Д. М., студент,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О., к. т. н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

Національний Технічний Університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», (Україна, м. Київ)

***Анотація** – у статті розглянуто аспекти моделювання нового кріплення паску домашніх тварин, що зможе врятувати їх життя при екстремальних ситуаціях.*

***Ключові слова** – пасок, карабін, домашні тварини.*

Постановка проблеми. Сучасні кріплення паску домашньої тварини є міцними та розраховані для будь-яких домашніх улюбленців. Такі паски є необхідністю в наш час, особливо якщо людина з твариною проживає у місті. Але у містах є багато небезпек для наших домашніх улюбленців, наприклад - ліфти. Тому у статті запропоновано нове кріплення, що допоможе врятувати життя тварині у екстремальній ситуації.

Аналіз останніх досліджень.

При аналізі останніх моделей було зроблено висновок, що наразі майже всі компанії, що виготовляють кріплення для паску домашніх тварин, використовують звичайний і стандартний варіант карабіну, бо це дешево і доступно.

Формулювання цілей.

Метою роботи є моделювання нового кріплення для паску домашніх тварин, який при екстремних ситуаціях відкріплюється, що допоможе врятувати життя тварині.

Основна частина.

На сьогоднішній день багато людей проживають у мегаполісах та просто великих містах зі своїми домашніми улюбленцями. Багато речей, які людина зробила для своєї зручності можуть нашкодити нашим улюбленцям, хоча ми про це навіть не замислюємося. Зараз можна доволі часто зустріти ситуацію, коли, наприклад, людина зі своєю собакою заходить до будинку. Підійшовши до ліфта собака заходить всередину і ліфт, що їде на виклик з іншого поверху, зачинається, а людина залишається ззовні. У такий момент людина нічого не може зробити, бо пасок, який частіше за все закінчується рулеткою, розкручується до певного моменту, а потім трапляється найстрашніше, бо пса душить його ж ошийник. Добре, якщо в такій ситуації

ошийник собаки не туго затягнутий і вона самостійно може зняти його, але так трапляється не завжди. І таких ситуацій багато, бо подібна ситуація може статися, наприклад, у громадському транспорті.

Модернізація кріплення паску до ошийника тварини може допомогти в такій ситуації. Сучасні паски закінчуються частіше за все металевим карабіном. При модернізації тільки кінець, яким карабін кріпиться до ошийника, залишається металевим (1), основа повинна бути з твердого пластику (2), який при дуже великому навантаженні деформується. У середину карабіна повинна входити конструкція (3), яка має три сходинки і зроблена з твердої гуми. Сходинки такої конструкції з однієї сторони заокруглені, а з іншого прями під 90 градусів, для забезпечення пересування цієї конструкції тільки в одному напрямку. На кінці основи з пластику закріплене кільце, до якого власне кріпиться пасок. При екстремній ситуації, коли йде велике навантаження, ця конструкція розривається або витягується, що рятує тварині життя. Дана модель є достатньо міцною, аби втримати велику собаку при прогулянці або якщо вона різко тягне на себе, але розривається при великому навантаженні.

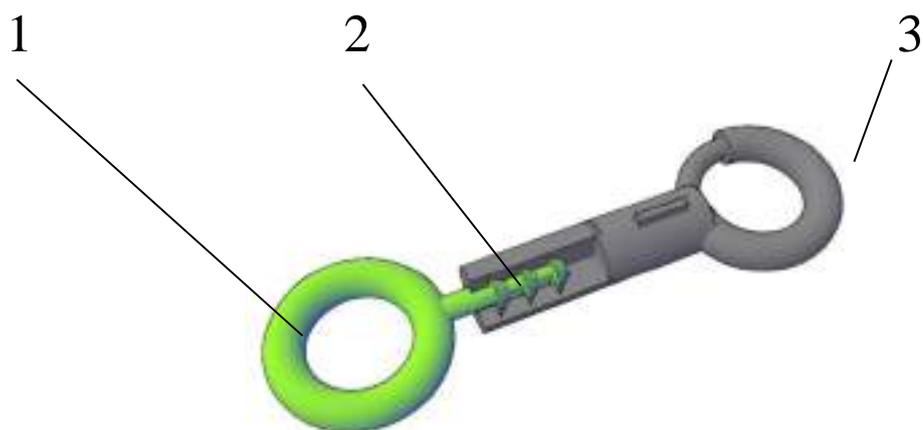


Рис.1. Приклад вдосконаленого кріплення паску.

Висновки:

У статті наведено приклад модернізації кріплення паску домашньої тварини, що розривається при екстремній ситуації, рятуючи тим самим життя домашнього улюбленця.

Бібліографічний список

1. Снаряжение. Карабины [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://web.archive.org/web/20010412193134/http://ktmz.boom.ru/library/snaraga/carabin/index.htm>.

МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВИ БІОНІЧНОГО МОДУЛЬНОГО ПРОТЕЗУ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ ЛЮДИНИ HELIOS-1

Ксензов Д.Є., студент,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

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

***Анотація** – предметом дослідження є основа будови біонічного модульного протезу верхньої кінцівки людини. Мета роботи полягає в дослідженні структури та функцій основи модульного протезу верхньої кінцівки на прикладі будови кісток людини. Запропоновано концепцію вигляду основи протезу, а саме її частини – вказівного пальця лівої руки, роботу рухомих частин, визначено перспективні напрямки проведення подальших наукових досліджень.*

***Ключові слова** – протез, верхня кінцівка, основа, будова, моделювання, вказівний палець.*

Постановка проблеми. Втрата кінцівки внаслідок воєнних дій чи нещасного випадку сильно пригнічує функціональність людського організму. Це стосується як й труднощів або взагалі неможливості робити звичні повсякденні речі, що потребують участі обох рук (наприклад, зав'язування шнурків), так й травм психічного чи емоційного характеру [1].

В даному випадку раціональним вирішенням є використання протезів. Проте, кожен пацієнт потребує індивідуального підходу до створення копії втраченої кінцівки. До того ж, більшість доступних протезів на сьогоднішній день дорого коштують.

Так, на кінець 2016 року протез передпліччя з біоелектричної кистю «Webionic 3» коштував в Росії близько 1,8 - 2 млн рублів [2].

Отже, не кожен користувач може собі дозволити продукт за цією ціною.

Аналіз останніх досліджень. Сучасний ринок протезів налічує моделі таких типів:

- 4) Пасивні протези суто для косметичних цілей при ампутації пальців або кисті рук. Вони не виконують ніяких функцій, крім приховування косметичного дефекту. Представлені у вигляді якісного муляжу кінцівки;
- 5) Функціонально активні протези – мають можливість виконувати деякі функції відсутньої кінцівки за допомогою ручного управління і пружинних тяг. Їх недоліком є недостатня анатомічна

схожість і приховування косметичного дефекту. Зазвичай такі протези прикриваються за допомогою одягу. Вони бояться вологи, так як деталі не захищені вологостійким покриттям.

- б) Активні біонічні (функціонально-косметичні) протези - є найбільш сучасною розробкою. За допомогою цих протезів забезпечується зв'язок з нервовою системою людини за допомогою датчиків, розташованих на шкірі і м'язах кукси. Ці датчики вловлюють зміну біопотенціалу, при усвідомленому бажанні людини поворухнути відсутньої рукою. За допомогою процесора сигнал обробляється, посилюється і подається на електромотори, які призводять частини протеза в рух [4].

Не дивлячись на високу ціну останніх, все частіше можна знайти роботи ентузіастів, які виготовляють функціональні та недорогі протези. Прикладом можуть слугувати Девід Агуїлар [5] та Гаел Лангевін [6].

В Україні не так багато компаній займаються розробкою протезів. Серед них можна назвати компанію Esper Bionics [7].

Формування цілей. Ціль публікації полягає у висвітленні необхідної для функціонування будови основи біонічного модульного протезу, а також в окресленні перспектив подальших наукових досліджень у даному напрямку.

Основна частина. За основу концепції було взято принцип роботи телефону Google Project Ara. Його специфічною ознакою є так звана «модульність» – телефон складається з основного каркасу та додаткових модулів, наприклад, камери чи додаткової батареї.

Протез HELIOS-1 використовує той же метод: на основі, що представляє собою модель кісток втраченої кінцівки, насаджуються модулі у вигляді косметичних копій відповідних частин втраченої кінцівки, наприклад, фаланг пальців. Основа та модулі роздруковані на 3D принтері з ABS-пластику. За бажання пацієнта, може бути додаткове косметичне покриття модулів, виготовлене з синтетичних матеріалів.

Якщо розглядати усю структуру протезу на прикладі одного пальця (нехай це буде вказівний палець лівої руки), то його будова наступна (рис. 1):

- 1, 2, 3 – основи, ідентичні за розмірами кінцевій, середній та основній фалангам вказівного пальця із нейлоновими сухожиллями;
- 4,5 – сервоприводи, виконуючі роботу дистального та проксимального міжфалангових суглобів відповідно;
- 6 – шарнір, виконуючий роботу п'ястно-фалангового суглоба;
- 7 – мікропроцесор, що аналізує інформацію з датчиків на куксі та передає команди до сервоприводів та шарніру.

Джерело живлення буде знаходитися в області променево-зап'ясткового суглоба або передпліччя.

Шарнір рухається за допомогою чотирьох коліщаток, розташованих парами друг навпроти друга: двох вертикальних та двох горизонтальних.

Система за допомогою датчиків, розташованих на куксі, приймає сигнали від м'язів, передає цю інформацію до мікропроцесорів, які її аналізують та посилають команди до шарнірів з сервоприводами.

Додаткову плавність рухів забезпечують нейлонові сухожилля.

Частина основи, де вона прикріплюється до сервоприводів, знімається, що дає змогу швидко проводити ремонт пошкоджених частин та міняти косметичні модулі.

Дроти від мікропроцесора проходять вздовж усього пальця, поєднуючи сервоприводи та шарнір у єдину систему, що дозволяє оперативно реагувати на сигнали м'язів.

Отже, основною перевагою моделі є її невелика вартість завдяки деталям, виготовленим на 3D принтері та зможі швидко замінювати необхідні частини.

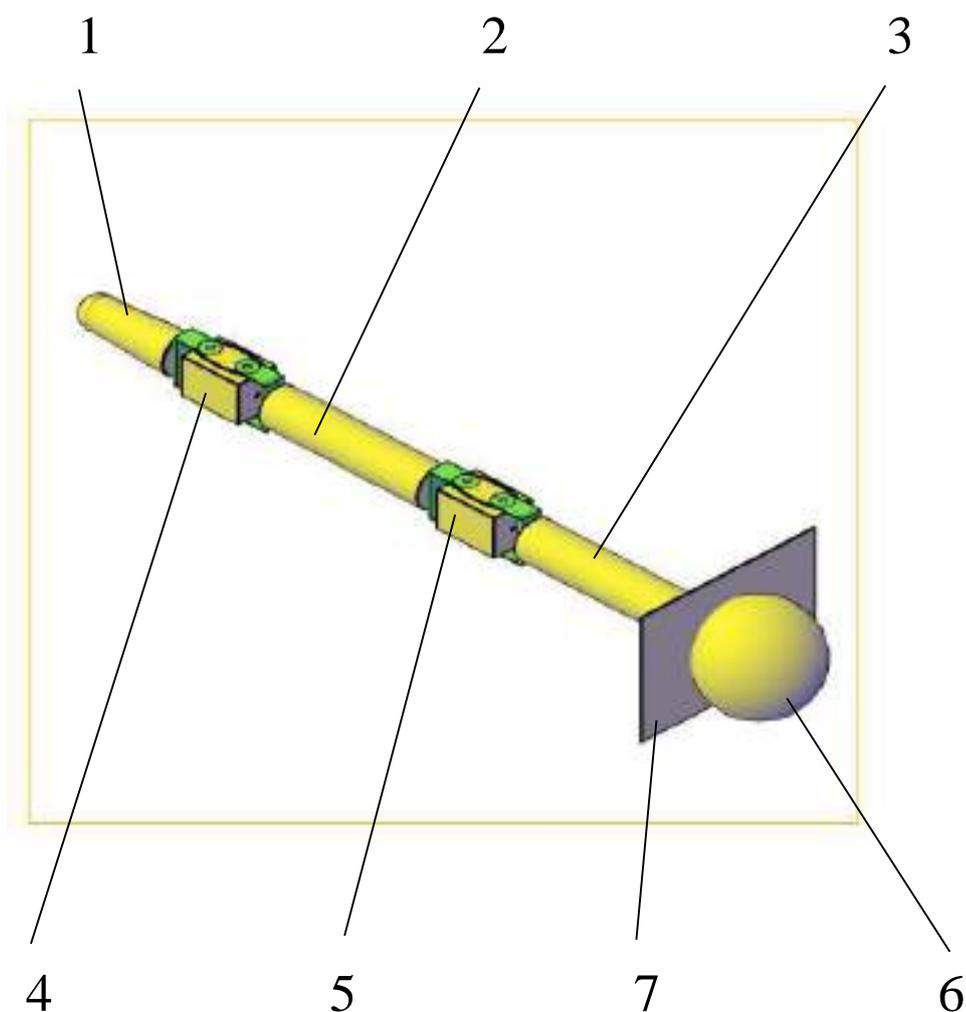


Рис. 1. Модель вказівного пальця протезу HELIOS-1.

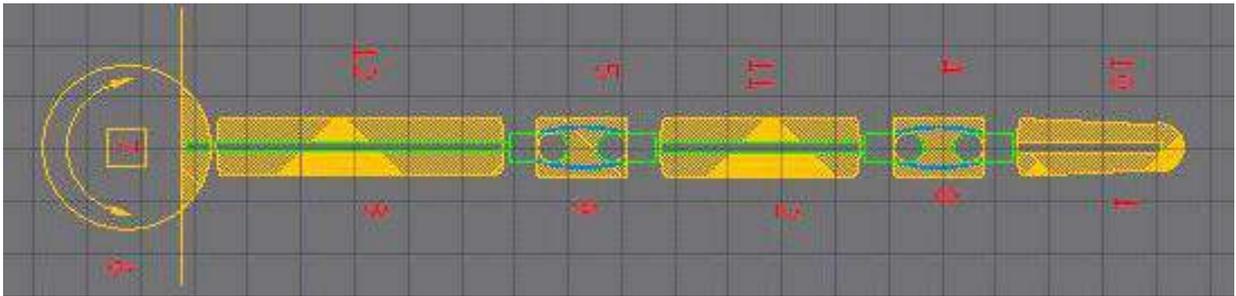


Рис. 2,3 – внутрішній та зовнішній вигляд пальця протезу HELIOS-1, вид збоку

Висновки. У даній статті запропоновано концепцію основи будови составного біотичного протезу на прикладі вказівного пальця лівої руки, приведено доцільність використання технології у сучасному протезуванні.

Бібліографічний список

6. Рыбников О. Н., Смекалкина Л. В., Палецкая С. Н. «Психический статус лиц, перенесших травматическую ампутацию конечности, и задачи психотерапии» – М., ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» МО РФ (ГНИИИ ВМ МО РФ) – 2005;
7. Интернет-ресурс «Habr» – статья «Как стать киборгом в России (и сколько это стоит)» – Режим доступа: <https://habr.com/company/motorica/blog/373249/>
8. Информационный портал «Robo Sapiens», статья «Бионические протезы: История, принцип работы, последние достижения» – Режим доступа: <https://robo-sapiens.ru/stati/bionicheskie-protezyi/>
9. Информационный портал «Протезирование конечностей РФ» – Режим доступа: <http://протезирование-конечностей.рф/современное-протезирование-руки/>
10. Информационный портал «Hi-News.Ru», статья «Школьник сделал себе протез руки из LEGO» – Режим доступа: <https://hi-news.ru/technology/shkolnik-sdelal-sebe-protez-ruki-iz-lego.html>
11. Left Hand robot InMoov by Gael Langevin – Thingiverse – Режим доступа: <https://www.thingiverse.com/thing:18939>
12. Innovation House, статья «Esper Bionics: “рука помощи» из Украины» – Режим доступа: <https://innovationhouse.org.ua/ru/statti/esper-bionics-ruka-pomoshhi-iz-ukrainy/>

УСТАНОВКА З ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКОВОГО ГРАФЕНА

Гулій М.А., студент,

Воробйов О.М., старший викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент

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

***Анотація.** У даній статті розглянута установка з виробництва порошкового графена з відповідними хіміко-технічними та фізичними властивостями, розроблений ефективніший та більш дешевий спосіб виробництва порошкового графена.*

***Ключові слова:** графен, детонація, екстракція, аргон.*

Постановка проблеми. Графен є двовимірним кристалом, що складається з одиночного шару атомів вуглецю, зібраних в гексагональну решітку. Матеріалом, що виявив свої унікальні властивості - високу провідність і теплопровідність, міцність, гідрофобність, - зацікавилися не лише вчені, а й технологи, а також пов'язані з виробництвом процесорів корпорації IBM, Samsung.

Принцип роботи транзисторів з графена істотно відрізняється від принципу роботи традиційних транзисторів, тому розвиваються інші підходи до їх створення. Дослідники вважають, що завдяки їхнім досягненням незабаром з'явиться новий клас графенової наноелектроніки з базовою товщиною транзисторів до 10 нм.

Завдяки сильним вуглецевим нековалентним зв'язкам графен інертний по відношенню до кислот і лугів при кімнатній температурі. Однак присутність певних хімічних сполук в атмосфері може призводити до легування графена, що знайшло застосування в істотній чутливих сенсорах - детекторах окремих молекул. З нього намагаються робити акумулятори для електромобілів, збирають радіоактивні відходи, роблять поролон, покращують міцність бетону на стиск і вигин, підвищують ефективність сорбентних фільтрів, отримують графенополімерне покриття підвищеної міцності, що володіють заданими властивостями: гідрофобність, бактерицидність, мікробіцидність, електропровідність, теплопровідність, захист від корозії, стійкість до ультрафіолетового випромінювання, поглинання СВЧ-випромінювання, нарощують кісткову тканину і навіть нейтралізують ракові пухлини. Але отримання графена є досить проблематичним і в досить малих кількостях, що значно збільшує вартість матеріалу.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день є декілька методів отримання графена:

1. Механічний (плівки графена до ~ 100 мкм);
2. Хімічний (графенові шари товщиною 0,54 нм);
3. Епітаксія і розкладання;
4. Комбінація механічного методу і подальшого високотемпературного відпалу.

Формулювання цілей (постановка завдання). Метою публікації є розгляд установки нового типу, за допомогою якої можливо полегшити виробництво порошкового графену.

Основна частина.

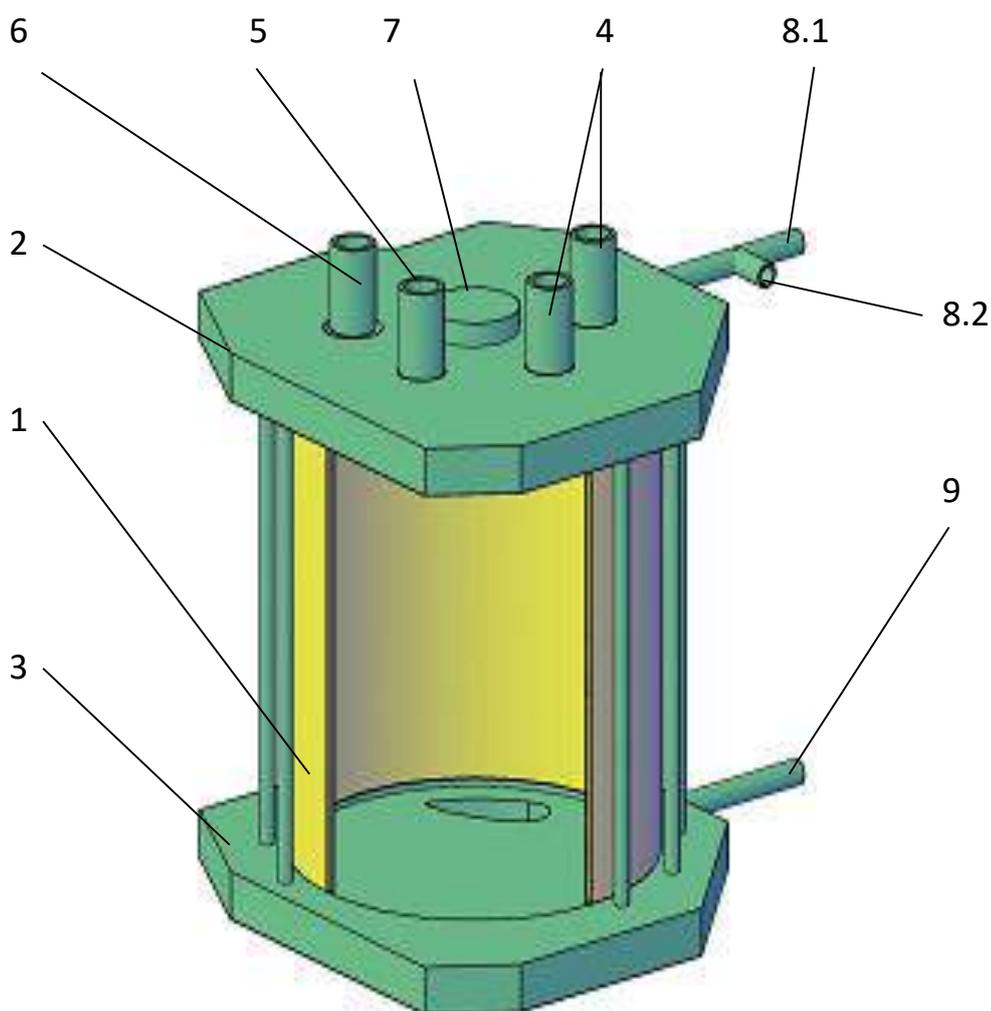
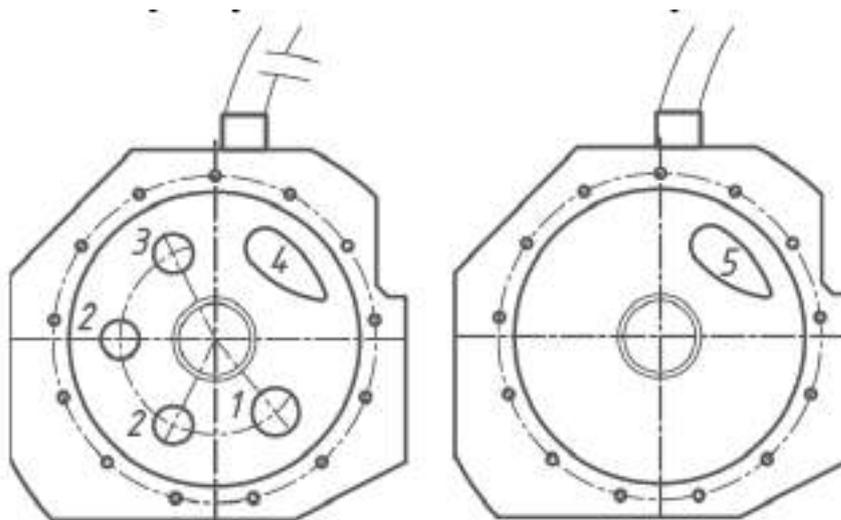


Рис. 1. Детонаційна камера

Опис установки (рис. 1): 1 - корпус, 2 - верхній фланець, 3 - нижній фланець, 4 - кран для створення вакууму, 5 - кран для подачі пропану або ацетилену, 6 - кран для подачі кисню, 7 - кнопка для детонації; 8 - кран для подачі, 8.1 – аргону, 8.2 – стиснутого повітря, 9 - кран екстракції.



Верхній фланець

Нижній фланець

Рис. 2. Будова фланців.

Опис будови фланців (рис. 2): 1 - отвір для вакуумної трубки; 2, 3, 4 - отвори для газів; 5 - отвір для екстракції.

Хід циклу. Процес виготовлення графена проходить у вакуумі шляхом відкривання засувки на верхній трубі, до якої прикріплений великий мановакуумметр, на якому відстежується тиск 0. У детонаційну камеру через верхній фланець запускаємо газів по черзі, а саме: пропан або ацетилен, кисень (отвори 2, 3, відповідно). Всі крани перекриваються безпосередньо перед початком основної фази виробництва – детонації. Проводимо детонацію за допомогою свічки запалювання шляхом натискання кнопки 7

У кінці процесу детонації отриманий продукт – графен – потребує охолодження. За допомогою аргону він швидко охолоджується без окиснення. Також охолодження потребує детонаційна камера. Екстракція готового продукту проходить через кран, який знаходиться на нижньому фланці до циклона - уловлювача графена. Для транспортування графена із детонаційної камери використовується стиснене повітря, яке є більш дешевим за аргон у виробництві. Після закінчення процесу апарат герметизується для подальшого використання.

Висновки. Конструкція для отримання порошкового графена проста у використанні, дає змогу отримати за певний проміжок часу більшу кількість цього перспективного матеріалу.

Бібліографічний список

1. Графен - Вікіпедія. Режим доступу до ресурсу:

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%BD>

ЗМІННА НАСАДКА ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ РІДИНИ ІЗ ЗУБНОГО КАНАЛУ

Люльченко М. О., студент,

Воробйов О.М., ст. викладач,

Голова О.О., к.т.н.,

Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.

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

***Анотація** – у статті наведена конструкція змінної насадки для видалення рідини із зубного каналу.*

***Ключові слова** – стоматологія, зубний канал, рідина в каналі, насадка.*

Постановка проблеми. У стоматології в процесі видалення рідини з зубних каналів спеціалісти мають певні труднощі: голка не проходить в канал на потрібну глибину, шприц занадто громіздкий та потужність слюновідсоса замала для цієї клопіткої роботи, адже потрібно зробити все бездоганно, не залишивши при цьому гною та не пошкодити кістку.

Формування цілей. Для вирішення цієї проблеми нами запропоновано багатофункціональну компактну гнучку насадку на стоматологічне обладнання для видалення речовини з каналів.

Основна частина.

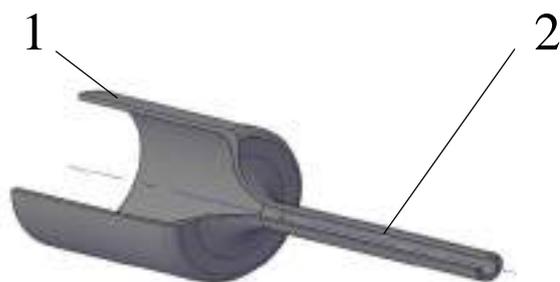
Нажаль, приладу для видалення каналної рідини в стоматології не існує. Лікарі мають його робити власноруч, а саме: після промивки дистильованою водою зубного каналу, за допомогою слюновідсосу, 2 або 3-кубового шприцу та пластикової ендонасадки з іншого обладнання і цим приладом стоматолог чистить канали.

Ми можемо розробити новий інструмент, який буде альтернативою цьому. При розробці насадки ми використовуємо програму 3D моделювання AutoCad.

На рис. 1 наведено пристрій для видалення речовини з каналів. Він складається з контейнеру об'ємом 1 мл², що кріпиться до слиновідсосу та силіконової трубки.

Для полегшення застосування насадки їх легко змінювати. Також нами розроблені різні конструкції насадок, а саме:

- Насадка для промивання каналу (рис. 2);
- Насадка для чистки каналу (рис. 3).



1 – контейнер, 2 - силіконова трубка

Рис. 1. Пристрій для видалення речовини з каналів.



Рис. 2. Насадка для промивання каналів.

Рис. 3. Насадка для чистки каналів.

Матеріал, що застосовується для виготовлення гнучкої кінцівки – силікон, що дозволяє лікарю дістатися інструментом до найбільш недоступних місць зубних каналів.

Висновки.

У статті розглянута конструкція змінної силіконової насадки для видалення рідини із зубних каналів. Простота та надійність такої конструкції дозволяє лікарю легко виконувати необхідні лікувальні процедури.

Бібліографічний список

1. Митрофаненко В. П. Анатомия, физиология и биомеханика зубочелюстной системы. [Електронний ресурс] / В. П. Митрофаненко // Лань. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://avtorim.kiev.ua/meditsina/stomatologiya/anatomiya-zubochelyustnoi-sistemy.html>.
2. Имплантологическое лечение пациентов пожилого и старческого возраста. ITI том 9 [Електронний ресурс] / ред. Висмаер Д., Чен С., Бузер Д // Квинтэссенция. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://olea.com.ua/content/implantologicheskoe-lechenie-pacientov-pozhilogo-i-starcheskogo-vozrasta-iti-tom-9-red>.

ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ СФЕРИЧНОГО РЕФЛЕКТОРА ЗАСОБАМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Козловський А.Г., магістрант,

Юрчук В.П., д.т.н., професор.

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

***Анотація** – розглянуто засади створення креслення з нормативними та технічними вимогами відповідно до Єдиної системи конструкторської документації та Єдиної системи технологічної документації. Розглянуто геометричні особливості сферичного рефлектора та застосування. Коротко описано методiku створення конструкторської документації засобами автоматизованого проектування на мові Python. На основі виготовлення готового креслення сферичного рефлектора показаний принцип застосування таких програм для формування будь-якої технічної документації з проставленням автоматичних розмірів, урахуванням технічних вимог, баз, шорсткості, квалітетів, покриття та інших вимог.*

***Ключові слова** – конструкторська документація, Єдина система конструкторської документації, Єдина система технологічної документації, сферичний рефлектор, світловий потік, геометрична поверхня.*

Постановка проблеми. Розвиток сучасних сфер виробничої діяльності з кожним днем набуває швидких динамічних обертів, пов'язаних із використанням дієвих прогресивних технологій, методик, методів, технічних засобів, оснасток та інших засобів, необхідних для забезпечення умов та потреб виробництва. Загалом, розроблення конструкторської документації на державних та приватних підприємствах є застарілою.

Одним із таких прогресивних кроків «уперед» є спрощення процесу розроблення конструкторська документація (КД) за рахунок використання засобів автоматизованого проектування на різних мовах програмування. Так, створені програми є мультифункціональними прикладними програмами САПР (система автоматизованого проектування), що дозволяють розробити креслення за декілька хвилин, але потратити більше половини (60-90%) від всього часу на оформлення креслення згідно стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні спростити процес оформлення креслення за рахунок автоматичного проставлення розмірів в програмних

середовищах дозволяють програми компаній відомих на цілий світ, зокрема такі програмні засоби як Tekla structures [1], ArchiCAD [2], AutoCad (KIM project engineering solution [3]), Solidworks [4], T-flex [5] та ін. Деякі з них підтримують експертну систему автоматичного проставлення розмірів у тому числі і на просторовій моделі (наприклад, DimExpert в SolidWorks [6]). Головною проблемою є відсутність обрання баз в ручному режимі, обрання декількох баз (наприклад, від торця і міжосьова відстань від отвору, послідовне проставлення отворів), неможливість прив'язки конкретних розмірів до однієї із баз. Адже, чим складніша деталь, тим більше виникає потреб шукати нові технічні рішення в межах середовища однієї програми, в якій розробляється КД. Таким чином, системи автоматичного проставлення розмірів не є досконалою, тобто такою, що не повністю задовольняє потребам реального виробництва і конструктор змушений вносити різного роду коригування, на що витрачається чимало часу.

Формулювання цілей. Зараз ведуться розробки щодо спрощення процесу не тільки виготовлення, але й конструювання виробів, що в значній мірі дозволяє зекономити час, електроенергію, витрати на матеріали та іншого роду затрати, що відображаються на собівартості продукції.

Окрім того, головним недоліком їх є перепрограмування під конкретний виріб, відсутністю необхідних параметрів (наприклад, позначення баз, шорсткості) та незручне керування програмою, внаслідок чого виникають значні затрати часу. Адже головна задача таких програм САПР є спрощення процесу розробки КД для конструктора.

Тому, в основу розробленої програми було покладено створення програми-зразка (для майбутніх розробок програм у системі САПР), включає автоматичне проставлення розмірів (тобто розпізнавання ліній як об'єкт) з вибором бази як для всіх так і для вибіркових розмірів.

Основна частина. Процес створення деталей засобами САД (Computer aided design) сьогодні доповнена невинним розвитком технологій, що значно облегує конструкторський процес. Наприклад, 3-D принтер чи верстати з ЧПК, що працюють на основі автоматичного перетворення форми просторових моделей в машинний код (на базі мови фортран) для безпосереднього виконання оснасткою виробничого завдання.

Саме тому сьогодні ведуться пошуки на розробку нових технічних рішень, що дозволять спростити всі технологічні процеси починаючи від проектування і закінчуючи виготовленням та утилізацією виробу.

Таким чином, було розроблено програму на основі засобів автоматизованого проектування, що дозволяє виготовити креслення на основі вводу геометричних параметрів та технічних вимог користувачем. При цьому, користувач повинен мінімально взаємодіяти з інтерфейсом програми шляхом натиснення на електронні кнопки мишкою або клавіатурою (кожній кнопці програми відповідає певна кнопка клавіатури – що є досить зручним) і керуватись підказками у вигляді інтерактивного діалогового вікна.

Результат виконання програми зображено на рис. 1.

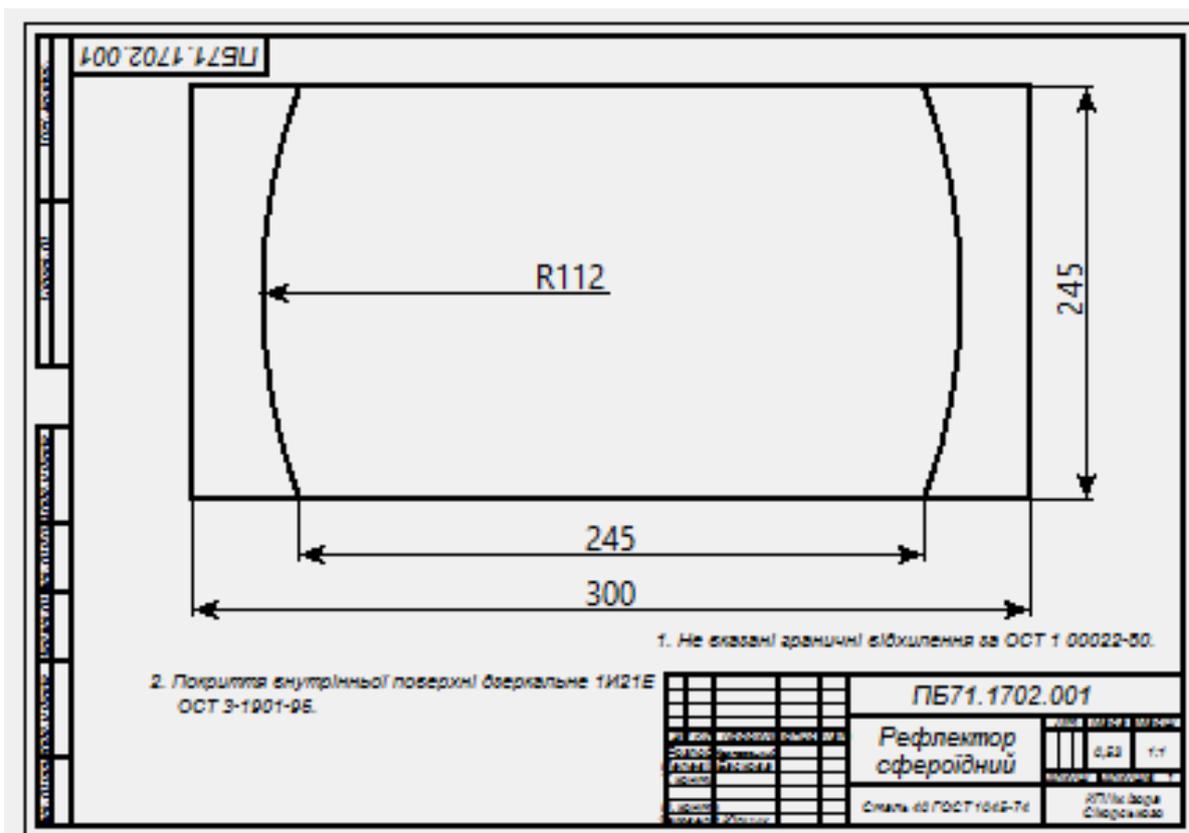


Рис.1. КД сфероїдного рефлектора виконана на мові програмування python.

Дана програма дає змогу швидко виготовити креслення сфероїдного рефлектора. Розміри розставляються автоматично згідно ЄСКД (єдиної системи конструкторської документації, зокрема ГОСТ 2.307-68 – Нанесення розмірів і граничних відхилень), таким чином, що дозволяють провести виміри, тобто, у даному випадку, це внутрішній розмір виходу сфероїда за торець, що теж є важливим параметром. Вибір бази відбувається автоматично, але програма дозволяє користувачеві обирати її самостійно для проставлення розмірів, що є важливими для виготовлення та контролю виробу.

Оскільки в основі рефлектора покладений сфероїд, який використовується в оптиці для дослідних цілей, то його слід розміщувати таким чином, щоб фокусна відстань на виході співпадала з торцем деталі. Таким чином, під час проведення дослідів світловий потік, що надходить з лазера повинен потрапляти на перший фокус рефлектора і фокусуватися на другому. Дана програма має конкретне призначення для формувань КД сферичних рефлекторів, оскільки для проведення досліджень в оптиці необхідно різні види сферичного рефлектора зі змінними геометричними параметрами форми, зрізами, отворами, змінною кривизною радіуса та іншими немало важливими параметрами для оптичних досліджень за певних умов. Одним із призначень сфероїдного рефлектора є проведення експериментів у мутних середовищах [7].

Виготовлення дослідного зразка можливе з використанням Пристрою для точіння внутрішніх сферичних поверхонь [8].

В основі програми покладено розроблення креслення із виділенням окремої лінії як об'єкта, до якого можуть застосовуватись параметри із набору (шорсткість, бази, виноски, маркування, клеймо та ін.). Окрім того, спеціально призначені кнопки дозволяють змінювати як геометричні параметри ліній, радіусів, кривих, так і позначення, розміри та інші редагування пов'язані з оформленням.

В основу логіки програми закладено автоматична прив'язка до розмірів деталі з врахуванням можливості фізичного виміру величин. Проте автоматичне розставлення розмірів потребує перевірки конструктора. Саме для цього і призначений діалог з користувачем з візуальним представленням креслення під час конструювання.

Отже, дана програма, що дозволяє швидко виготовляти креслення сферичного рефлектора, може бути використана як зразок для написання подальших програм на інші вироби з проставленням розмірів автоматично, що значно зекономлять час на розробку КД.

Список використаної літератури:

1. Інструмент простановки размеров. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://teklastructures.support.tekla.com/190/ru/ext_dimensioning_tool
2. Левковец Л. Б. ArchiCAD 12. Базовый курс на примерах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 624 с.: ил.
3. Automatic Dimension AutoCAD LISP. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.kimprojects.com/automatic-dimension-autocad/>
4. Autodimension a Drawing. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://help.solidworks.com/2018/english/solidworks/sldworks/c_Autodimension_a_Drawing.htm
5. T-FLEX CAD User Manual. Fundamentals. 2D Design. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.tflex.com/resources/manuals/>
6. DimXpert. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://help.solidworks.com/2017/english/solidworks/sldworks/t_using_dimxpert.htm.
7. Безугла Н.В. Просторова потокова біометрія середовищ еліпсоїдальними рефлекторами / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Ю.В. Чмир. // Біомедицинські прилади і системи. Вип. №15/ - С. 87-93.
8. Патент України на корисну модель UA 122829 U, B23B 5/40. Пристрій для точіння внутрішніх сферичних поверхонь / В.П. Юрчук, В.М. Бакалова, А.Г. Козловський, В.В. Старовіт, Є.В. Штифорок. - № u201708416; заявл. 16.08.2017р.; опубл. 25.01.2018р.; бюл. №2/2018р.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАНЦЕ-ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА (ДЖЕТПАКА)

Іванніков В.Е., студент,
Макаренко М.Г., к.т.н., (НАУ),
Юрчук В.П., д.т.н

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Анотація – в статті розглядається питання вдосконалення основних робочих елементів ранцевого літального апарату таких як: двигуни, паливні баки та інші конструктивні елементи.

Ключові слова – двигуни, система керування, структура елементів літального апарату(ЛА).

Постановка проблеми. Існуючі ранце-літальні апарати (РЛА) мають обмежену здатність рухової системи та дальності польоту. Це призводить до збільшення витрат на їх експлуатацію при використанні в різних завданнях польоту.

Аналіз останніх досліджень. Під час останніх досліджень виявлено, що дальність польоту та кількість споживаного пального має лінійну залежність від маси конструкції та потужності двигуна. Це обумовлює напрямки подальших досліджень з конструктивної оптимізації цих елементів, включаючи матеріал їх виконання.

Формулювання цілей. В основу досліджень було поставлено завдання щодо збільшення дальності польоту існуючих пристроїв для переміщення та часу їх експлуатації, зменшення собівартості, а також забезпечення безпеки аварійної посадки.

Основна частина. Модель РЛА представлена на рис.1 і рис.2.

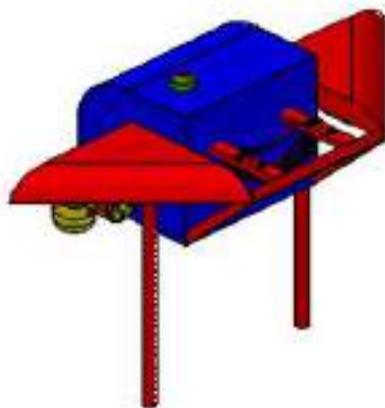


Рис.1. Модель ранце-літального апарату

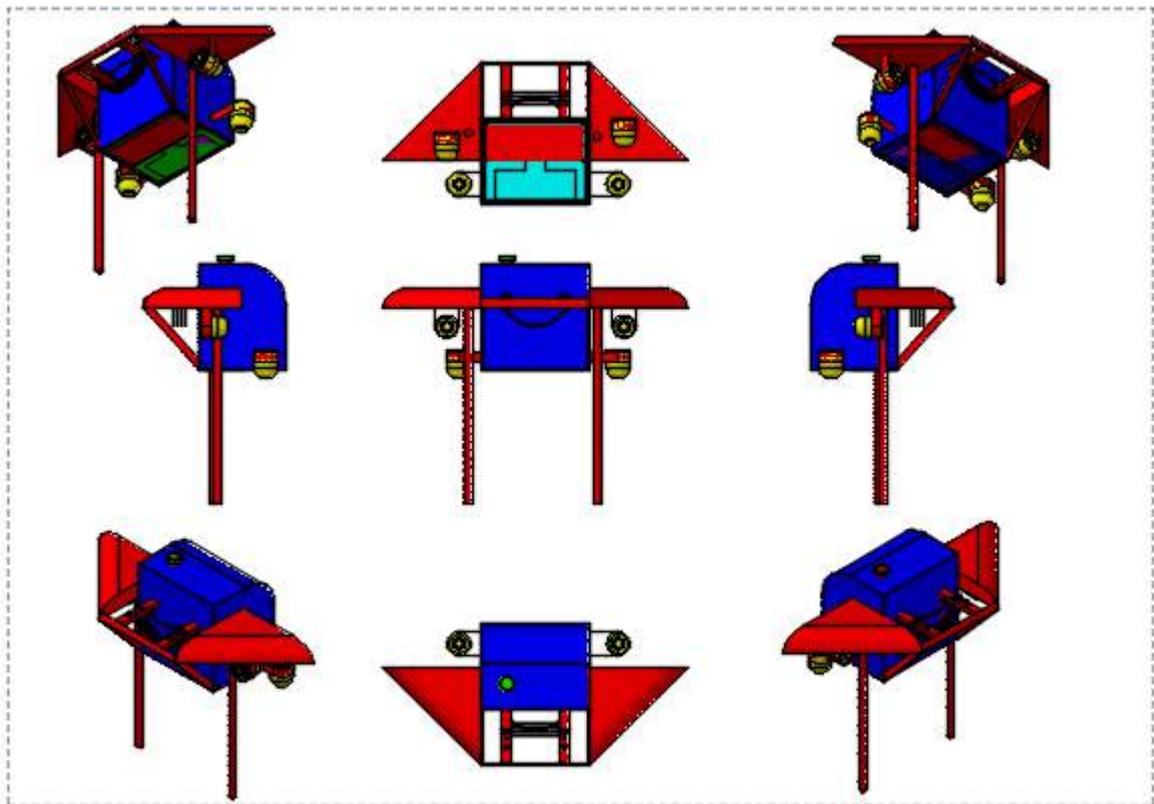


Рис.2. Модель ранце-літального апарату в різних видах.

У розробці даного конструкторського виробу було прийнято рішення про те, що основний корпус, за винятком деяких елементів конструкції, буде створений з таких видів пластику: термостійкий пластик ниплон-1 (ТУ 6-05-998-75) (рис.3. поз.А), полікарбонат(рис.3. поз.В), поліамід (рис.3. поз.С).

Це можна побачити на рис.3.

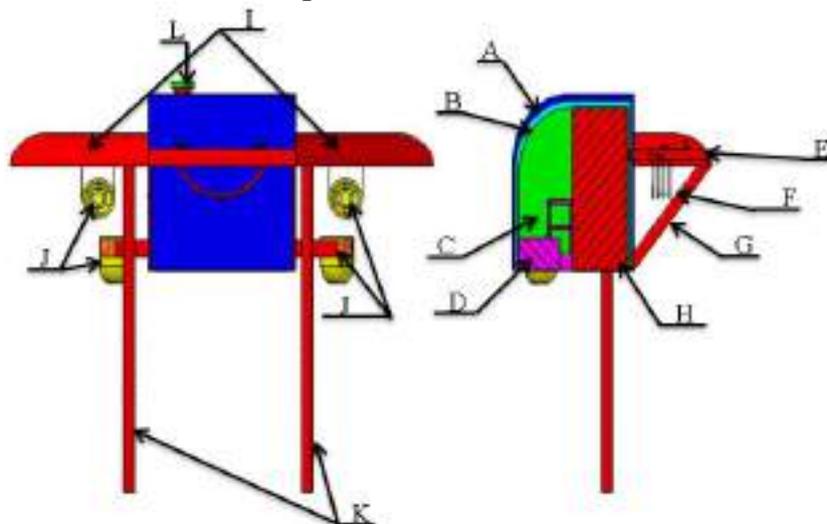


Рис.3 – Геометрична модель елементів: А - перший шар корпусу, В - другий шар корпусу, С- третій шар корпусу, D - акумулятори, Е - панель керування, F- ремні безпеки, G - опорні балки, Н - паливний бак, І - крила, J- двигуни, К - опорні ніжки, L - кришка паливного баку.

Тришаровість корпусу дасть можливість розмістити між його шарами необхідні шланги, проводи та інші елементи, що збільшить термін їх використання через менше тертя.

Буде дві системи керування: механічна (сталевий трос) та електрична (регулювання потужності двигуна). Це створено для того, щоби пари двигунів були незалежні один від одного. Це забезпечить більш стабільне керування у випадку, якщо одна з систем вийде з робочого стану.

Електрична частина апарату включає: акумулятори, які показані на (рис.3, поз. D); електричні проводи; розподільна коробка; регулятори; датчики.

Розподільна коробка додана до складу конструкції для того, щоб в разі пробиття струмом провідника плата захисту, що буде встановлена в ній, захистила її від короткого замикання. Отже, двигун не згорить.

Вивід даних з датчиків виводиться на панелі, які закріплені на ручках даного апарату (рис.3 - поз.Е). Також там закріплені регулятори обох систем керування двигунами. Крім того, для направлення верхньої пари двигунів (рис.3 - поз.І) крила, які впираються в дві балки, що їх підтримують, були встановлені у вертикальне положення (рис.3 - поз.Г).

Для забезпечення безпеки пілота РЛА вирішено додати декілька стрічок з еластичного матеріалу (рис.3 - поз.Ф), а для безпечного тримання апарату на землі – ніжки (рис.3 - поз.К).

Залишився останній вибір - вибір двигуна. На даний момент є два двигуни, які підходять даній конструкції:

1. Турбореактивний двигун P300-RX-G.
2. Реактивний двигун PBS TJ100.

Ці двигуни мають наступні характеристики:

Турбореактивний двигун P300-RX-G: тяга: 300N при 106000 об/хв; тяга: 14N при 35000 об/хв; робочий діапазон оборотів: 35000 - 106000 об/хв; витрата палива: 980 мл/хв (на максимальних обертах); вага: 2,63 кг.

Реактивний двигун PBS TJ100: тяга: 1300N; витрата палива: 700 - 3120 мл/хв; вага: 19,5 кг.

Висновок. На даному етапі розробки даний апарат може зацікавити тільки державні структури спеціального призначення, так як для звичайних громадян він фінансово не вигідний. Перспективним є продовження досліджень і розвиток даної галузі за державної підтримки.

Бібліографічний список

1. <https://tjournal.ru/56695-wheres-my-jetpack>;
2. <http://arf-models.ru/catalog/dvigateli/turboreaktivnye-dvigateli/7157.html>;
3. Методичні вказівки до лабораторної роботи з комп'ютерної графіки «Створення твердотільної моделі»/Упоряд. Г.М. Коваль. - К.: НТУУ«КПІ», 2010. - 12 с.

КОНСТРУКТИВНИЙ ПРИНЦИП СОРТУВАЛЬНОГО СТОЛУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ

Кувшинов О. В., студент,

Юрчук В.П., д.т.н.,

Яблонський П.М., к.т.н.

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

***Анотація** – проаналізовано існуючі підходи використання традиційних конструкцій у сільсько-господарському машинобудуванні при конструюванні машин для збирання врожаю, виконані патентно-інформаційні дослідження для оцінки технічного рівня обладнання та модернізовано сортувальний стіл картоплезбирального однорядного комбайну.*

***Ключові слова** – картоплезбиральний комбайн, патент, корисна модель, сортувальний стіл, струшувачі, квадратні комірки, просіюючий транспортер.*

Постановка проблеми. Відомо, що сільськогосподарські роботи складні в технічному обладнанні несуть багато небезпеки для життя людини. Використання різноманітного обладнання, яке складається з багатьох рухомих частин, є травматичним для здоров'я робітника при своєму функціонуванні. Дане конструктивне рішення стосується обладнання, робота якого спрямована на автоматизоване сортування картоплі і може бути використаним у сільсько-господарському машинобудуванні при конструюванні картоплезбиральних комбайнів.

Аналіз останніх досліджень. При збиранні картоплі існують наступні конструкції відомих комбайнів:

1) Комбайн марки 7580 RB25-30, який складається з бункера з мобільним дном (3 тони), очищувального транспортера (просіювального каналу 75 см); підйомника, що видаляє бадилля (80 см);

2) Комбайн марки 7580 RB40-45, який має бункер з мобільним дном (4 тони), два очищувальних транспортера (просіювальний канал 75 см; підйомник, що видаляє бадилля довжиною 80 см). Важливою особливістю є те, що ступінь травматизму у них не знижується, оскільки біля сортувального столу, тобто рухомої робочої поверхні, розміщується від 4 до 7 робітників [1].

3) Одним з провідних картоплезбиральних однорядних комбайнів є комбайн моделі 8090 RB45-55, який має багато конструктивних переваг:

а) трактор в даному комбайні рухається збоку від рядка і, таким чином, дає можливість використовувати більш широкі шини, які дозволяють працювати значно ефективніше і не пошкоджувати ряди;

б) комбайн обладнано відділяючими бадилля дисками з опорним катком;

в) просіюючим транспортером; та транспортером, що видаляє бадилля;

г) очищувальними транспортерами і транспортером-навантажувачем та сортувальним столом (Рис. 1). Але небезпека для людини залишається, оскільки необхідна їй присутність біля рухомих частин самих робочих механізмів комбайну [2].

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 сортування картоплі чи інших коренеплодів на причіпних пристроях для фермерських господарств і може бути використаним у сільськогосподарському машинобудуванні.

Основна частина. В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення сортувального столу картоплезбирального комбайну шляхом повної автоматизації процесу сортування, зменшення кількості робітників за сортувальним столом, що розширить його можливості та забезпечить високу швидкість сортування урожаю картоплі незалежно від швидкості переміщення комбайну та гарантуватиме безпеку для робітників [3].

Новим є те, що транспортувальний стіл картоплезбирального комбайну містить чотирьохрядні калібровані диски певного діаметру, на яких встановлені прямокутні комірки, які змінюють свій розмір (ширину та довжину) в залежності від розміру картоплі. При цьому розмір комірок можуть забезпечувати два колеса.

У цих же самих частинах під струшувачами будуть розміщені додаткові бункери, куди буде скидатися дрібна і середня картопля. Велика картопля буде переміщуватися в кінець транспортеру у дальній головний бункер (Фіг. 3).

При використанні сортувального столу з квадратними комірками забезпечується необхідна ступінь сепарації. При цьому новий сортувальний стіл складається з наступних елементів: кронштейна (1) для кріплення столу, поздовжню вальної балки (2), кронштейна (3), регулювальною планкою (не показано), передньою стійкою (4) бункера, кронштейна (5) колісного вала, бакового борта (6) бункера, задньої стійки (7) бункера, кріплення бортів (8), відкидного днища (9), дистанційних бокових втулок (10) та (13), заднього борта бункера (11), колісного валу (12), поперечної балки (14), коліс (15).

Висновок. 1) Використання даної конструкції картоплезбирального комбайну стосується обладнання, робота якого спрямована на

автоматизоване сортування картоплі і може бути використаним у сільськогосподарському машинобудуванні [4];

2) Орієнтовний річний економічний ефект на один картоплезбиральний комбайн з використанням запропонованого рішення складає 14,5 тис. грн. Він складається із ефекту використання квадратних комірок, а також від облаштування додаткового бункера для більш повного збирання картоплі менших розмірів.

3) При цьому параметри робочих комірок можуть змінювати самі механізми, які обслуговують даний картоплезбиральний комбайн.

Сортувальний стіл картоплезбирального комбайну

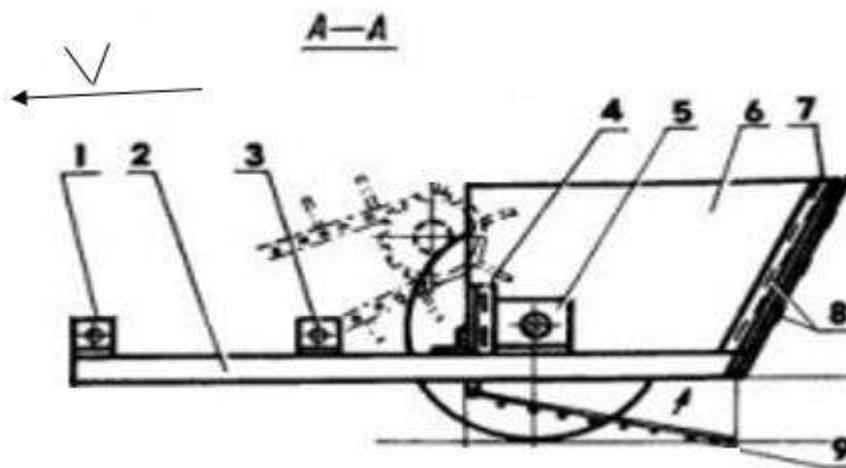


Рис.1

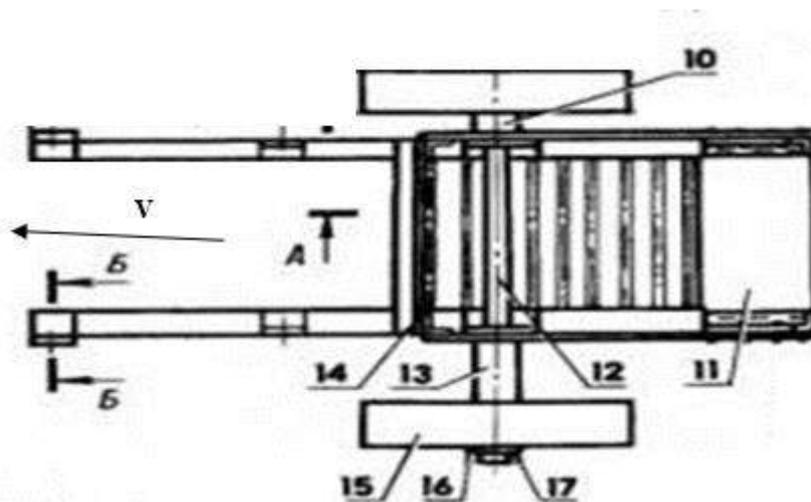


Рис.2

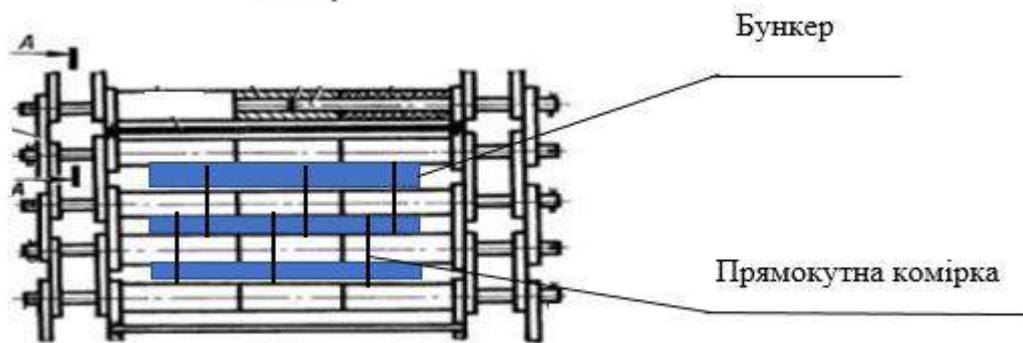


Рис.3

Бібліографічний список

1. Агробізнес сьогодні: Картоплекомбайни: 5 брендів / Засновник і видавець ТОВ «Аграрне видавництво» // [в. о. гол. ред. Олександр Горда]. – К.: ТОВ «Прес-медіа», 2013. – №17(264).
2. Агробізнес сьогодні / Засновник і видавець ТОВ «Аграрне видавництво» // [в. о. гол. ред. Олександр Горда]. – К.: ТОВ «Прес-медіа»: Циліндрично-паралелепіпедна кормозаготівля – №9(208) травень 2011 / Для кожного ґрунту — свій обробіток – №18(313) вересень 2015 / Модернізовані CR та GUARDIAN від New Holland – №19(314) жовтень 2015 / Техніка Massey Ferguson, Unia та Agrisem від ВФК. – №9(352) травень 2017.
3. <http://propozitsiya.com/ua/agrotehnika-ta-mehanizaciya-zbirannya-kartopli>
4. А. Ф. Завгородній, В. І. Кравчук, В. П. Юрчук. Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин / Под ред. д-ра техн. наук, акад. УААН Л. В. Погорелого. – К.: Аграрна наука, 2004. – 240 с.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ПРОФІЛЮ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗТАШУВАННЯ ҐРУНТУ

Шараєвський Б. Р., студент,

Овсієнко Л.Г., ст. викл.,

Півень Н.В., ст. викл.,

Юрчук В.П., д.т.н.

Національний Технічний Університет України

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

Анотація – розглянуто питання зниження складності процесу і визначення профілю робочої поверхні в залежності від властивостей викопуваного матеріалу і підвищення точності.

Ключові слова – робоча поверхня, стійка, кромка, гнучка камера.

Постановка проблеми. Сформульований спосіб визначення профілюючої робочої поверхні ґрунту розпушувача, на передньому кінці якого встановлено *L*-подібне розширення, а на передній кромці подовжувача закріплена робоча поверхня, а до задньої стінки робочої поверхні примикає гнучка камера, заповнена рідиною або газом при залишковому тиску *P*.

Аналіз останніх досліджень. У агротехніці відомі способи визначення профілів робочих поверхонь ґрунтообробних знарядь, які включають в себе стійку, до якої прикріплені *L*-подібні подовжувачі.

Формулювання цілей. Конструктивний недолік даного способу полягає в тому, що після проходження через робочий орган не враховується зворотна сила оброблюваного матеріалу на робочу поверхню розпушувача і це призводить до збільшення трудомісткості і зниження точності визначення величини трудомісткості розпушувача.

Основна частина.

Розглянемо механіко-технологічний принцип роботи дискових копачів. Він полягає в тому, що дисковий викопувальний робочий орган своїми робочим елементами постійно входить в шар ґрунту, де розміщені коренеплоди та виходить з нього. При цьому входження здійснюють обидва робочі елементи диска: як обід так і спиці.

Дискові копачі мають таку ж орієнтацію в просторі і відносно осі рядка коренеплодів, як коренезабірники вилкового копача. В свою чергу, вони одночасно з функцією викопування виконують і функцію коренезабірника, заглибившись на глибину розміщення коренеплодів.

Розміщення дискових копачів зорієнтовано відносно осі рядка коренеплодів і характеризується наступними параметрами *R* – радіус сфери

диска, r – радіус ободу диска; C – мінімальна відстань між дисками; α – кут розхиту диска, який часто називають кутом атаки, і який дорівнює куту між лініями перетину вертикальної площини осі рядка і площини ободу диска; β – кут розвалу, який дорівнює куту між площиною ободу диска та горизонтальною площиною поля; h – глибина ходу дискового копача; V – швидкість поступального руху коренезбиральної машини.

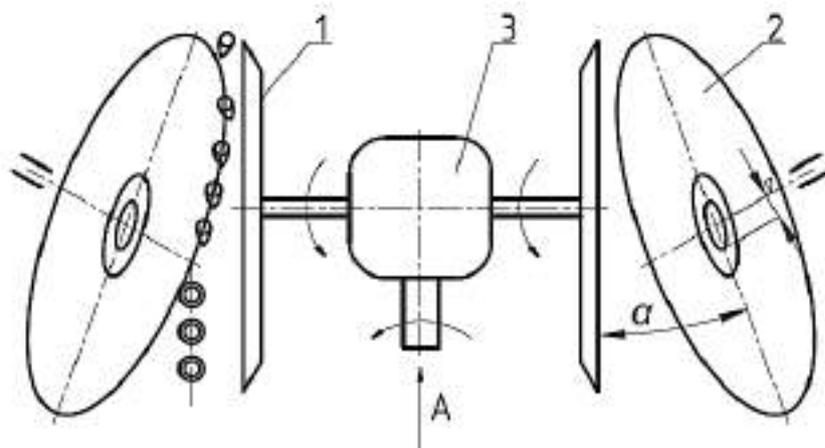


Рис.1

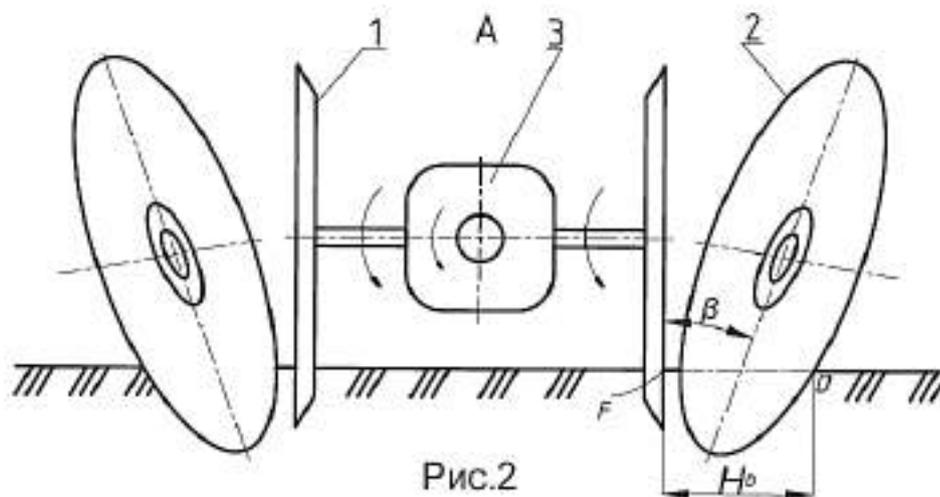


Рис.2

При переміщенні робочого тіла в оброблюваному ґрунті робоча поверхня займає рівноважне положення під дією силового виплаву, яка рівномірно розподіляється по робочій поверхні.

Якщо взяти за основу закони механіки, через який замкнутий контур, то він прагне мінімізувати робочі сили, а також формувати робочу поверхню, буде відповідати мінімальній енергоємності розпушування ґрунту при даному тиску, а також сила, яка діє на неї. Величина сили відображає кількість енергії, що передається ґрунтом під час її обробки. Останній, у свою чергу, визначає ступінь фрагментації пласта.

Таким чином, для даного ступеня подрібнення шару ґрунту запропонований вихід дозволяє визначити форму бічного профілю робочої поверхні, має мінімальну енергоємність.

Також присутній ряд форм бокового профілю, який відповідає ряду різноманітних тисків, які фіксуються на вертикальній поверхні, що можливо завдяки прозорості стінок.

Висновки:

1. При такому запропонованому способі можна протягом досліду визначити форму бокового профілю поверхні.
2. Такий спосіб є точним, оскільки безпосередня робоча поверхня слугує засобом, котрий самостійно підлаштовується, відображаючи силову дію на матеріал.
3. Отже, використання цього винаходу дозволяє визначити форму профілю робочої поверхні, яка буде мати мінімальний опір в даних умовах.

Біографічний список

1. *Басай Е.С, Вернясв О.В, Смирнов И.И* Теория, конструкции и расчет сельськохозяйственных машин. М.:Машиностроение 1997-568с.
2. *Завгородний А.Ф, Кравчук В.Н, Юрчук В.П.* Геометрическое конструирование рабочих органов корнеуборочных машин – Киев, Аграрная наука, 2004-240с.
3. *Горячкин В.П.* Теория плуга. – М.: Промиздат, 1927. – 198с.
4. *Синеоков Г. Н., Панов И. М.,* Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1997. – 328с.
5. *Зеленин А.Н.* Резание ґрунтов. –М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 272с.

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Короленко Д.Ю., студент,
Матвійчук О.В., к. пед. н.,
Яблонський П.М., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ)

Анотація – дана стаття присвячена аналізу функціональних можливостей сучасних мобільних додатків, зокрема графічних калькуляторів, які призначені для побудови графіків, та доцільності їх використання у освітньому процесі при вивченні курсу фізики у закладах вищої освіти (ЗВО).

Ключові слова – побудова графіків, мобільні додатки, освітній процес, Play Market, графік функції, графічний калькулятор.

Постановка проблеми. При вивченні студентами курсу фізики у закладах вищої освіти постійно виникає потреба у побудові графіків, які відображають різноманітні фізичні процеси, що потребує значної витрати часу студентами якщо будувати ці графіки «вручну».

Аналіз останніх досліджень. Як відомо, у вузах та інших навчальних закладах багатообчислювальні завдання вимагають великої кількості розрахунків і зазвичай виконуються студентами на персональних комп'ютерах. У своїх роботах В.В. Богун замість персонального комп'ютера запропонував використання графічного калькулятора під час вивчення математики, як засобу підвищення рівня практичного мислення студентів вищих навчальних закладів [1 - 3].

Формулювання цілей. В умовах сьогодення, для вирішення багатьох складних обчислювальних задач з використанням різних умов зручним і ефективним аналогом персонального комп'ютера або графічного калькулятора може слугувати той чи інший мобільний додаток. Таким чином, комплексне дослідження використання мобільних додатків в процесі навчання студентів для отримання точних результатів і оптимізації витрат часу на розв'язання конкретних задач є досить актуальним.

Основна частина. У студентів 2-го курсу була необхідність будувати безліч графіків для розв'язання певних задач. Для дослідження було запропоновано завдання, де потрібно побудувати графік руху при різному прискоренні на різних ділянках. В середньому, студенти витратили від 8 до

10 хвилин на дослідження поведінки графіка функції і ще близько хвилини на побудову графіка, враховуючи це. У той час як побудова за допомогою спеціального мобільного додатка зайняла всього від 1 до 2 хвилин, що є явною перевагою. У дослідженнях було використано мобільні додатки «Інженерний калькулятор + Графіки» і «Photomath», які є у відкритому доступі на ресурсі Play Market. Дані мобільні додатки працюють за таким принципом: користувач задає рівняння графіка функції у відповідній формі (є можливість параметричного задання функції), програма обчислює координати точок, які відповідають умові, і будує графік.

При використанні вказаних та аналогічних додатків, можна відмітити високу точність результатів, що зводить до мінімуму людський фактор, і швидко розв'язання задач, оскільки дані додатки дозволяють практично миттєво отримати результат.

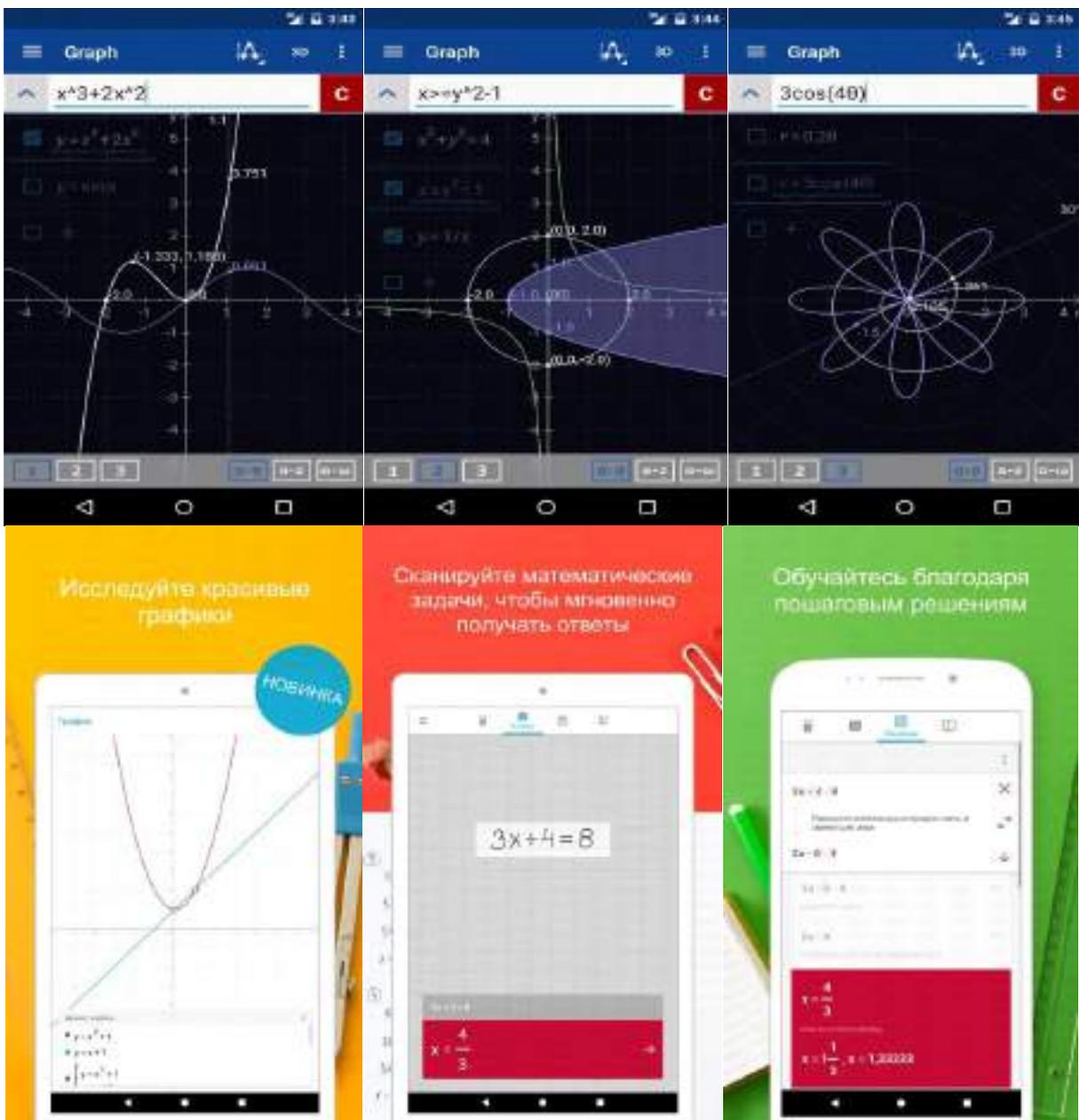


Рис. 1. Мобільні додатки та результати їх роботи

Таким чином був встановлений суттєвий приріст продуктивності. На рис. 1 наведено скріншоти, які наочно демонструють результати побудови графіків за допомогою мобільних додатків.

Хоча вміння будувати графіки шляхом аналізу функції є важливим і навіть ключовим при навчанні студентів, проте з цього прикладу, можна зробити висновок, що в разі потреби оперативної побудови графіків, які будуть відображати поведінку фізичних явищ або перевірки вже побудованих графіків, буде краще скористатися графічним калькулятором, ніж витратити час і робити це «вручну». Таким чином, в цьому випадку, можна уникнути ризику допустити деякі неточності при побудові графіка людиною.

Саме завдяки ефективному поєднанню традиційних методів з використанням сучасних технологій, у тому числі і спеціальних мобільних додатків, у студентів з'являється обширний простір для креативної діяльності з метою наочного моделювання реальних процесів.

Висновки. Мобільні додатки у Play Market можуть бути використані при розв'язанні різноманітних завдань, так як є загальнодоступними і універсальними. Тому не викликає сумніву перспективність подальшого їх розвитку та використання в освітньому процесі.

Бібліографічний список

1. Богун Віталій Вікторович. Методика использования графического калькулятора в обучении математике студентов педагогических вузов : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.02. – Ярославль, 2006.- 245 с.: ил. РГБ ОД, 61 06-13/2567

2. Богун В.В., Смирнов Е.И. Лабораторный практикум по математике с графическим калькулятором [Текст] : учеб. пособие. – Ярославль: Изд-во «Канцлер», 2010. – 272 с.

3. Дослідження граничних процесів для числових послідовностей із застосуванням графічних калькуляторів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ur.co.ua/53/1223-1-issledovanie-predel-nyh-processov-dlya-chislovyh-posledovatel-nostey-s-primeneniem-graficheskikh-kalkulyatorov.html> – Дата доступу: 13.04.2019

4. Егерев В. К. Методика построения графиков функций : учебн. пособие для студентов вузов / В.К. Егерев, Б.А. Руданский, Д.А. Тальский. – 2-е изд. – М. : Высш. шк., 1970. – 152 с.

PYTHON У РЕЙТИНГАХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ

Короленко Д.Ю.,

Яблонський П.М., к.т.н., доцент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ)

Анотація – у даній роботі розглядається динаміка рейтингу мов програмування протягом тривалого періоду, а саме розвиток Python у сфері програмування шляхом аналізу наявної загальнодоступної інформації та порівняння її з показниками попередніх років.

Ключові слова – рейтинг мов програмування, Python, розроблення програмного забезпечення (ПЗ), аналітика, програмування, рейтинг.

Постановка проблеми. На сьогодні, велика кількість інструментів для розробки програмного забезпечення дає змогу задовольнити потреби у будь-якій сфері використання, але для створення будь-якого комплексного проекту існує не менша варіація. Тому виникає ряд питань пов'язаних з вибором мови програмування для наступного проекту або яку краще мову програмування опанувати.

Аналіз останніх досліджень. Аналізуючи загальний рейтинг мов програмування, який базується на офіційній загальнодоступній інформації про кількість працівників, які ними користуються та порівнявши показники за останні роки ми часто можемо спостерігати зменшення популярності багатьох відомих мов програмування та зростання популярності відносно нових. Так, за версією рейтингу популярності мов програмування ТЮВЕ

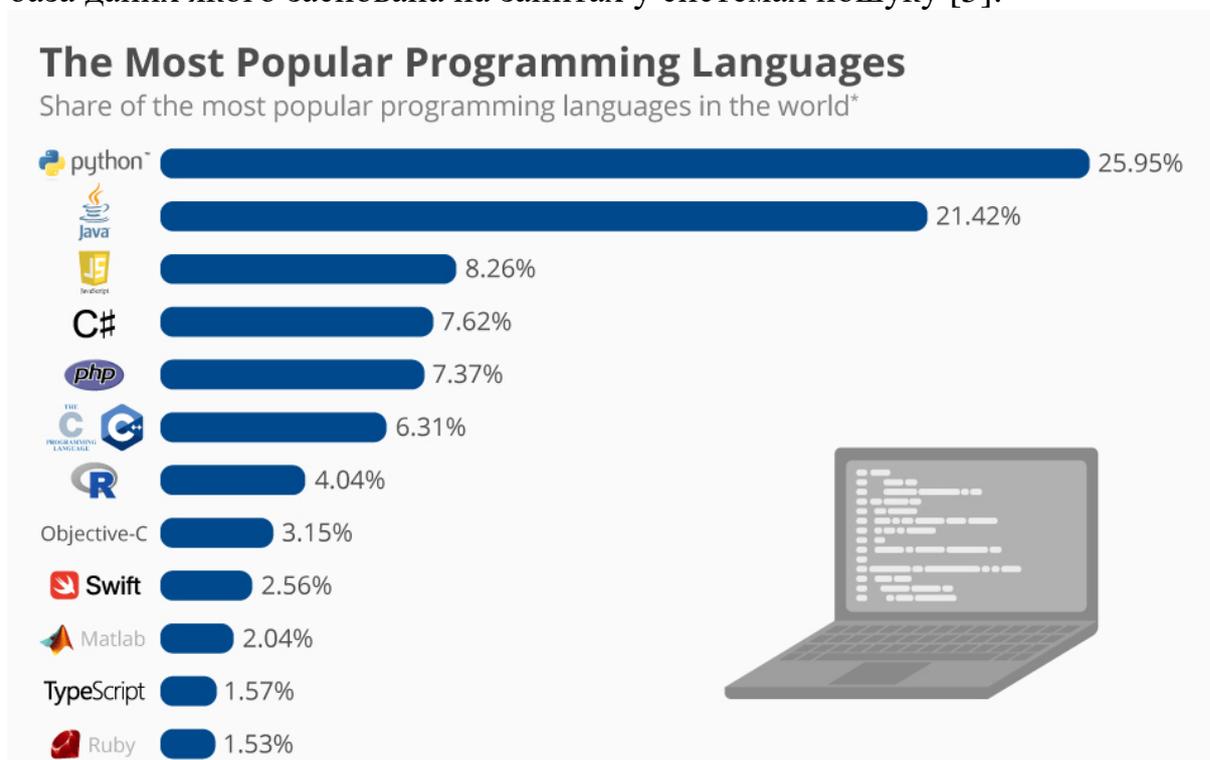
Sep 2018		Sep 2017			
1	1	Java	17.436%	+4.75%	
2	2	C	15.447%	+5.05%	
3	5	Python	7.653%	+4.67%	▲
4	3	C++	7.394%	+1.83%	▼
5	6	Visual Basic .NET	5.306%	+3.33%	▲
6	4	C#	3.295%	-1.48%	▼
7	6	PHP	2.775%	+0.57%	▼
8	7	JavaScript	2.131%	+0.11%	▼

(TIOBE programming community index – розраховується шляхом підрахунку результатів пошукових запитів, які містять назву мови) маємо наступну картину [1-3]:

Формулювання цілей. Аналіз рейтингів мов програмування з метою визначення перспективності вивчення тієї чи іншої мови є досить актуальним на сьогодні, зважаючи на їх велику кількість.

Основна частина. Аналіз рейтингів мов програмування змушує звернути особливу увагу саме на Python – багатоплатформова мова розробки, яка створена під впливом C, C#, мови які широко використовуються для ознайомлення з програмуванням. Слід зазначити, що 27 із 39 найкращих вищих навчальних закладів США у якості введних курсів з програмування обрали вивчення Python [4]. Він отримав перше місце в рейтингу мов серед цих вузів. На це є достатньо причин, адже Python має «низький» поріг входження, що дозволяє новачкам одразу розібратись, а розробники які працювали з трендовими мовами, спокійно зможуть адаптувати свої навички. Широка сфера використання дозволяє використовувати цей інструмент для будь яких цілей: від створення сайтів до розроблення ігор. Не менш популярним є використання Python при аналізі даних, машинному навчанні та наукових дослідженнях.

Паралельно з ростом популярності цієї мови програмування у останні часи, все більше людей цікавляться та створюють робочі місця, для розробників, знайомих з нею, а можливість «навчити» тому, що вона ще не вміє, постійно розвиває різнопланові бібліотеки для даної мови. За всі ці позитивні якості Python дійсно заслуговує перше місце в рейтингу PYPL, база даних якого заснована на запитах у системах пошуку [5]:



У інших рейтингах Python також не пасе задніх і постійно зміцнює свої позиції, наприклад: 3-є місце у рейтингу Tiobe, RedMonk поставили Python також на 3-є місце, але оцінка популярності залежала від відгуків самих розробників, користувачів та лідируючих компаній. Як правило, програмісти не вивчають лише 1 мову програмування, вони паралельно вивчають та/або використовують кілька мов програмування. Про це свідчать результати опитування 9167 респондентів, за результатами якого Python займає друге місце, як мова для додаткового вивчення [2].

Висновки. Отже, розглянутий матеріал дає можливість зробити висновки, що популярність і розповсюдженість Python стрімко зростає, як на ринку праці, так і при вивченні основ програмування у закладах вищої освіти. Враховуючи усі ці фактори, стає більше, ніж очевидною актуальність вивчення цієї лаконічної, строгої і практичної мови програмування.

Бібліографічний список

1 ТОП-10 языков программирования будущего: на чем кодить в 2019? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://proglib.io/p/top-10-programming-languages-2019/> – Дата доступу: 13.04.2019.

2. Рейтинг мов програмування 2019: JavaScript майже зрівнялася з Java, популярність Go знижується [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dou.ua/lenta/articles/language-rating-jan-2019/> – Дата доступу: 13.04.2019.

3. Python поднялся на третье место в свежем рейтинге языков программирования ТИОБЕ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://itc.ua/news/python-podnyalsya-na-trete-mesto-v-svezhem-reytinge-yazykov-programmirovaniya-tiobe/> – Дата доступу: 13.04.2019.

4. Python вышел на 1-е место для обучения программированию в университетах США [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://habr.com/ru/post/229063/> – Дата доступу: 13.04.2019.

5 Python стал самым популярным языком в январе на основе рейтинга PYPL [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://dev.by/news/pypl-python-nazvali-samym-populyarnym-yazykom-programmirovaniya> – Дата доступу: 13.04.2019.

ВИКОРИСТАННЯ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C# ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ЧИСЛА π

Луданов Д.К., ст. викладач,

Березников О.В., студент,

Національний технічний університет України

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

Анотація – в статті розглядається використання мови програмування C# для обчислення числа π .

Ключові слова – мова програмування, C#, число π .

Постановка проблеми. В даний час мова програмування C# – одна з найпотужніших та затребуваних мов в ІТ-галузі, на ній пишуться найрізноманітніші додатки. Зокрема, мова програмування C# використовується для розв'язання різних математичних, фізичних, логічних задач, тощо. Для розв'язання математичних задач необхідно глибоко розуміти алгоритми як обчислювальної математики, так і логіки, а також володіти засобами їх програмної реалізації на мові C#.

Аналіз останніх досліджень. Існує безліч способів знаходження числа π з хорошою точністю: деякі з них відомі з античних часів, інші придумані відносно нещодавно. Ці методи використовують різні, часом досить елегантні ідеї: геометричні (вписування і описування правильних багатокутників навколо кола), теоретико-числові (теорія неперервних дробів), аналітичні (з використанням рядів, інтегралів і нескінченних добутоків), і багато інших, що вимагають використання сучасних електронних пристроїв.

Формулювання цілей. В даній статті буде продемонстровано можливість обчислення числа π з використанням мови C# на прикладі більярдного методу обчислення.

Основна частина. Більярдний метод повністю детерміністичний: єдине, що потрібно зробити - це «запустити» динамічну систему, що складається всього з двох більярдних куль і абсолютно пружної перепони (стінки), підрахувати загальну кількість зіткнень Π в такій системі.

Хоча більярдний метод чисто теоретичний, він є найпростішим серед усіх відомих методів. Більш того, цей метод дає можливість обчислити π з будь-якою точністю, тобто дозволяє знайти кожну окрему цифру числа π .

Щоб отримати точність в N десяткових знаків, необхідно лише взяти кулі з відповідними масами, відношення мас яких повинно бути вибрано як N -ий степінь числа 100.

Розглянемо дві кулі як матеріальні точки з масами m і M . Кулі будуть переміщатися вздовж додатної x -півосі і стикатися одна з одною при кожній зустрічі. Крім того, менша куля m буде відбиватися від вертикальної стінки, розташованої в точці $x = 0$. Кожне зіткнення в цій системі будемо вважати абсолютно пружним, тобто будуть виконуватися закони збереження імпульсу та кінетичної енергії. Крім того, при відбиванні меншої кулі від стінки її вектор швидкості змінюється на протилежний.

Будемо дотримуватися описаної нижче процедури:

1. Нехай N - фіксоване натуральне число. Візьмемо дві більярдних кулі з відношенням мас $M / m = 100^N$.
2. Помістимо меншу кулю m між стінкою, розташованою на початку координат, і більшою кулею M .
3. Штовхнемо велику кулю з довільною швидкістю в напрямку до меншої (див. рис. 1).



Рис. 1. Більша куля M рухається в сторону меншої кулі m .

4. Порахуємо повну кількість ударів в системі: число зіткнень між кулями плюс кількість відбивань меншої кулі від стінки.

5. Запишемо число Π ударів, знайдене в пункті 4.

Сформулюємо наступну теорему:

Теорема. Нехай $\Pi(N)$ є функцією показника степеня N числа 100, тобто $\Pi(N) = 100^N$. Тоді, кількість зіткнень $\Pi = \Pi(N)$ в динамічній системі, описаній в процедурі, завжди скінченне і виражається числом з $N + 1$ знаками:

$$\Pi(N) = 314159265358979323846264338327950288419716939937510\dots,$$

де перші N цифр, що йдуть після цифри 3, збігаються з першими N десятковими знаками числа π .

Нехай в початковий момент часу $t = 0$ кулі m і M розташовані в точках x_0 і y_0 на горизонтальній прямій l . В ході переміщення куль їх координати x і y змінюються в часі t , так що $x = x(t)$ і $y = y(t)$, $t \geq 0$ (див. рис. 2).



Рис. 2. Координати куль.

Зокрема, $x(0) = x_0$ і $y(0) = y_0$. Зауважимо, що в кожен момент часу t менша куля розташована між стінкою і великою кулею M . Отже,

$$0 \leq x(t) \leq y(t) \text{ для всіх } t \geq 0.$$

В момент відбивання малої кулі m від стінки ця куля завжди розташована на початку координат: $x(t) = 0$.

Розглянемо найпростіший випадок $N = 0$, який відповідає рівності мас: $m = M$. Закони збереження приводять до наступної поведінки системи: якщо одна з куль у стані спокою, а інша стикається з нею, то після зіткнення нерухома куля починає рухатися точно з тією ж швидкістю і в тому ж напрямку, як рухалась до зіткнення друга куля, тоді як друга куля зупиняється. Потім починає рухатись перша куля, вдаряється об стінку і відбивається від неї. Швидкість кулі змінюється на протилежну, після чого вона, натикаючись на нерухому другу кулю, змушує її почати рухатись. В результаті зіткнення перша куля зупиниться, а друга почне рухатися зі швидкістю першої в нескінченість.

Ми бачимо, що загальне число зіткнень в нашій системі з $m = M$ дорівнює 3: два зіткнення і одне відображення. Отже, $\Pi(0) = 3$. Зауважимо, що цифра 3 - це перша цифра числа π . Далі ми можемо переконатися, що $\Pi(1) = 31$ і $\Pi(2) = 314$. Ну а якщо $M = 100^{50}m$, то комп'ютер надрукує число $\Pi(50)$, перші 50 цифр якого виписані в теоремі 1 і збігаються з першими 50 цифрами числа π .

Код програми

```
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        double m1, m2=1, v1, v2, e;
        Console.WriteLine("Введіть точність");
        e = double.Parse(Console.ReadLine());
        m1 = m2 / e;
        int n = 0;
        v2 = 0;
        v1 = -1;
        while (v1 < 0)
        {
            change_speed(m1, m2, ref v1, ref v2);
            n++;
            v2 = -v2;
            n++;
        }
        while(true)
        {
            if(v2<0)
            {
                v2 = -v2;
                n++;
            }
        }
    }
}
```

```

    }
    else
    {
        if (v1 > v2) break;
        change_speed(m1, m2, ref v1, ref v2);
        n++;
    }
}
Console.WriteLine($"n={n}");
Console.WriteLine($"pi={n*Math.Sqrt(e)}");
Console.ReadKey();
}
public static void change_speed(double m1, double m2, ref double v1, ref
double v2)
{
    double u1=v1, u2=v2;
    v1 = -u1 + 2 * (m1 * u1 + m2 * u2) / (m1 + m2);
    v2 = -u2 + 2 * (m1 * u1 + m2 * u2) / (m1 + m2);
}
}

```

Висновки. Використання мови програмування С# дозволяє за допомогою закладеного алгоритмічного підходу і формалізації представлення задачі виконувати обчислення першочергових математичних задач.

Бібліографічний список

1. *Гальперин Г.А.* Бильярдные шары вычисляют π // Математическое просвещение. Сер.3. Вып.18. – М.: МЦНМО, 2014. – с.180–204.
2. *Гальперин Г.А., Земляков А.Н.* Математические бильярды // Библиотечка «Квант». Вып.77. – М.: Наука, 1990. – 288 с.
3. *Шклярский Д.О., Ченцов Н.Н., Яглом И.М.* Избранные задачи и теоремы элементарной математики. Арифметика и алгебра. – М.: Физматлит, 2001. – с.56.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ПОДВІЙНОГО МАЯТНИКА

Луданов Д.К., ст. викладач,

Ігнатюк Д.О., студентка,

Національний технічний університет України

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

***Анотація** – стаття присвячена дослідженню коливань подвійного маятника у математичному пакеті MathCad. Метою роботи є візуальний аналіз фізичних задач за допомогою математичного пакета MathCad.*

***Ключові слова** – MathCad, подвійний маятник, коливання.*

Постановка проблеми. Фізика як наука посідає чільне місце у розвитку суспільного життя і для глибокого розуміння при розв’язуванні різних задач з фізики необхідно отримувати просторово-графічне уявлення кінцевого результату. Тому при програмуванні фізичних задач в математичному пакеті MathCad потрібно правильно візуалізувати результати за допомогою графіків.

Аналіз останніх досліджень.

В літературі докладно описано випадки подвійного та потрійного маятників. Для опису руху ланок маятників складаються системи диференціальних рівнянь. Такі задачі потребують візуалізації розв’язання, для чого доцільно використовувати математичний пакет MathCad.

Формулювання цілей. Візуалізація отриманих результатів є невід’ємною частиною при вирішенні не тільки фізичних, а й багатьох математичних, економічних, фінансових задач та задач статистики. Наше завдання – досягти наочності результатів в проекті з розрахунковою частиною, створеному в математичному пакеті MathCad.

Основна частина. Маятникові коливальні системи широко застосовуються у машинах і механізмах. Дослідженням цих систем займаються фахівці багатьох областей точних наук: теоретичної механіки, теорії машин і механізмів, прикладної й обчислювальної математики, тощо. На ефективність функціонування перерахованих пристроїв істотно впливають їх експлуатаційні параметри, у тому числі і пов’язані з їх геометричною формою.

Маятник – тіло, свобода руху якого в полі тяжіння обмежена підвісом в одній точці. Маятник може здійснювати коливальні й оберталі рухи.

Маятник характеризується періодом коливань (часом, необхідним для здійснення одного повного коливального руху) і амплітудою — найбільшим кутом відхилення маятника від положення рівноваги.

У фізиці і математиці, у галузі динамічних систем, подвійний маятник це маятник з іншим маятником прикріпленим до його кінця, і є простою фізичною системою, яка проявляє різноманітну динамічну поведінку зі значною залежністю від початкових умов. Рух маятника керується пов'язаними звичайними диференціальними рівняннями. Для деяких енергій його рух є хаотичним.

Подвійний маятник складається з підвішеної на нитці довжиною L_1 матеріальної точки m_1 , до якої за допомогою нитки довжиною L_2 підвішена матеріальна точка m_2 .

Вивчимо залежність потенціальної енергії від кутів α і β , які утворюють нитки з вертикаллю.

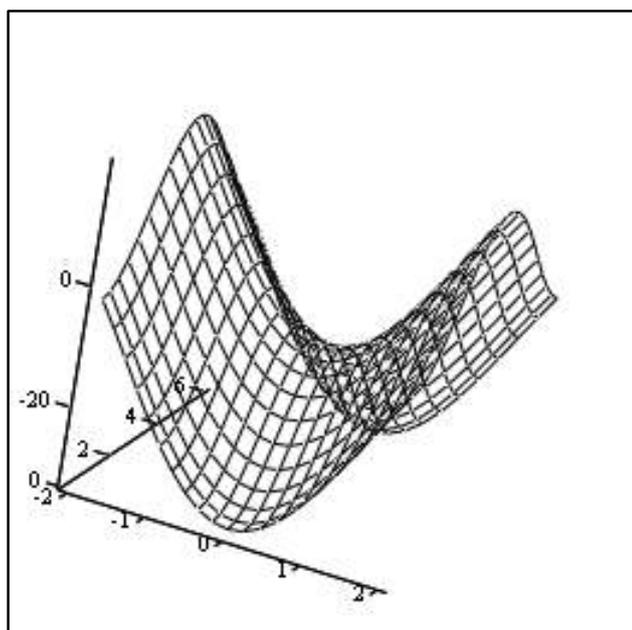
Маятник рухається в одній вертикальній площині, система має два ступені свободи. Її потенціальна енергія дорівнює:

$$U(\alpha, \beta) = -m_1 g l_1 \cos \alpha - m_2 g (l_1 \cos \alpha + l_2 \cos \beta).$$

Побудуємо поверхню $U = U(\alpha, \beta)$, що характеризує залежність потенціальної енергії від координат маятника. Видно, що значенням $\alpha = \pi$ і $\beta = 0$ відповідає сідлоподібне положення рівноваги: потенціальна енергія по координаті α досягає максимуму, а по координаті β — мінімуму.

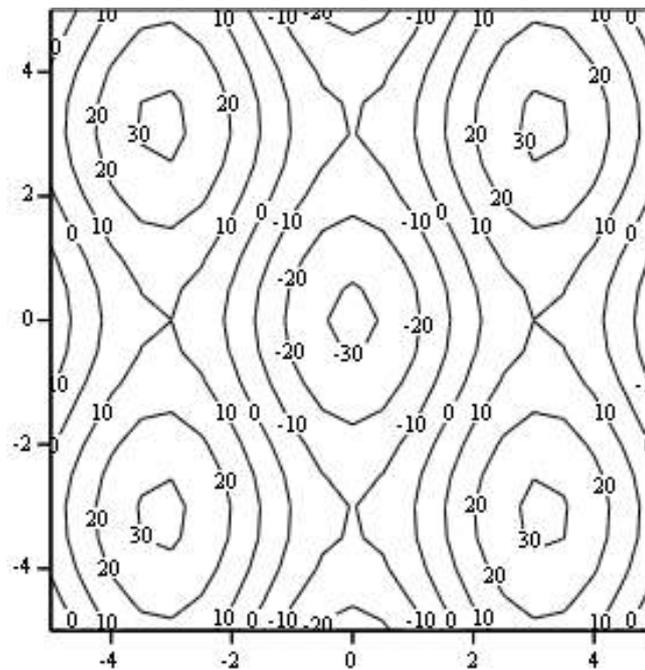
$$m_1 := 1 \quad m_2 := 1.4 \quad g := 9.8 \quad b_1 := 0.9 \quad b_2 := 0.8$$

$$U(\alpha, \beta) := -m_1 \cdot g \cdot b_1 \cdot \cos(\alpha) - m_2 \cdot g \cdot (b_1 \cdot \cos(\alpha) + b_2 \cdot \cos(\beta)).$$



U

Рис. 1. Поверхня $U = U(\alpha, \beta)$



U

Рис. 2. Контурний графік поверхні $U = U(\alpha, \beta)$

Висновки. Наведений метод моделювання дозволяє побудувати графічне зображення коливальних процесів, що підтверджує доцільність застосування інформаційних технологій в сучасній фізиці.

Бібліографічний список

1. Данилов О.Е. Применение учебной компьютерной модели двойного математического маятника в обучении физике // Молодой ученый. – 2016. – №8. – с. 38-43.
2. Майер Р.В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. – Глазов: ГГПИ, 2006. – с.37.
3. Мартынов Б.А. Теория колебаний. Математические модели динамических систем. Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 56с.
4. Молотков Н.Я., Ломакина О.В. Исследования гироскопического маятника и маятника с переменной // Вестник ТГТУ, – 2011, – Т.17, № 1. – с. 192-196.
5. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. – Т. 1: Механика. – 216 с.
6. Мандельштам Л.И. Лекции по теории колебаний. – М.: Наука, 1972. – 472 с.

ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО ВІЛЬНЕ ПАДІННЯ ТІЛА

Луданов Д.К., ст. викладач,

Тодосьєва А.В., студентка,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

(Україна, м. Київ)

Анотація – стаття присвячена візуальному аналізу фізичних задач за допомогою математичного пакета MathCad.

Ключові слова – MathCad, вільне падіння, опір повітря.

Постановка проблеми. Фізика як наука посідає чільне місце у розвитку суспільного життя. При цьому, для повного представлення явищ у розв'язуванні різних задач з фізики потрібно мати й просторово-графічне уявлення кінцевого результату. Таким чином, задачі потребують графічного представлення творчих ідей, і зручним інструментом для цього служить математичний пакет MathCad.

Аналіз останніх досліджень. Використання математичного пакету MathCad для розв'язання фізичних задач протягом останніх років дозволило зняти багато штучних обмежень і припущень, наблизивши такі фізичні задачі до реальності. Зокрема, відсутність опору повітря, яке є основним припущенням при розв'язанні задач про вільне падіння тіла, буде знято при розв'язанні наведеної в статті задачі.

Формулювання цілей. Ключова задача, поставлена у даному завданні, полягає у візуалізації результатів фізичної задачі. Наше завдання – досягти наочності результатів в проєкті з розрахунковою частиною, створеному в математичному пакеті MathCad.

Основна частина.

Парашутист стрибає з висоти 3 км (h_1) і на висоті 500 м (h_2) розкриває парашут. Визначимо, як довго він буде летіти і з якою швидкістю він приземлиться. Для розв'язання цієї задачі ми сформулюємо таку спрощену модель: нехай парашутист, що вільно летить, це куля з радіусом 30 см та щільністю 950 кг/м^3 , а він же під парашутом – це куля з радіусом 2.7 м та щільністю 1.303 кг/м^3 (трохи більше за щільність повітря).

В такому випадку маса такого «парашутиста» дорівнює 107 кг. Коефіцієнт в формулі опору повітря прийемо за $k = 0.877$. На рис. 1. та рис.2. наведені функції, що пов'язують температуру і тиск повітря з висотою над рівнем моря.

Розв'язання задачі в математичному пакеті MathCad

$$h_1 := 3\text{km} \quad r_1 := 30\text{cm} \quad \rho_1 := 950 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h_2 := 500\text{m} \quad r_2 := 2.7\text{m} \quad \rho_2 := \rho_1 \cdot \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^3 = 1.303 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$k := 0.8774\text{€} \quad t_{\text{end}} := 7\text{min}$$

$$\underline{R} := 287.058 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad T_0 := 288.15\text{K} \quad p_0 := 101.325\text{kPa}$$

$$\underline{L} := 0.0065 \frac{\text{K}}{\text{m}} \quad \underline{T}(h) := T_0 - L \cdot h$$

$$p(h) := p_0 \cdot \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0} \right)^{\frac{g}{R \cdot L}} \quad \rho_{\text{air}}(y) := \frac{p(y)}{R \cdot (T_0 - L \cdot y)}$$

$$y := 0\text{m}, 100\text{m}.. 3\text{km}$$

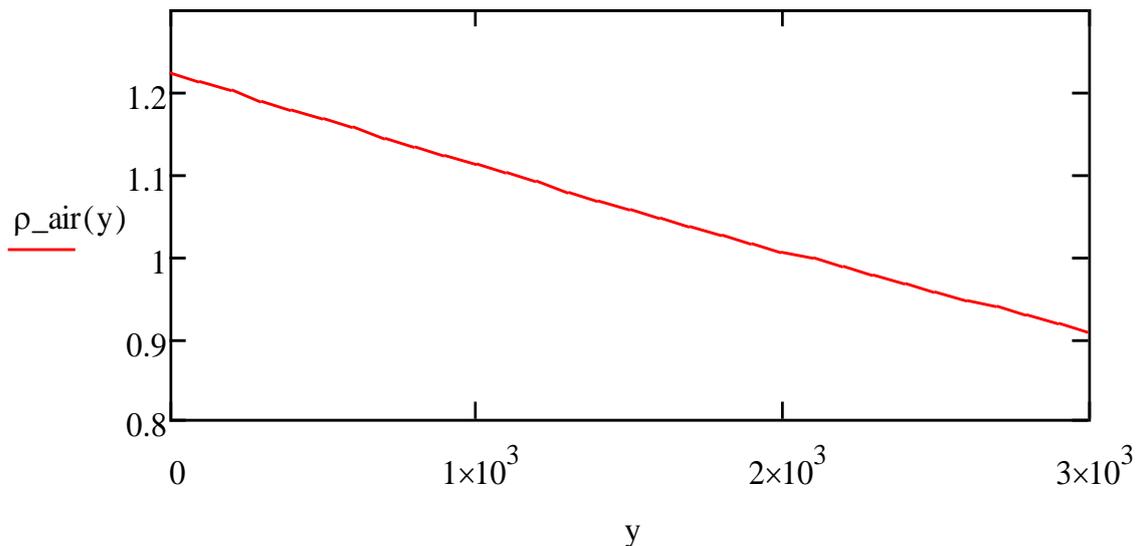


Рис.1. Функція залежності тиску повітря від висоти над рівнем моря.

$$rr(y) := \text{if}(y > h_2, r_1, r_2)$$

$$p(y) := \text{if}(y > h_2, \rho_1, \rho_2)$$

$$\text{volume}(y) := \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot rr(y)^3$$

$$\text{mass} := \rho_1 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (r_1)^3 = 107.442 \text{ kg}$$

$$\text{area}(y) := \pi \cdot rr(y)^2$$

Given

$$v(t) = \frac{d}{dt}y(t) \quad y(0 \text{ s}) = h_1 \quad v(0 \text{ s}) = 0 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$-\text{mass} \cdot \frac{d}{dt}v(t) = g \cdot \text{volume}(y(t)) \cdot (p(y(t)) - \rho_{\text{air}}(y(t))) + k \cdot \rho_{\text{air}}(y(t)) \cdot \text{area}(y(t)) \cdot v(t)^2 \cdot \text{sign}(v(t))$$

$$\begin{pmatrix} y \\ v \end{pmatrix} := \text{Odesolve} \left[\begin{pmatrix} y(t) \\ v(t) \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, t_{\text{end}}, 1000 \right]$$

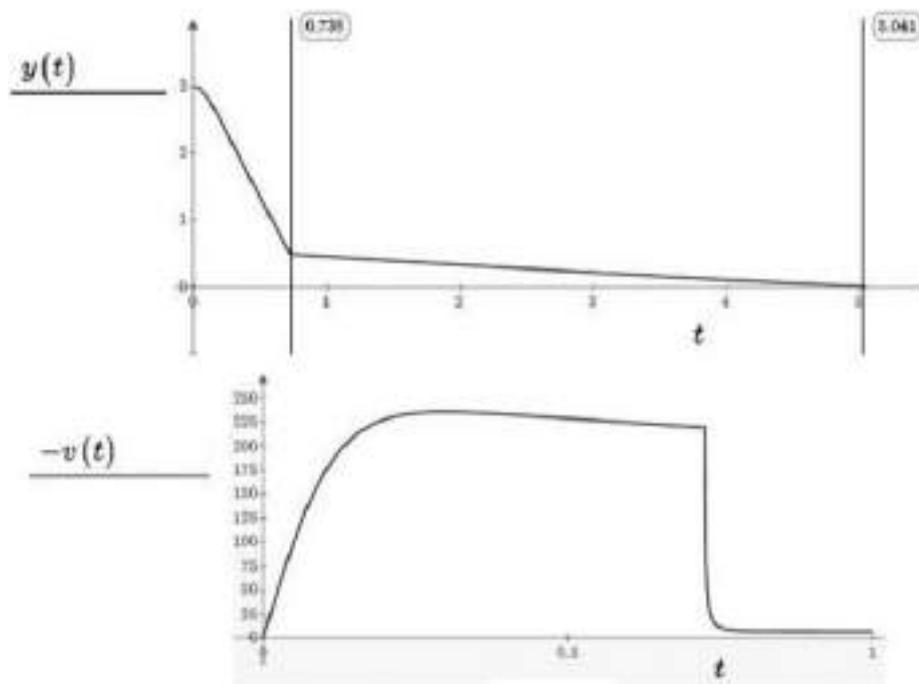


Рис.2. Зв'язок температури з висотою над рівнем моря і швидкістю.

$$|v(17 \text{ s})| = 235.001 \text{ kph}$$

$$|v(1 \text{ min})| = 7.626 \text{ kph}$$

Щільність та радіус «парашутиста» будуть також змінюватися з висотою. Проте вони будуть не гладкими, а ступінчастими функціями від висоти (див. дві конструкції з *if* під першим графіком на рис. 1). Диференційне рівняння польоту «парашутиста», що пов'язує сили тяжіння та опору повітря, розіб'ємо на два: швидкість – це похідна шляху по часу (перше рівняння), і баланс сил, що діють на «парашутиста», де прискорення – це похідна швидкості по часу (друге рівняння).

Функція *odesolve* в рішенні, зображеному на рис. 1, повертає дві функції: висоту польоту парашутиста *y* та швидкість парашутиста *v*. Ці функції на рис. 1 зображені графічно.

На графіку вертикальними лініями зазначений час вільного польоту парашутиста (без розкритого парашуту) – 0.738 хвилини і загальний час польоту 5.04 хвилин.

Висновки. Наведений метод моделювання дозволив побудувати графічне зображення розв'язання фізичної задачі та зняти обмеження щодо опору повітря в задачі про вільне падіння.

Бібліографічний список

1. *Майер Р.В.* Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. – Глазов: ГГПИ, 2006. – 37с.
2. *Очков В.* Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 494 с.
3. *Гурский Д., Турбина Е.* Mathcad для студентов и школьников. Популярный самоучитель. – СПб.: Питер, 2005. – 400 с.
4. *Очков В.* MCS (Mathcad Calculation Server) на занятиях по математике, физике, информатик // Компьютерные учебные программы и инновации. – 2008. – № 3. – С. 187–194.
5. *Очков В.* MAS (Mathcad Application Server) на занятиях по математике, физике, информатик // Компьютерные учебные программы и инновации. – 2006. – № 2.
6. *Ландау Л.Д.* Теоретическая физика: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1988. – Т. 1: Механика. – 216 с.
7. *Мандельштам Л.И.* Лекции по теории колебаний. – М.: Наука, 1972. – 472 с.

ЕКСКУРС В ІСТОРІЮ ВИНИКНЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Гумен О.М., д.т.н.,

Лебедева О.О., ст. викладач,

Подима Г.С., ст. викладач.

Національний технічний університет України

КПІ ім. Ігоря Сікорського (Україна, м. Київ)

Анотація – у статті розглянуті питання, присвячені передумовам появи фрактальної геометрії, її засновникам, галузям застосування, сучасному стану розвитку.

Ключові слова – фрактал, самоподібність, розмірність, багатомасштабність, безліч, геометричні, алгебраїчні стохастичні фрактали.

Постановка проблеми. Геометрія і топологія описують природні форми, але не повно. Природа має інший рівень складності форм, відмінний від прямих ліній, кіл та інших простих форм. Природні форми часто виявляються неправильними і значно фрагментованими. На протязі століть вчені створювали ідеалізовані об'єкти, які рідко зустрічаються в природі в чистому вигляді, і відкладали спроби моделювати «важкі» природні об'єкти. У природі немає прямих ліній, ідеальних кіл, площин і т.д., всілякі збурення, якими нехтували, постійно вносять свій внесок і чинять великий вплив.

Наприклад, візьмемо кромку звичайної дерев'яної лінійки, яка традиційно описується за допомогою відрізка прямої лінії. Але сучасні дані говорять про те, що ця кромка далеко не ідеально рівна, - в дрібному масштабі існують різні западини і виступи. Занурюючись далі можна виявити волокна дерева, які складаються з ще більш дрібних волокон. У більш дрібному масштабі все це складається з молекул і атомів, які постійно рухаються і міняються місцями.

Незважаючи на ці нерівності, математична ідеалізація кромки лінійки за допомогою відрізка є найбільш прийнятною. Але такі прямі об'єкти - велика рідкість в природі. Що робити з такими формами, які приймають хмари, клуби диму, рельєф гір, русла річок, морські узбережжя, блискавки, шляхи броунівського руху, дифузійні фронти, галактичні скупчення, хвилі в океані і тп? У цих об'єктах майже немає класичних гладких ділянок. Як описати та кількісно оцінити реальні неідеальні об'єкти?

Постановка цілей. Ціль цієї статті – висвітлення передумов появи фрактальної геометрії, огляд вже існуючих методів на час формування її методу, основних понять та її теорії.

Основна частина. Батьком фрактальної геометрії вважають Бенуа Мандельброта. Саме він в 1975 році ввів термін «фрактал», що походить від латинського слова *fractus* - подрібнений, зламаний, розбитий на шматки. Цей термін отримав широку популярність з виходом в 1977 році його книги «Фрактальна геометрія природи». Робота Мандельброта була стимульована комп'ютерними технологіями, які дозволили генерувати, візуалізувати і досліджувати різні безлічі. Бенуа Мандельброт сформулював теорію складних геометричних фігур, що мають властивість самоподібності, і застосував її для аналізу утворень природи. У вступі до цієї роботи він писав: «Хмари – не ідеальні сфери, гори - НЕ конуси, берегові лінії - НЕ кола, кора дерева - не гладка, і блискавка не поширюється по ідеально прямій лінії». Заслуга Мандельброта в тому, що він зміг узагальнити і систематизувати «неприємні» безлічі і побудувати струнку та інтуїтивно зрозумілу теорію.

Теорія фракталів давно знайшла застосування в математичних моделях економіки, фізики, хімії, астрономії та інших галузях знання, як інструмент для аналізу стану біржових ринків. У фізиці фрактали природним чином виникають при моделюванні полум'я, хмари і інших нелінійних процесів. У біології вони застосовуються для моделювання популяцій і для опису систем внутрішніх органів. Фрактали широко застосовуються в комп'ютерній графіці для побудови зображень природних об'єктів - дерев, гірських ландшафтів, поверхні моря і т. д.

Передумовами до осмислення та формулювання ідеї фрактальної геометрії також вважають спроби підрахувати довжини кордонів європейських держав у 20-х рр. ХХ ст. англійським вченим Річардсоном. На його подив виявилось, що довжина кордону залежить від масштабу виміру. Потім, у 30-х рр. польські геодезисти виміряли довжину р. Вісли. Після підрахунку довжини річки з'ясувалося, що довжина при вимірюванні різними масштабами виявилася різною, зі зменшенням масштабу довжина річки зростала. Цей факт віднесли до математичних курйозів. На початку 70-х рр. дещо подібне сталося у Північній Америці, коли туристи вимірювали довжину узбережжя Великих Озер.

Інші вчені намагалися виміряти довжину узбережжя Австралії, Германії, Португалії та інших держав.

Ці дані зібрав Річардсон та дослідив залежність отриманих результатів від кроку вимірювань (тобто від масштабу), яка представлена на графіку (Рис. 1).

В результаті стало зрозуміло, що виміряти довжину берегової лінії можливо тільки приблизно. У міру того як буде зменшуватися масштаб вимірювань, доведеться вимірювати все більше маленьких мисів і бухт -

довжина берегової лінії буде збільшуватись, а об'єктивної межі зменшення масштабу не існує, і берегова лінія матиме нескінченну довжину.

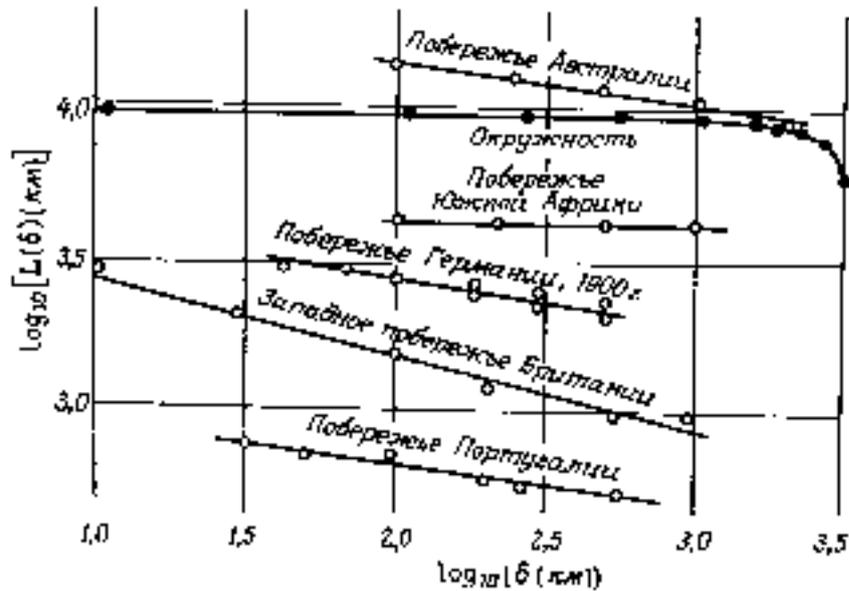


Рис. 1. Довжина берегових ліній як функція обраного кроку δ (км).



Рис. 2. – Лінія узбережжя Великобританії

З цього почалося осмислення вже набутих знань і становлення нової мови науки, де основними поняттями є фрактал, фрактальна розмірність, фрактальна геометрія, фрактальне обчислення і ієрархічна побудова.

Фрактальну розмірність спрощено можна уявити як відношення довжини вимірюваного контуру до довжини мірки. Фрактальна розмірність є показником, мірою заповнення простору фрактальною структурою.

Згідно визначенню Б. Мандельброта, фрактал - безліч, розмірність якої відрізняється від звичайної розмірності, так званої топологічної, що

виражається цілим числом. Б. Мандельброт дає таке визначення: фракталом називається структура, що складається з частин, які в якомусь сенсі подібні цілому. Фрактальна структура утворюється шляхом нескінченного повторення (ітерації) будь-якої вихідної форми в масштабі, який постійно зменшується (або збільшується) за певним алгоритмом, тобто відповідно до певної математичної процедури. Цей нескладний процес зі зворотним зв'язком дає різке різноманітний морфогенез, нерідко подібний створенню природних форм. Таким чином, фрактали характеризуються самоподібністю, або масштабною інваріантністю, тобто одноманітністю в широкому діапазоні масштабів.

Як відомо, традиційні геометричні об'єкти мають цілочислену розмірність: лінія одновимірна, площа двувимірна, поверхня тривимірна. Фрактальні об'єкти характеризуються фрактальною, дробовою розмірністю. Така розмірність була введена Ф. Хаусдорфом (F. Hausdorff, 1919). Якщо гладка евклідова лінія заповнює в точності одновимірний простір, то фрактальна лінія виходить за його межі, частково заповнюючи двовимірний, її розмірність - дробова, проміжна між вихідною розмірністю лінії і розмірністю двовимірного простору, в який йде морфогенез фрактала. Наприклад, фрактальна лінія берега має розмірність між 1 і 2; фрактальна поверхня (гірський рельєф, хмара) – розмірність між 2 і 3.

Висновки. Фрактальна геометрія виникла на певному рівні розвитку науки в той час, коли існуючих методів і підходів було вже недостатньо для точного опису і прогнозуванню процесів та явищ природи, діяльності людини в різних галузях за допомогою геометричного та математичного моделювання, необхідністю апелювати точною інформацією про структуру макрооб'єктів і закономірності процесів – чи то фізичних, хімічних, геологічних, чи то фінансових, економічних. Вона революційно розширила можливості пізнання будови світу та прогнозування природних явищ, як і явищ в соціумі.

Бібліографічний список

1. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. - 656 с.

2. *Мандельброт Бенуа, Ричард Л. Хадсон.* (Не)послушные рынки: фрактальная революция в финансах = The Misbehavior of Markets. — М.: «Вильямс», 2006. — 400 с. — ISBN 5-8459-0922-8.

3. *Мандельброт Б. Б.* Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса. - М., НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2009. - 392 с. ISBN: 978-5-93972-772-3

РІЗНОВИДИ ФРАКТАЛІВ

Гумен О.М., д.т.н.,

Лебедєва О.О., ст. викладач,

Подима Г.С., ст. викладач

Національний технічний університет України

КПІ ім. Ігоря Сікорського (Україна, м. Київ)

***Анотація** – у статті розглянуті різновиди фракталів, які створені для досліджень чи прогнозування певних структур, явищ, процесів. Підкреслено широту діапазону галузей знань, де фрактали стали інструментом досліджень.*

***Ключові слова** – фрактал, самоподібність, розмірність, геометричні, алгебраїчні, стохастичні фрактали, мультифрактали, рукотворні, природні фрактали, детерміновані та недетерміновані фрактали, Iterated Functions System (система ітераційних функцій).*

Постановка цілей. Ціль цієї статті – огляд різновидів фракталів, які з'явилися і стали інструментом моделювання в різних сферах точних наук, техніці, астрономії, економіці, філософії та суспільних науках з часів відкриття перших геометричних фракталів.

Основна частина. Фрактали поділяють на геометричні, алгебраїчні та стохастичні. При певних умовах стохастичні фрактали можуть називатися мультифракталами.

Крім цього, існує класифікація фракталів за такими ознаками, як природність та рукотворність.

Ці види фракталів відрізняються наявністю обмежень на розміри об'єктів. До рукотворних відносяться ті фрактали, які були винайдені вченими для розв'язання задач, що перед ними постали. Такі фрактали при будь-якому масштабі мають фрактальні властивості, обмежень для розмірів ітерацій не має.

На природні ж фрактали накладається обмеження на область існування - тобто максимальний і мінімальний розмір, при яких у об'єкта спостерігаються фрактальні властивості.

І ще одна ознака класифікації – детермінованість. Детермінованими являються алгебраїчні і геометричні фрактали, а недетермінованими - стохастичні.

Геометричні фрактали.

Історія фракталів почалася з геометричних фракталів, які досліджувалися математиками в XIX-XX століттях. Фрактали цього класу – найнаочніші, самоподібність в них очевидна.

У двомірному випадку такі фрактали можна отримати, задавши деяку ламану, яка називається генератором. За один крок алгоритму кожен з відрізків, що становлять ламану, замінюється на ламану-генератор у відповідному масштабі. В результаті нескінченного повторення цієї процедури виходить фрактальна крива. При видимій складності отриманої кривої, її загальний вигляд задається тільки формою генератора.

В якості прикладів таких кривих можна навести наступні:

- крива Пеано, яку, як безперервну функцію ще в 1890 році побудував Джузеппе Пеано. Область визначення кривої - відрізок, а область значень - квадрат на площині. Ця лінія називається ще кривою, що заповнює площину.

Перший крок полягає в тому, щоб розбити сторону квадрата на дев'ять рівних частин. Безперервна крива, яка проходить через всі квадрати, будується так, як показано на рис. 1 суцільною лінією зі стрілками. Пунктирна лінія вказує, в якому порядку обходяться квадрати. Квадрати пронумеровані числами 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8, відповідно до порядку, в якому лінія їх перетинає. Отримана лінія являє собою першу ітерацію побудови.

Далі, кожен з цих дев'яти квадратів розбивається на дев'ять рівних підквадратів, які нумеруються аналогічно тому, як це було зроблено на першій ітерації. Отримуємо лінію, яка проходить через дев'ять підквадратів таким чином, що її початкова і кінцева точки лягають на криву попереднього рівня. Це дозволяє нам занумерувати підквадрати числами 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8 всередині кожного квадрата. Повторимо описану процедуру нескінченно, кожен раз розбиваючи квадрати на дев'ять підквадратів, будуючи криву через всі підквадрати так, щоб її кінці лягали на лінію попереднього рівня, і додаючи їм номери. На рис.1 зображено, як виглядає після двох ітерацій квадрат з номером 4.

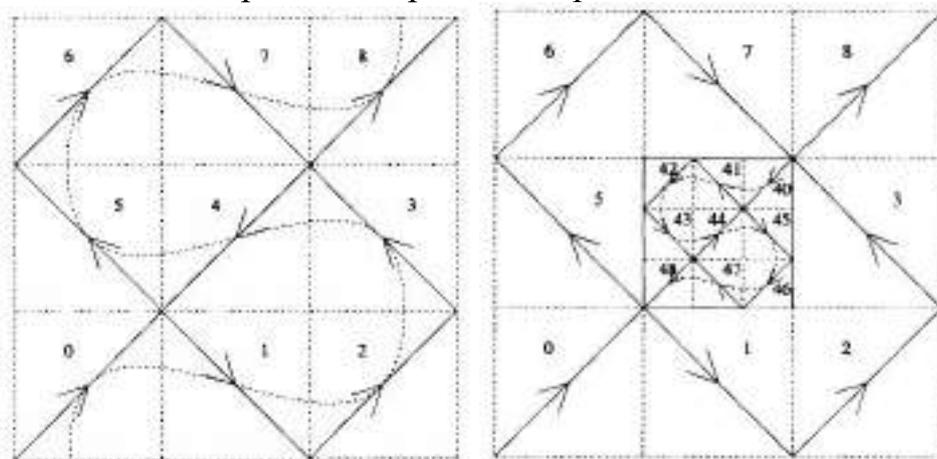


Рисунок 1. Крива Піано: ліворуч – після першої ітерації, праворуч – після другої.

- крива, придумана Гельгом фон Кохом (крива Коха) в 1904 році, є фракталом розмірності 1,2618;
- крива Леві, яку вивчав ще італієць Ернесто Чезаро в 1906 році, а самоподібність і фрактальні властивості досліджував в 1930-х роках француз Поль П'єр Леві. Фрактальна розмірність межі цього фрактала дорівнює приблизно 1,9340;
- криві Гільберта та Мінковського, що покривають площину без дотикань та перетинів, мають фрактальні розмірності 2 та 1,5 відповідно (дослідження опубліковані у 1891 та 1911 роках).

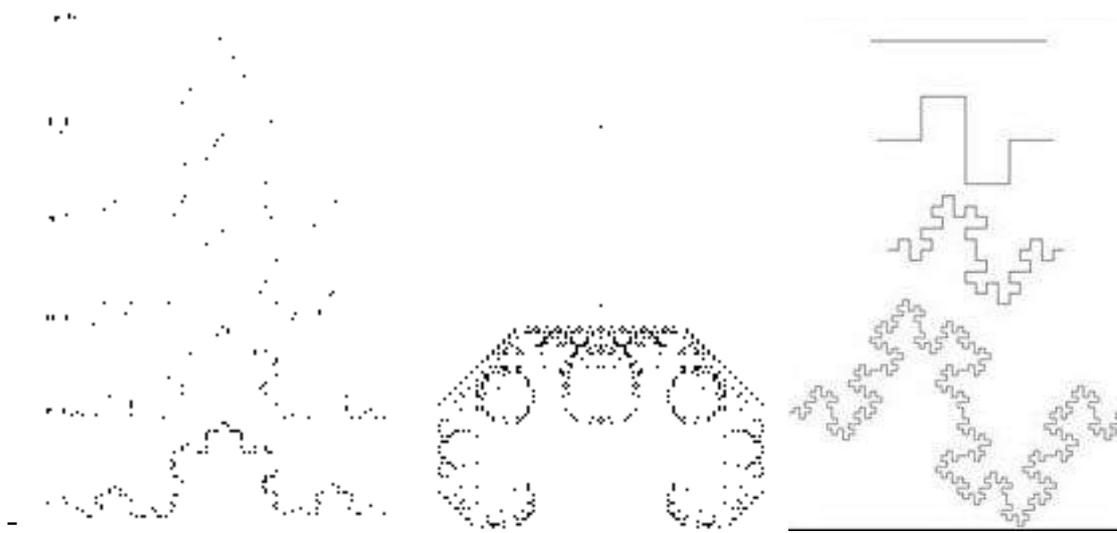


Рисунок 1. Криві Коха, Леві, Мінковського

До геометричних фракталів також відносять фрактали, одержані схожими процедурами, наприклад: безліч Кантора, трикутник Серпінського, килимок Серпінського, губка Менгера, дерево Піфагора.

Прикладів геометричних фракталів можна навести дуже багато.

Алгебраїчні фрактали. Для побудови алгебраїчних фракталів використовуються ітерації нелінійних відображень, що задаються простими алгебраїчними формулами.

Найбільш вивчений двомірний випадок. Нелінійні динамічні системи можуть мати декілька стійких станів. Кожний стійкий стан (аттрактор) володіє деякою областю початкових станів, при яких система обов'язково в нього перейде.

Таким чином, простір розбивається на області тяжіння аттракторів. За допомогою простих алгоритмів можна продукувати дуже складні нетривіальні структури.

Алгоритм побудови досить простий і заснований на ітеративном вираженні:

$$z_{i+1} = F(z_i),$$

де $F(z)$ - будь-яка функція комплексної змінної.

Для всіх точок квадратної або прямокутної області на комплексній площині обчислюємо досить велику кількість разів $z_{i+1} = F(z_i)$, кожен раз знаходячи абсолютне значення z . При цьому значення функції для різних точок комплексної площині можуть мати різну поведінку:

З плином часу $|z|$ прямує до нескінченності;

$|z|$ прагне до 0;

$|z|$ приймає кілька фіксованих значень і не виходить за їх межі;

поведінка $|z|$ хаотична, без будь-яких тенденцій.

Також можна змінити вид фрактала, якщо контроль значення z вести іншим чином, наприклад:

Дійсна частина z менше певного числа; уявна частина z менше певного числа; і уявна і дійсна частини z менше будь-якого числа;

Приклади алгебраїчних фракталів: безліч Мандельброта; безліч Жюліа; басейни Ньютона; біоморфи.

Стохастичні фрактали

Всі природні об'єкти створюються за примхою природи, в цьому процесі завжди є випадковість. Фрактали, при побудові яких в ітеративній системі випадковим чином будуть змінені будь-які параметри, називаються стохастичними.

Ці фрактали найбільш цікаві для фізиків, тому що знаходять своє відображення в фізичних процесах. Співвідношення випадковості і закономірності може бути різним. При цьому утворюються об'єкти дуже схожі на природні – несиметричні дерева, порізані берегові лінії і так далі. Двовимірні стохастичні фрактали використовуються при моделюванні рельєфу місцевості і поверхні моря.

Мультифрактал – це комплексний фрактал, який може визначатись не одним алгоритмом побудови, а кількома алгоритмами, що послідовно змінюють один одного. Кожен з них генерує патерн, тобто взірць, зі своєю фрактальною розмірністю.

Для опису мультифрактала обчислюють мультифрактальний спектр, що включає в себе цілий ряд фрактальних розмірностей, властивих елементам даного мультифрактала.

Мультифрактали використовують для моделювання поведінки цін на фінансових ринках. Стаття Бенуа Мандельброта в *Scientific American* в лютому 1999 року «Мультифрактальна прогулянка по Уолл-стріт») демонструє можливість їхнього використання для оцінювання ризиків. Бенуа Мандельброт, описавши спосіб фрактального прогнозування, пише: «Я стверджую, що зміни фінансових цін можна пояснити моделлю, отриманою з моєї роботи по фрактальній геометрії.

Фрактали - або їх пізніша розробка, названа мультифракталами - не означає впевнено прогнозувати майбутнє. Але вони створюють більш реалістичну картину ринкових ризиків».

Iterated Functions System (система ітераційних функцій)

Метод Iterated Functions System (IFS) з'явився в середині 80-х років як простий засіб отримання фрактальних структур. IFS є системою деякого фіксованого класу функцій, що відображають одну багатовимірну множину в іншу. Найбільш проста IFS складається з афінних перетворень площини.

У 1988 році відомі американські фахівці Барнслі і Слоан запропонували деякі ідеї, засновані на міркуваннях теорії динамічних систем, для стиснення і зберігання графічної інформації. Вони назвали свій метод "методом фрактального стиснення інформації".

Походження назви пов'язане з тим, що геометричні фігури, що виникають у цьому методі, зазвичай мають фрактальну природу в сенсі Мандельброта.

На підставі цих ідей Барнслі і Слоан створили алгоритм, який, за їх твердженням, дозволить стискувати інформацію в 500–1000 разів. Коротко метод можна описати таким чином. Зображення кодується декількома простими перетвореннями, наприклад, афінними, тобто коефіцієнтами цих перетворень.

Наприклад, закодувавши якесь зображення двома афінними перетвореннями, ми однозначно визначаємо його за допомогою 12-ти коефіцієнтів. Якщо тепер задати яку-небудь початкову точку (наприклад, $X=0$ $Y=0$) і запустити ітераційний процес, то після першої ітерації отримаємо дві точки, після другої – чотири, після третьої – вісім і т.д. Через декілька десятків ітерацій сукупність отриманих точок описуватиме закодоване зображення.

Висновки. Поява широкого ряду різновидів фракталів пов'язана з тим фактом, що у всіх галузях сучасної науки все частіше стають потрібні точні, але відносно прості способи аналізу, синтезу та моделювання складних природних об'єктів, явищ, процесів з отриманням такої якості результатів, яка б дала можливість прогнозування. Це підтверджує майже універсальність фрактальної геометрії та великі перспективи її розвитку та застосування.

Бібліографічний список

1. *Маврикиди Ф. И.* Фракталы: постигая взаимосвязанный мир // «Дельфис» — № 23(3) — 2000.
2. *Шредер М.* Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая. — Ижевск: «РХД», 2001.
3. *Мандельброт Б. Б.* Фракталы и хаос. Множество Мандельброта и другие чудеса. - М., НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2009. - 392с.
4. *Циллис К.* Об измерении фрактальных размерностей по физическим свойствам. // В сб. статей «Фракталы в физике». — М.: Мир, 1988

ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РЕДУКТОРА ОСАДЖУВАЛЬНОЇ ЦЕНТРИФУГИ ЗІ ШНЕКОВИМ ВИВАНТАЖЕННЯМ ОСАДУ

Морозов М.В., студент,
Вознюк Т.А., ст. викладач,
Коваль Г.М., доцент.

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

Анотація – розглядається питання раціоналізації потоку фугата для охолодження редуктора в осаджувальних центрифугах зі шнековим вивантаженням осаду, проаналізовані відомі технічні рішення, запропоновані конструктивні засоби підвищення ефективності охолодження.

Ключові слова – центрифуга, шнек, фугат, потік, редуктор, охолодження, обичайка, фланець.

Постановка проблеми. Відомі конструкції не використовують, або використовують недостатньо ефективно фізичні властивості потоків для вирішення окремих задач у межах одного апарату, а саме теплоємності і дисперсності потоку фугата для охолодження редуктора центрифуги. Винайдення конструктивних рішень, що використають означений резерв дозволить підвищити потужність і надійність центрифуг базових конструкцій.

Аналіз останніх досліджень. Відоме технічне рішення, центрифуга [1], яка включає кожух, редуктор, ротор циліндро-конічної форми, шнек для вивантаження твердої фази, трубу живлення, вікна для вивантаження твердої фази а також зливні вікна для відводу фугата. В процесі роботи центрифуги редуктор розігрівається. При більш високих, порівняно до можливих, температурах редуктора знижується строк служби гумових деталей, підшипникових вузлів. Повітряне охолодження редуктора не вичерпує можливостей охолодження. Інша конструкція [2], - центрифуга осаджувальна зі шнековим вивантаженням осаду, яка за конструктивними ознаками є аналогом попередньої. Але корпус редуктора заглиблений в простір корпусу центрифуги, там де відводиться фугат, а на поверхні фланця редуктора встановлені напрямні лопатки, кожна з яких розміщена між отворами для відводу фугата.

Формулювання цілей. На основі аналізу роботи осаджувальних центрифуг зі шнековим вивантаженням осаду, існуючих конструкційних рішень запропонувати засоби для більш ефективного охолодження редуктора потоком фугата.

Основна частина. Центрифуга осаджувальна зі шнековим вивантаженням осаду містить корпус 1, який складається із кришки 2 і основи 3, установлений у корпусі ротор 4, який складається із циліндричної 5 і конічної частин 6, редуктор 7, вал якого з'єднаний за допомогою фланця ротора 8 і фланця редуктора 9 з циліндричною частиною ротора, розташований усередині ротора коаксіально шнек 10, виконаний у вигляді порожнистого барабана 11 з укріпленою на ньому спіраллю 12, розміщену усередині барабана шнека вздовж його осі 13 трубу живлення 14; вікна для вивантаження твердої фази 15 в конічній частині ротора, розташовані у фланці ротора і фланці редуктора отвори для відводу фугату 16, встановлені радіально на поверхні фланця редуктора напрямні лопатки 17. Навколо редуктора з певним зазором розташована циліндрична обичайка 18 з напрямними пластинами 19. Лопатки на фланці редуктора утворюють обичайки по контуру отворів для відводу фугату, закриті в радіальному напрямку від центру. Пластини обичайки навколо редуктора відхилені протилежно до напрямку обертання ротора.

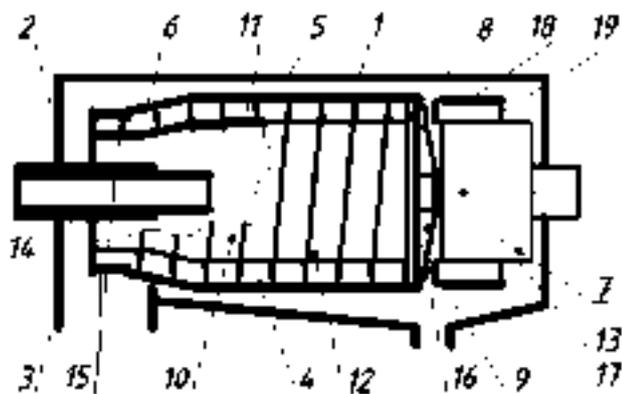


Рис. 1

Наявність напрямних лопаток-обичайок на фланці редуктора, обичайка навколо редуктора, пластин всередині неї забезпечує наступний ефект. Потік фугата через отвори у фланцях ротора та редуктора потрапляє на напрямні лопатки-обичайки, які передають повздовжню складову руху фугата і, у взаємодії з обичайкою з напрямними пластинами навколо редуктора, диспергує його і направляє фугато-повітряну суміш вздовж стінок редуктора. Здійснюється ефективне охолодження поверхні редуктора. Фугат стікає у напрямку до вікна для відводу фугата.

Висновки. Отже, запропоноване рішення забезпечує направлення і розподілення фугата по більшій площі поверхні редуктора, що забезпечує більш ефективне охолодження редуктора і, таким чином, заощаджує потужність і надійність центрифуг.

Бібліографічний список

1. Файнерман И.А. "Расчеты и конструирование шнековых центрифуг", Москва, Машиностроение, 1981р.
2. Патент UA №24619 «Центрифуга осаджувальна зі шнековим вивантаженням осаду» МПК В04В 3/00, опублік. 10.07.2007 р.

РОБОТОТЕХНІКА: ОСВІТНІЙ АСПЕКТ

Рудик В.П., студент

Гнітецька Г.О., к.пед.н., доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

(Україна, м.Київ)

***Анотація** – стаття присвячена дослідженню проблеми розвитку сфери освіти в галузі робототехніки. Наводиться приклад робота, створеного в одному з гуртків м.Києва.*

***Ключові слова** – робототехніка, мехатроніка, штучний інтелект, навчання*

Постановка проблеми. В наш час у всьому світі пріоритетним є розвиток науки і техніки. Характерною особливістю цього процесу є стрімкий розвиток робототехніки. У ХХІ столітті різко зростає попит на роботів, які використовуються для різного роду робіт та виконують їх точніше, надійніше та економічніше за людину. Крім того, вони є просто незамінними при виконанні небезпечних для людей робіт, наприклад, у агресивних середовищах, пов'язаних з великими дозами опромінення, ін. Роботи ефективно використовуються у сферах обслуговування, виробництва, транспорту, дослідження нашої та інших планет, в медицині, оборонній промисловості, тощо. Лідерами у галузі робототехніки у світі є Японія, Німеччина та Південна Корея [1].

Незважаючи на те, що українські спеціалісти з ІТ технологій високо цінуються у всьому світі, наша країна не займає провідних позицій у цьому напрямку. Основними проблемами, що не дозволяють цій галузі успішно розвиватися, є недостатнє фінансування та відсутність системного підходу до підготовки спеціалістів з робототехніки.

Якщо цю галузь в Україні розглядати у трьох сферах: виробництво роботів, їх використання та підготовка кадрів, то саме освітня сфера є пріоритетною, оскільки рівень фаховості спеціалістів визначає рівень досягнень.

Спеціаліст-робототехнік повинен володіти комплексом знань з вищої математики, програмування, електроніки, мехатроніки, радіотехніки, кібернетики, тощо. Системності у підготовці таких спеціалістів у освітній сфері не спостерігається, але надзвичайно великий попит на продукцію цієї галузі породив відгук у суспільстві. Освітній сегмент став стрімко розвиватися: почали створюватися комерційні курси для дорослих і дітей, різні гуртки при школах, ліцеях, вузах та фірмах. Частина таких гуртків

відкриваються волонтерами-фанатами цієї справи. В них вчать конструювати і програмувати роботизовані пристрої за допомогою спеціальних наборів робототехніки

Аналіз останніх досліджень. На цей час в Україні вже відкрито низку навчальних центрів, таких як Винахідник, Boteon, RoboCode, RobotSchool, RoboUA, RoboHouse, Техноклуб, ін. В цих центрах діти і дорослі навчаються створювати роботів, використовуючи різні, розроблені для цієї мети, платформи. В ліцях і школах ентузіастами цієї справи відкриваються безкоштовні курси. Іван Шихат-Саркісов створив курс відео лекцій з робототехніки -PRO Роботів та навчально-інформаційний сайт Technic для школярів та студентів. Розроблені сайт arduino.ua, ін.. Платформа Arduino має різні датчики та модулі, за допомогою яких можна конструювати роботів. Для програмування можна використовувати мови C++ або Python.

У таких гуртках школярі та дорослі мають можливість отримати початкові знання з робототехніки. Ті з них, що бажають присвятити цьому своє професійне життя, вступають до технічних вузів, щоб отримати відповідну фундаментальну підготовку та спеціальні знання. Тобто навчання молоді у таких гуртках сприяє її професійній орієнтації. Їх вступ до технічних вузів є більш осмисленим і мотивованим. Такі тенденції відстежуються і серед студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського, які при вступі обирають відповідну спеціальність за покликом. Крім курсів навчальних дисциплін, які читають студентам в аудиторіях університету і сприяють поглибленню їх знань в галузі робототехніки, вони можуть знайомитись зі зразками досить серйозних розробок у цій галузі.

Співробітниками МНДІ ПМ «Ритм» НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» було сформовано новий напрям робототехніки – автономні мобільні роботи з бортовою ЕОМ. Такі розробки гостро необхідні в Україні для оснащення новими зразками інтелектуального точного озброєння військових, виконання робіт на ЧАЕС, знешкодження мін, утилізації боєприпасів, ін.. Розроблені комплекси для робіт з радіоактивними відходами, відбору проб на ЧАЕС, обстеження об'єкту «Укриття». Усі ці роботи керуються операторами. Декілька зразків таких роботів є у виставковому технопарку вузу [2].

Як показав фестиваль інноваційних проектів «Sikorsky Challenge» активно працюють у цьому напрямку і студенти .

Формулювання цілей. Мета – продемонструвати один із варіантів конструювання робота, який може самостійно прокладати траєкторію руху, аналізуючи зустрічні перешкоди. В процесі макетування була використана платформа Ардуіно.

Основна частина. Ядром робота є мікроконтролер (МК) – мікросхема, в якій міститься процесор, тактовий генератор, периферія, оперативна і постійна пам'ять. Існує досить велика кількість різноманітних мікроконтролерів для різних потреб. На їх основі можна проектувати різних роботів. Для аматорських проектів широке застосування знайшли

мікроконтролери Arduino. На сьогоднішній день вони найдоступніші. Щоб працювати з мікроконтролерами потрібно вміти програмувати і мати початкові знання в цифровій та аналоговій електроніці. У нашому проєкті використовувалась мова C++.

Не менш важливим компонентом робота є драйвер двигунів, який полегшує задачу управління. Оскільки не можна підключати двигуни безпосередньо до МК, використовують ключові транзистори. Для цього було обрано мікросхему L293D. Для зручності монтажу мікросхема використовувалась в корпусі DIP. L293D має роздільне живлення двигунів. Тому сама мікросхема живиться від стабілізатора (вхід VSS), а двигуни від акумуляторів (вхід VS). Щоб робот міг орієнтуватися в просторі, на нього було встановлено два інфрачервоних датчика. Такі датчики працюють подібно до вимикача, але керуються не оператором, а наявністю перешкоди. Недолік таких датчиків у тому, що вони можуть по-різному реагувати на різні перешкоди та не захищені від сторонніх сигналів інших пристроїв. Для підвищення надійності спрацьовування на сигнал від перешкод використовувалось модулювання сигналу.

Сконструйований таким чином робот показано на рисунку.

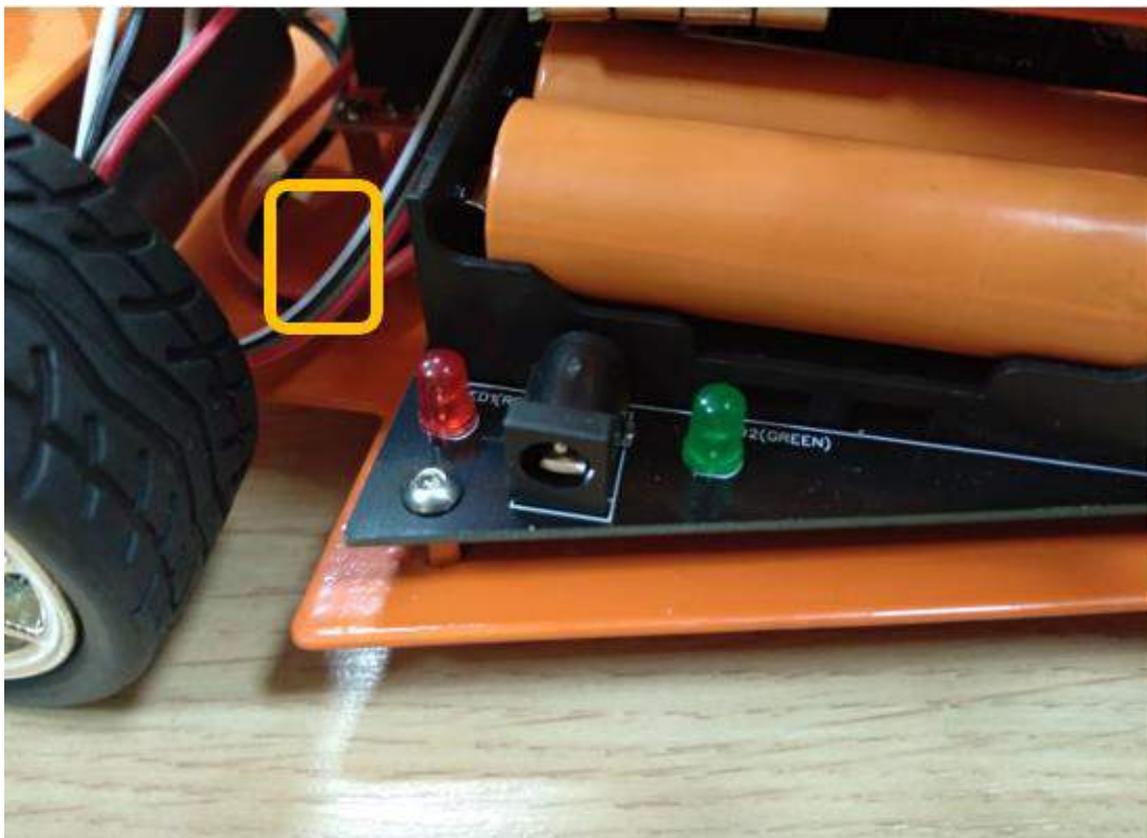


Рис.1. Робот Лео 5, що переміщається серед перешкод, самостійно прокладаючи траєкторію руху

Висновок Мехатронні та робототехнічні системи є магістральним спрямуванням розвитку науки і техніки.

Мехатроніка покликана створювати інтелектуальні фізико-технічні пристрої, системи і процеси, які мають якісно нові функції, властивості і можливості. Конструювання роботів – фізичне втілення цієї науки у реальному житті.

Тому відкриття навчальних закладів різного типу для дітей створює хорошу перспективу для розвитку робототехніки в Україні. У таких закладах діти розвивають логічне мислення, дрібну моторику рухів, що впливає на розвиток таких центрів мозку, які відповідають за просторове і творче мислення. Отримують знання для оволодіння професією майбутнього.

Є надія, що це молоде покоління виведе Україну на провідні рубежі у світі у галузі виробництва роботів. [3]

Бібліографічний список

1. Робототехніка в Україні: разработки и перспективы [Електронний ресурс].- Режим доступу до ресурсу: <https://www.dou.ua/lenta/articles/robotics-in-ukraine>.

2. Збруцький О.В. Мобільні роботи: можливості, перспективи, проблеми. О.В.Збруцький, Ю.М.Савенко, Д.С.Мішкін [Електронний ресурс].- Режим доступу до ресурсу: <https://www.ela.kpi.ua/bitstream>.

3.Школа робототехники и программирования[Електронний ресурс].- Режим доступу до ресурсу: <https://dan-it.com.ua/shkola-robototekniki-programmirovaniya>.

ОЛИМПІАДИ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ - ОДНА З ЛАНОК РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ СТУДЕНТІВ

Білицька Н.В., к.т.н., доцент,
Коваль Г.М., к.т.н., доцент,
Александрова Д.С., студентка,
Юраш О.В. , студент

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

***Анотація** – наведені завдання, які були запропоновані на олімпіаді з курсу нарисної геометрії. Пошук розв'язку таких завдань сприяє підвищенню рівня творчого потенціалу студентів.*

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

Постановка проблеми. Новітні інформаційні технології та технічні засоби останнім часом витискають з поля зору сучасної молоді традиційні методи розв'язку задач, у тому числі геометричних. Але задачі нарисної геометрії стимулюють розвиток творчого мислення, тому варто знайти шляхи зацікавлення студентів.

Аналіз останніх результатів. Зміни у програмах середньої школи та недостатній рівень викладання геометрії та креслення призвели до того, що сучасні студенти не мають звички мислити геометричними образами, робити логічні ланцюжки алгоритмів виконання просторових побудов. Тому при вивченні курсу нарисної геометрії у студентів виникають певні ускладнення.

Постановка завдання. Сучасний спеціаліст не може обійтись без знання фундаментальних дисциплін та вміння розробляти алгоритми розв'язку комплексних задач, розбивати складні задачі на низку більш простих, логічно мислити просторовими геометричними образами, виконувати та читати кресленики. Тому виникає необхідність стимулювати студентів при вивченні курсу нарисної геометрії.

Основна частина. В останні часи години, що відведені на вивчення курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка», постійно зменшуються. Але розвитку загального інтелектуального потенціалу студентів, безперечно, сприяє саме вивчення курсу «Нарисна геометрія». Окрім розв'язку завдань при підготовці до занять та в аудиторні години студенти виконують додаткові (епюрні) завдання, що винесені на самостійну роботу.

Складні, комплексні завдання розглядаються на заняттях наукових гуртків. Ці гуртки допомагають розвивати логічне мислення і просторову уяву студентів та готують їх до участі у олімпіадах.

В НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» багато років проводяться студентські олімпіади [1-3], які завжди цікавлять 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 та навичками, які прищеплюються викладачами при викладанні 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 елемента, розробку алгоритму розв'язку задачі і відображення цього алгоритму на комплексному кресленнику.

На олімпіаді з нарисної геометрії у 2018 році були запропоновані такі задачі:

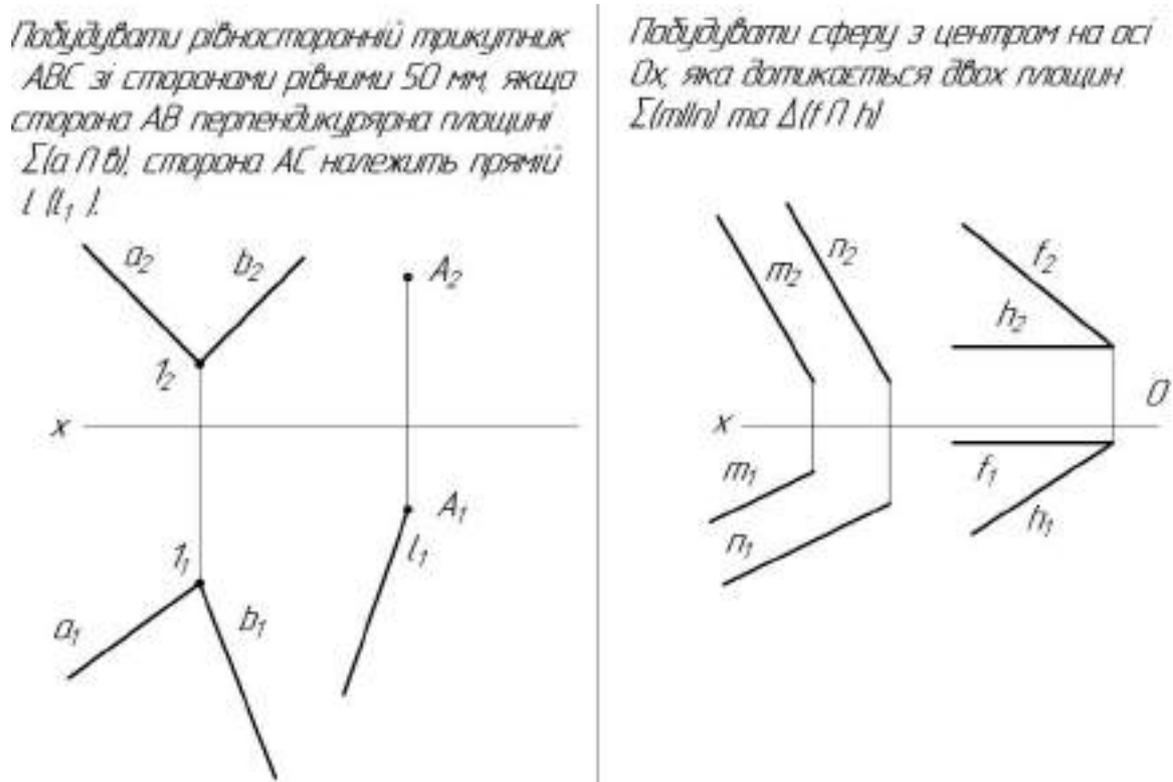


Рис. 1. Умова запропонованих на олімпіаді задач

Задача 1

Алгоритм рішення задачі 1.

1. Через точку A (рис.2,3) проводимо перпендикуляр r до заданої площини Σ

$$A \in r \perp \Sigma (a \cap b) = \Sigma (h \cap f)$$

2. Будуємо конус обертання, для якого точка A – вершина, пряма r – вісь, кут при вершині конуса дорівнює 120° , а довжина твірної – 50 мм.

3. Пряму $l(l_1)$ заключаємо в площину $\Delta(\Delta_1)$, через основу конуса проводимо другу площину $\Theta(\Theta_4)$

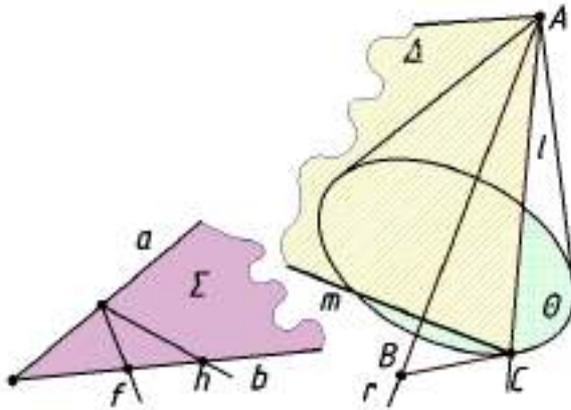


Рис. 2 Просторова модель до задачі 1

і знаходимо лінію їх перетину $m = \Delta \cap \Theta$.

4. Визначаємо точку C як точку перетину прямої m з основою конуса.

5. На прямій r фіксуємо точку B , так щоб $AB = 50$ мм і сполучаємо її з точкою C .

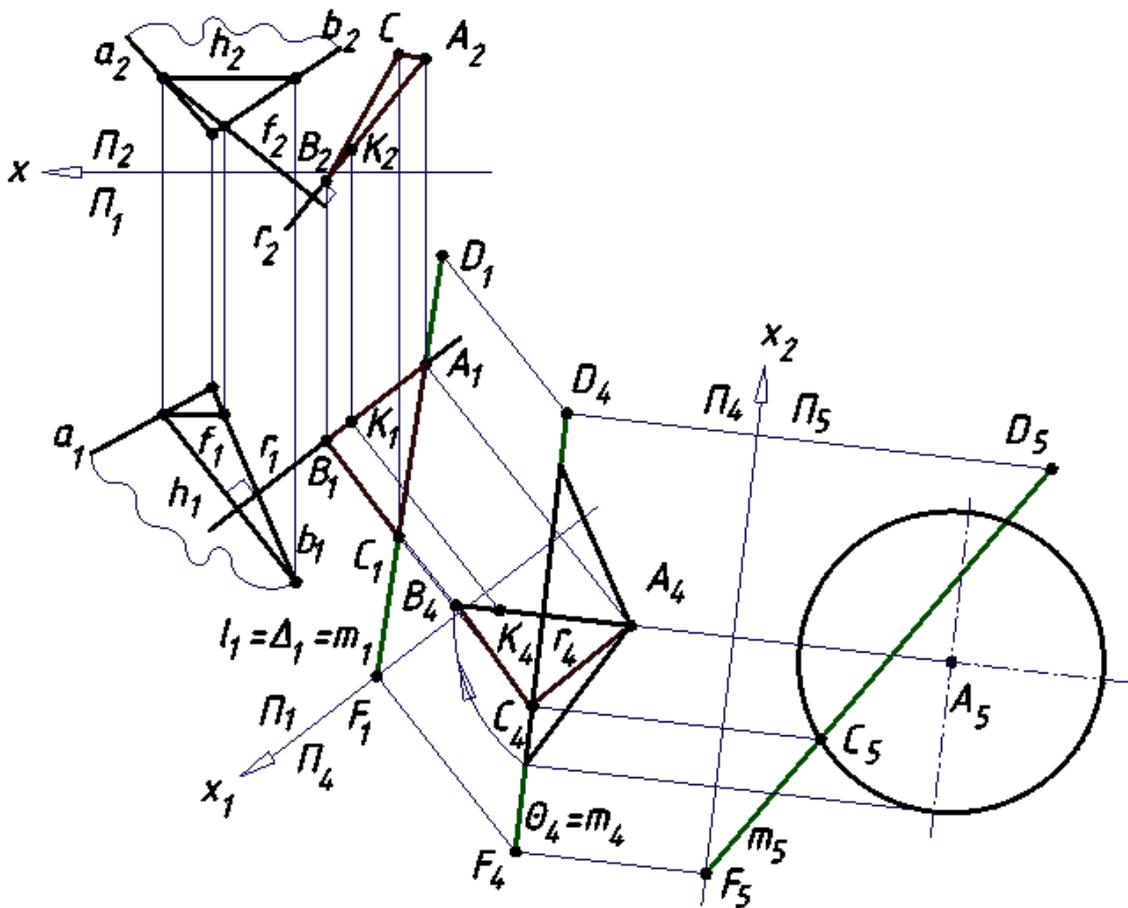
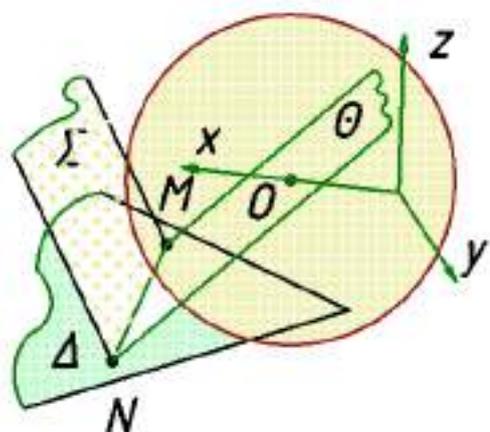


Рис.3 Рішення задачі 1 на комплексному кресленку

В загальному випадку задача може не мати жодного розв'язку, або мати одне чи два в залежності від взаємного розташування прямої m і кола основи конуса.

Задача 2.



Алгоритм рішення задачі 2.

Для побудови шуканої сфери необхідно знайти точку перетину осі Ox з бісекторною площиною заданих площин – центр сфери. Радіус сфери дорівнює відстані від цієї точки до однієї з заданих площин (рис.4, 5).

Рис. 4 Просторова модель до задачі 2

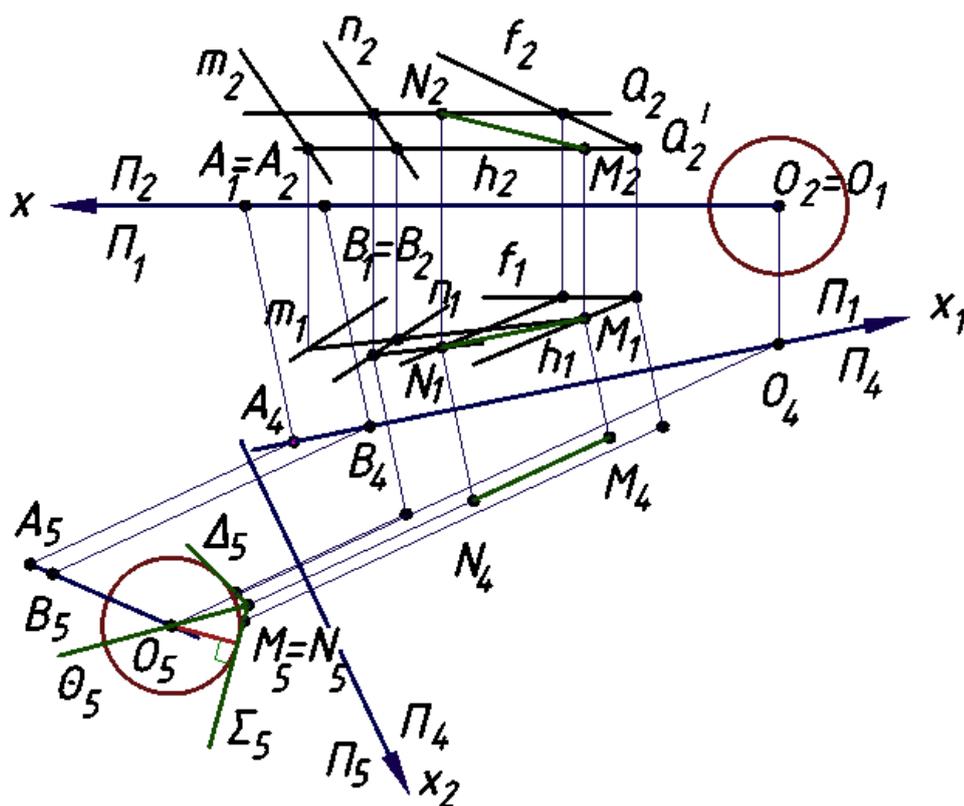


Рис.5 Рішення задачі 2 на комплексному кресленіку

В загальному випадку задача має два розв'язки, при $MN \parallel AB$ рішень не має, крім випадку, коли вісь Ox належить одній з бісекторних площин. В цьому випадку кількість рішень нескінченна.

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 студентів для представництва 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.

КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ЗАСІБ ГРОМАДЯНСЬКОГО ВИХОВАННЯ ДІТЕЙ СТАРШОГО ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ

Вірченко В.В.

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова
(Україна, м. Київ)*

***Анотація** – у даній публікації розглянуто деякі питання ефективного формування громадянських почуттів дітей старшого дошкільного віку шляхом широкого застосування сучасних засобів комп'ютерної графіки. Наведено опис основних можливостей існуючого відповідного програмно-технічного забезпечення. Обґрунтовано інноваційний характер висвітлених нових прийомів навчання, їх актуальність, практичну значущість, зручну придатність до постійного удосконалення й розвитку. Запропонований загальний підхід проілюстровано на конкретних прикладах використання української народної та державної символіки. Окреслено перспективи проведення подальших наукових досліджень у проаналізованому напрямку.*

***Ключові слова** – комп'ютерна графіка, інноваційні засоби навчання, громадянське виховання, діти старшого дошкільного віку, українська символіка.*

Постановка проблеми. Під громадянським вихованням розуміють формування таких рис людини як її патріотизм, політична культура, високі моральні якості, працелюбність, спрямованість на саморозвиток, дбайливе ставлення до природи і т. д. Події останніх років у нашій державі свідчать про важливість громадянських почуттів для українського народу. Оскільки основи світогляду особистості закладаються ще на початку її життя, то доволі відповідальним є належне виховання дітей, у тому числі і старшого дошкільного віку, що становить актуальну суспільну проблему. Один із шляхів успішного її вирішення полягає в застосуванні інноваційних засобів навчання, зокрема комп'ютерної графіки, для прищеплення дітям любові до української символіки.

Аналіз останніх досліджень. У виданні [1] проаналізовано базові особливості національно-патріотичного виховання дітей дошкільного віку, подано належні напрямки діяльності педагога, висвітлено конкретні завдання освітньої роботи. У публікаціях [2, 3] наведено ґрунтовні відомості відповідно про українську народну та державну символіку. Дослідження [4, 5] присвячено новому напрямку структурно-параметричного формоутворення, напрацьованому науковою школою прикладної геометрії НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Формування цілей. Головна мета даної роботи полягає в описі запропонованої методики громадянського виховання дітей старшого дошкільного віку на прикладі використання української символіки засобами комп'ютерної графіки.

Основна частина. Молоде покоління – це майбутнє нашої держави. Дошкільні навчальні заклади, як перша ланка неперервної освіти в Україні, відіграють вирішальну роль у початковому становленні громадянського суспільства. Тому актуальним є завдання подальшого удосконалення методик і засобів патріотичного виховання дітей дошкільного віку.

Інноваційним вважається підхід, що характеризується застосуванням нових прогресивних технологій. Одним із таких прикладів слугує комп'ютерна графіка, яка дозволяє наочно, динамічно, яскраво в кольорі, продуктивно й зацікавлено, за рахунок реалізації інтерактивної взаємодії, здійснювати процес освіти.

У такий спосіб забезпечується ефективність виховання дітей, їх розвиток, науковість, доступність та активність навчання, його зв'язок із реальним життям. Окресленим чином поєднуються словесні та наочні методи освіти, стимулювання й мотивації діяльності тощо.

Відомо, що під засобом навчання розуміють матеріальний або ідеальний об'єкт, який розташований між педагогом і його учнями та використовується для передавання певних знань, умінь і навичок. Сучасна комп'ютерна графіка, як інноваційний засіб навчання, здатна продуктивно та реалістично в динаміці відтворювати різноманітні об'єкти, процеси, явища навколишнього світу й тому дозволяє суттєво підвищувати якість освіти. Це реалізується тісним поєднанням із такими прийомами навчання як активізація розумової діяльності шляхом зіставлень, змагання, взаємний та самостійний контроль, заохочення і т. д.

Розглянемо далі більш докладно деякі питання громадянського виховання дітей старшого дошкільного віку засобами комп'ютерної графіки на прикладі української символіки. При цьому головними завданнями є ознайомлення з історією рідного краю та народу України, формування любові до його культури, таких людських якостей як працелюбність, доброта, чесність, вірність, повага до власної держави, готовність до її захисту.

Відповідно до теоретичних положень досліджень [4, 5] на початку треба визначити складові елементи модельованих графічних об'єктів і необхідні варіанти їх реалізації. Основними символами України згідно з публікаціями [2, 3] є *народна* та *державна* символіка, елементи яких подані на рис. 1 та рис. 2. Народна символіка обумовлена повсякденним життям людей. На рис. 1 перший рядок ілюструє символи, пов'язані з природою. *Калина* (рис. 1, *а*) символізує Україну, красу, кохання, вірність; *соняшник* (рис. 1, *б*) – прагнення до світла і праведності, рідну землю, батьківську садибу; *колоски* (рис. 1, *в*) – життя, плодючість, достаток; *мак* (рис. 1, *г*) – пам'ять, примирення.



Рис. 1. Народна українська символіка

Другий рядок рис. 1 показує символи, пов'язані зі звичаями та народним одягом українців. *Вінок* (рис. 1, д) символізує молодість, дівочтво; *коровай* (рис. 1, е) – гостинність, створення молодої сім'ї; *національне вбрання* (рис. 1, є та рис. 1, ж) – традиції, святковість.

Державними символами нашої країни є Державний Герб України, Державний Прапор України та Державний Гімн України. *Герб України* (рис. 2, а) – золотий тризуб на синьому фоні; *прапор України* (рис. 2, б) – це стяг із двох рівновеликих горизонтальних смуг синього й жовтого кольорів.

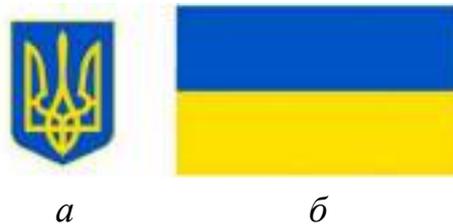


Рис. 2. Герб та прапор України

Український прапор уособлює пшеницю в безкраїх степах під синім небом, символізує споконвічне прагнення нашого народу до миру, праці та благополуччя рідної землі. Тризуб означає триєдність життя (батько, мати, дитина; три стихії: земля, вода, повітря і т. д.).

Використання інноваційних засобів навчання у вигляді сучасної комп'ютерної графіки дозволяє на новому прогресивному рівні знайомити молодь з українською символікою, прищеплювати пошану та любов до неї. З точки зору структурно-параметричного геометричного моделювання елементи української символіки можна відображати не тільки багатьма кольорами, в різному масштабі, в потрібних комбінаціях поміж собою, а також у русі. На рис. 3 показано комплексне застосування народних і державних символів.



Рис. 3. Графічні композиції української символіки

Подана методика сприяє розширенню знань дітей про українську символіку та формуванню громадянських почуттів, які полягають у любові до Батьківщини, повазі до держави, патріотизмі, демократичному світогляді. Використання новітніх комп'ютерних інформаційних технологій стимулює дітей до більш активної розумової діяльності, розвиває їх творчі здібності.

Висновки. Запропонований підхід до застосування комп'ютерної графіки як інноваційного засобу навчання для громадянського виховання дітей старшого дошкільного віку на прикладі української символіки потребує свого широкого практичного впровадження з метою удосконалення та розвитку. Зокрема, це може здійснюватися шляхом інтеграції з відповідним навчанням молоді в середній школі та університетах, взагалі з неперервною освітою, яка охоплює все життя людини. Зазначені питання становлять предмет проведення подальших наукових досліджень.

Бібліографічний список

1. Каплуновська О.М., Кичата І.І., Палець Ю.М. «Україна – моя Батьківщина». Парціальна програма національно-патріотичного виховання дітей дошкільного віку. Тернопіль: Мандрівець, 2016. 72 с.
2. Коцура В.П., Потапенко О.І., Куйбіда В.В. Енциклопедичний словник символів культури України. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В.М., 2015. 912 с.
3. Алексеева В.І. Державні символи України: бібліографічний покажчик. Краматорськ: ДДМА, 2018. 11 с.
4. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2009. Вип. 23. С. 42-48.
5. Вірченко С.Г. Застосування структурно-параметричного підходу для динамічного формоутворення технічних об'єктів // Технічна естетика і дизайн. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 13. С. 47-51.

**ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ ПРОГРАМОВАНОГО
КОНТРОЛЮ З КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» ЗА ТЕМОЮ
«ТОЧКА, ПРЯМА»**

Подима Г.С., ст. викладач;

Горбатенко Д.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут

ім. Ігоря Сікорського» (Україна, м. Київ)

***Анотація** – розглядаються питання підвищення якості рівня підготовки студентів з дисципліни «Інженерна графіка».*

***Ключові слова** – точка, пряма, заміна площин проекцій, особливість типових завдань, тестові завдання.*

Постановка проблеми. Розробка тестових завдань з курсу «Інженерна графіка» - це важливий етап підготування студентів технічних спеціальностей. Проведення програмованого контролю за допомогою тестових завдань – це необхідний процес перевірки якості підготування студентів до практичних занять, також підвищення якості викладання теми лектором. Обов'язковий зв'язок в системі студент – викладач, забезпечує якість опанування дисципліни «Інженерна графіка».

Тестовий контроль скорочує час на перевірку знань студентів з будь якої теми дисципліни «Інженерна графіка». Таким чином, на практичних заняттях залишається більше часу на рішення поточних задач та перевірку графічних робіт.

Аналіз останніх досліджень. Застосування тестових завдань розглядається в усіх підручниках з нарисної геометрії та методичних рекомендаціях з інженерної графіки.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Оновлення, розробка та запропонування нових завдань з програмованого контролю за темою «Точка, пряма».

Основна частина. Процес навчання студентів у Національному технічному університеті України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» включає в себе обов'язкове виконання графічних робіт з дисципліни «Інженерна графіка». Після закінчення вивчення курсу «Інженерна графіка», на старших курсах студентам простіше впоратися з більш складними завданнями вже безпосередньо за своєю спеціальністю.

Розрахунки курсових робіт базуються на якісних знаннях загальноосвітніх дисциплін, у тому числі курсу «Інженерна графіка». Також неможливе засвоєння курсу «Комп'ютерна графіка» без базових знань з інженерної графіки. Проведення тестових опитувань студентів за темами дисципліни «Інженерна графіка» - це необхідний процес. Програмований

контроль дає можливість перевірки теоретичного (лекційного) матеріалу курсу, їх самостійної підготовки до занять, а також удосконалення матеріалу на практичних заняттях, шляхом вирішення поставлених завдань.

Для програмованого контролю було розроблено 30 варіантів тестових завдань. Кожне завдання містить п'ять питань, які оцінюються певною кількістю балів залежно від складності. Сумарно робота розрахована на п'ять балів. Якщо в програмі факультету передбачена інша оцінка з тестових завдань, пропонується ввести ваговий коефіцієнт.

Тестові завдання складаються з п'яти запитань (для зручності оцінювання за п'ятибальною шкалою). Завдання включають в себе обов'язкове знання теоретичного, лекційного матеріалу. Принципова відмінність цих тестових завдань від попередніх полягає в тому, що є обов'язковим побудова ламаної лінії за координатами п'яти точок. Потім розглядаються завдання відносно будь-якої частини ламаної лінії.

Програмований контроль займає 30 хвилин практичного заняття. Це невеликий час для перевірки знань студентами заданої теми. Приклад такого завдання наведено на рис. 1.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
Кафедра «ІНГ, інженерної та комп'ютерної графіки»**

КОНТРОЛЬНА РОБОТА
Хіміко-технологічний факультет
Тема: «Точка, пряма»
Варіант № 1

1. Побудувати ламану лінію за координатами
A (100;10;10), B (75;30;20), C (50;30;0),
D (50;30;25), E (20;30;0)
2. Визначити довжину ламаної лінії.
3. Визначити кут нахилу АВ до Π_1
4. Визначити розташування т.С відносно
площин проєкцій
5. Визначити взаємне розташування відрізків
ламаної лінії BC та DE

Рис. 1. Приклад завдання.

Розглянемо окремо кожне з питань тестових завдань:

1. Побудувати ламану лінію за координатами п'яти точок.
2. Визначити загальну довжину ламаної лінії, для чого необхідно визначити довжину кожної ланки.
3. Визначити кут нахилу будь-якої ланки ламаної лінії до однієї із площин проекцій.
4. Визначити розташування будь-якої точки відносно площин проекцій.
5. Визначити взаємне розташування відрізків ламаної лінії.

Запропонований принцип комплектації білету різними типами завдань дозволить викладачу більш об'єктивно оцінити рівень засвоєння студентами поточного матеріалу і внести в схему проведення практичного заняття необхідні корективи.

Крім того, даний принцип комплектації білету дозволить викладачу, за невеликий час перевірки знань, виявити рівень засвоєння теми та вміння просторового моделювання розв'язку задач, що в свою чергу дає можливість для підбору найбільш обдарованих студентів для участі в олімпіадах з нарисної геометрії та інженерної графіки.

Висновки. Запропонований комплект завдань з програмованого контролю по темі «Точка, пряма» з курсу «Інженерна графіка» повинен забезпечити викладачу можливість контролювання якості засвоєння даного матеріалу студентами, а також скоротити час на проведення перевірки знань студентів з виконання графічних робіт та вирішення практичних задач.

Бібліографічний список

1. *Ванін В.В.* Інженерна графіка. Підручник. / Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. – К.:Видавнична група ВНУ, 2009 – 400с.
2. *Віткуп Н.К.* Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка». / Віткуп Н.К., Ізволенська А.Є., Парахіна Н.А., Чернощоківа Л.Д. // К.:КПІ, 1992 – 60с.
3. Інженерна графіка. Збірник задач і методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів хіміко-технологічного факультету. / Укладачі: *А.Є.Ізволенська, Д.К. Луданов, Г.С. Подима*, К.:НТУУ «КПІ», 2018. – 94с.

ВИКОРИСТАННЯ «НЕМОЖЛИВИХ ФІГУР» ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Коломийчук Н.М., старший викладач,

Васильківська В.В., студентка.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського,

(Україна, м. Київ)

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

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

Постановка проблеми. Протягом багато років психологи використовували геометричні фігури при вивченні людської особистості. З початку століття було розроблено понад 200 фігур і ілюзій для аналізу психологічних аспектів зорового процесу і розумової діяльності пацієнтів. Вони розглядали ці об'єкти і намагалися зрозуміти їх. Деякі з цих фігур навіть включають в себе «неможливі об'єкти». «Неможливі фігури» засновані на парадоксі оптичних ілюзій. Наш мозок завжди намагався представити намальовані на папері двомірні малюнки як тривимірні.

Формування цілей (постановка завдання). Ціль статті показати як, застосовуючи інструментарій системи Компас, за допомогою побудови елементів каркаса (у вигляді просторових кривих), побудувати декілька, так званих «неможливих фігур» просторової геометрії. На рис.1 показана одна з «неможливих фігур», яка при зміні погляду на неї виглядає зовсім інакше.



Рис.1

Основна частина. Фігуру, яку було вибрано для побудови був трібар (рис.2). Трібар –перша фігура з опублікованого у пресі «неможливого

об'єкту». Її автори, батько і син Лайонелл і Роджер Пенроузи, генетик і математик відповідно, визначили цей об'єкт як «тривимірну прямокутну структуру».

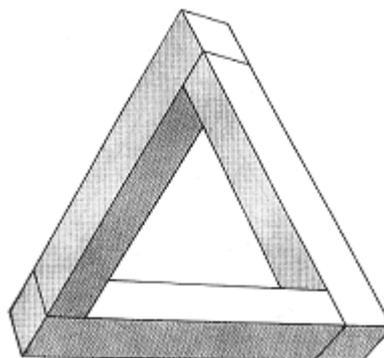


Рис.2

З першого погляду трібар здається простим зображенням рівностороннього трикутника. Однак, розглянувши його краще, ми розуміємо, що в ньому є щось дивне. Сторони, що сходяться вгорі, здаються перпендикулярними.

У той же час ліва і права межі внизу теж здаються перпендикулярними. Ви дивитесь на кожен кут трикутника під різним кутом зору.

Якщо розглядати окремі частини цього трикутника, як би він не називався, то їх ще можна вважати реальними, але в загалі ця фігура не може існувати в дійсності.

Для студентів на занятті було розглянуто алгоритм побудови простого трібара.

Найскладніше було створити просторову ламану лінію. Роботу треба виконувати в розділі «каркас и поверхности».

Опрацьовуємо команду «ломанная». Спочатку розраховуємо вектори вдовж осі X , Y і Z .

Перший відрізок будемо розміром 40 мм. починаючи з початку координат вдовж осі Y , напрямком позитивний.

Другий відрізок розміром 45 мм. теж будемо з початку координат вдовж осі Z напрямком негативний і третій відрізок вдовж осі X , довжиною 50 мм. напрямком негативний (рис.3).

Далі треба зробити цій каркас тривимірним. Для цього використовуємо додаткову площину перпендикулярну до вектору вдовж осі X .

В цій площині будемо прямокутник розміром 10x10 мм. і командою «Элемент выдавливания по траектории» будемо фігуру рис.4.

На рис.5 показана площина, яку треба вибрати для побудови зрізу під кутом 45 градусів.

Як тільки зрізається кінець фігури під кутом, виникає ілюзія замкнутості (рис.6).

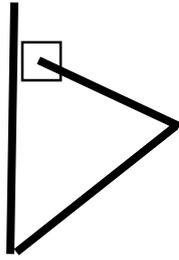


Рис. 3

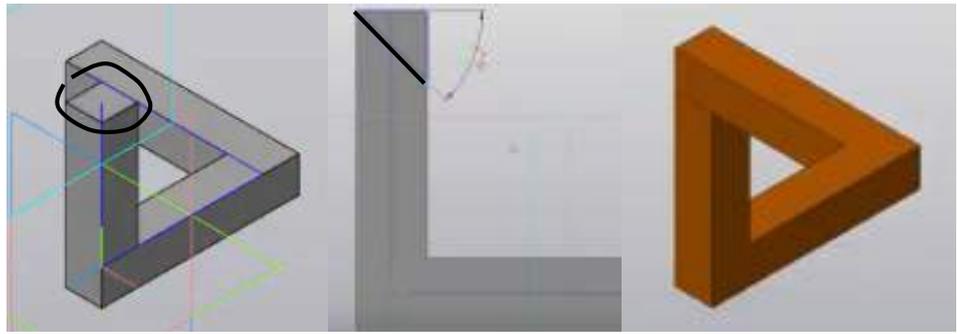


Рис.4

Рис.5

Рис.6

На рис.7 показано, як виглядає трібар з різної точки зору

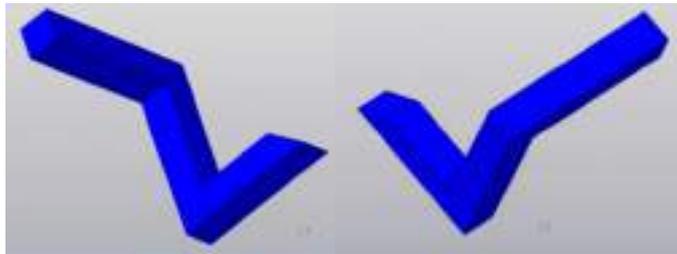


Рис.7

Далі студентам пропонується самостійно розробити каркас наступних "неможливих" фігур": потрійний деформований трібар, крилатий трібар, усічений трібар, усічений деформований трібар, перехрестний ромб.

Потрійний деформований трібар – це проста, але більш глибока розробка трикутника Пенроуза (рис.8). На прикладі першого трібара можна було побачити лише одну неможливу сполуку, а в цій фігурі – декілька. Ви на кожному кроці починаєте по-новому дивитися на неї – так виходить з будь-яким «неможливим об'єктом». Предмет здається досить переконливим, але якщо ви спробуєте побудувати щось подібне в реальності, то у вас нічого не вийде. Ось у чому суть всіх «неможливих об'єктів»

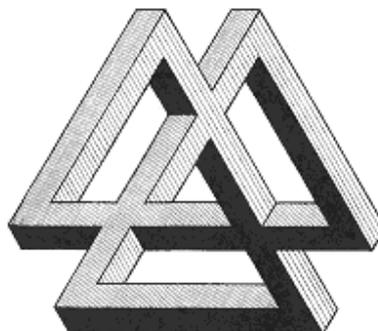


Рис.8

Ще одна розробка концепції трібара – це крилатий трібар (рис.9). Вона показує, як легко можна створити унікальні і цікаві варіації на одну й ту ж тему. З трібара можна отримати безліч цікавих фігур.



Рис.9

Усічений трібар – це трібар, один кут якого відрізали, «відсікли» (рис.10). В результаті у фігури вийшло чотири сторони. Якби цей об'єкт був віконною рамою, то уявіть собі, як складно було б вставити в нього скло. Так само, як і в випадку з неможливим трібаром, спочатку око сприймає цю фігуру як стереометричних об'єкт, але потім – як щось схоже на віконну раму. Ця фігура не може існувати в реальності, але знову ж таки – на неї не можна не звернути увагу ефект «усіченого трібара» досягається як за допомогою зміщеної перспективи, так і завдяки неправильному з'єднанню.

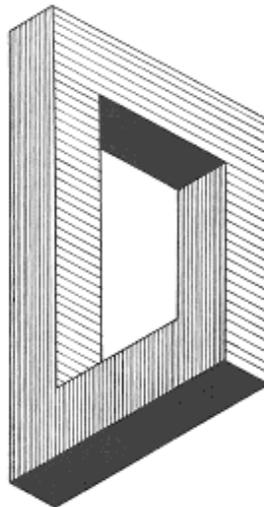


Рис.10

Перехрестний ромб (рис.11). Творців цієї загадкової фігури надихнув вигляд перехресних ферм, що підтримують сходовий майданчик в двоповерховому будинку. Знову ж принцип трібара тут очевидний. Ця фігура являє собою не що інше, як два трібара, з'єднаних разом у формі ромба. Можна розширити цю конструкцію, приєднуючи додаткові трібари. Тут немає ніяких обмежень. Теоретично можна з'єднати багато таких трібаров за зразком клаптикової ковдри або іншого дизайну.

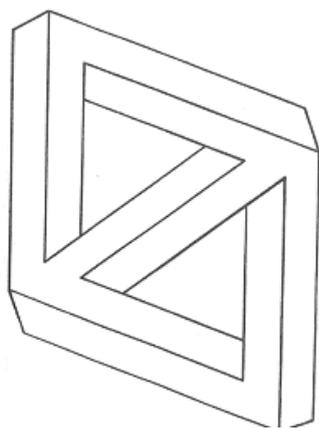


Рис.11

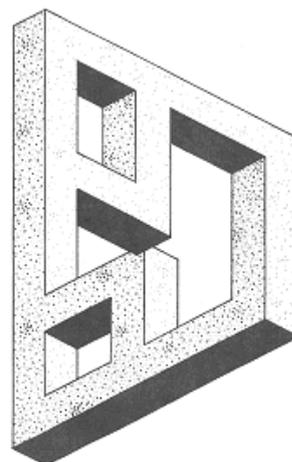


Рис.12

Усічений деформований трібар (рис.12). «Усічений деформований трібар» є, по суті, урізаним трібаром з невеликою внутрішньої варіацією. Він виглядає як сюрреалістичний проект нового виду меблів. Цей виразний твір міні-мистецтва може знову ж дати поштовх для розвитку маси нових ідей по створенню всього, що завгодно.

Візуальні види мистецтва задовольняють величезну кількість людських потреб. «Неможливі фігури», схожі на цю, являють собою захоплююче поєднання цікавості і розваги.

Висновки. Всі ці «неможливі фігури» були дані студентам першого курсу групи БІ81 як додаткові самостійні роботи для домашнього виконання. Час, який студенти використали для побудови цих фігур, був доволі великий. Більшість часу студентам знадобилось для того, щоб зрозуміти «як це виглядає» в просторі і для побудови ламаної лінії.

Всі ці задачі відносяться до розряду головоломок і не кожен студент в змозі зробити їх. Але такі завдання обов'язково повинні бути присутніми на занятті, бо вони сприяють розвитку розумової діяльності.

Вся побудова цих фігур впирається в геометрію, тому навіть вільне володіння інструментарієм графічних редакторів не дає можливості виконати завдання без знання просторової і нарисної геометрії

Бібліографічний список

1. Laignell Penrose. Awesome figures, a special kind of optical illusions / Layonell Penrouse, Roger Penrose // British Journal of Psychology, 1958.
2. <http://www.mathacademy.com/pr/minitext/escher/>

НЕТРАДИЦІЙНІ МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Коломийчук Н.М., старший викладач,

Лисиця М.Л., 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 самостійна робота з комп'ютерної графіки.

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

Постановка проблеми. Математики довели, що для регулярного розбиття площини підходять три правильних багатокутника: трикутник, квадрат, шестикутник. Використовуючи ці базові елементи і застосовуючи до них трансформації (симетрію, відображення, зміщення і таке інше) можна створювати мозаїки. В геометрії під мозаїкою розуміють заповнення площини декількома фігурами без перекриття і щілин. Звичайний аркуш в клітинку представляє собою найпростішу геометричну мозаїку. Елементом цієї мозаїки є квадрат. Елементами мозаїки можуть бути також рівносторонній трикутник, правильний шестикутник, довільний паралелограм, довільний чотирикутник.

Можна вигадати сотні, тисячі різних мозаїк (рис.1).

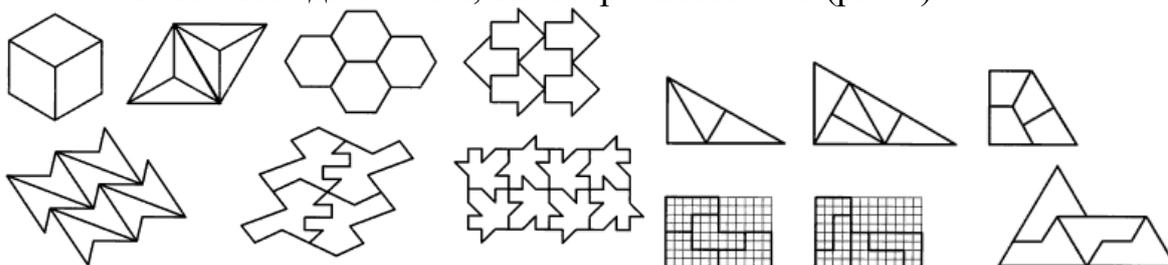


Рис.1

Рис.2

Можна створити мозаїку, декілька елементів якої утворюють фігуру, подібну до елемента мозаїки (рис.2).

Формування цілей (постановка завдання). Мозаїка є чудовим матеріалом для цікавого і змістовного вивчення геометрії та деяких закономірностей розташування фігур на площині. Візуальне уявлення і необхідність рішення на вигляд простої задачі займає як дітей, так і дорослих. Складання своїх малюнків мозаїки може стати як професійною

задачею дизайнера, так і цікавим самостійним заняттям з комп'ютерної графіки для студента.

Основна частина. Одним з перших, хто занурився в вивчення властивостей симетрії і використання її в мистецтві, був голландський художник-графік Мауриц Корнеліс Ешер. Ешер відомий концептуальними літографіями, гравюрами на дереві і металі, в яких він майстерно ілюстрував поняття симетрії, нескінченності і особливості психологічного сприйняття складних тривимірних об'єктів. Ідеї для своїх картин Ешер брав з точних наук, з математики і геометрії. З 1936 року він зацікавився мозаїкою і регулярно використовував її для заповнення площини картини.

Всього є 17 видів симетрії сітчастих орнаментів. Вони схематично показані на рис.3 і рис.4. Перші сім з них (рис.3, а-ж) допускають створення цікавих мозаїк без прямолінійних контурів.

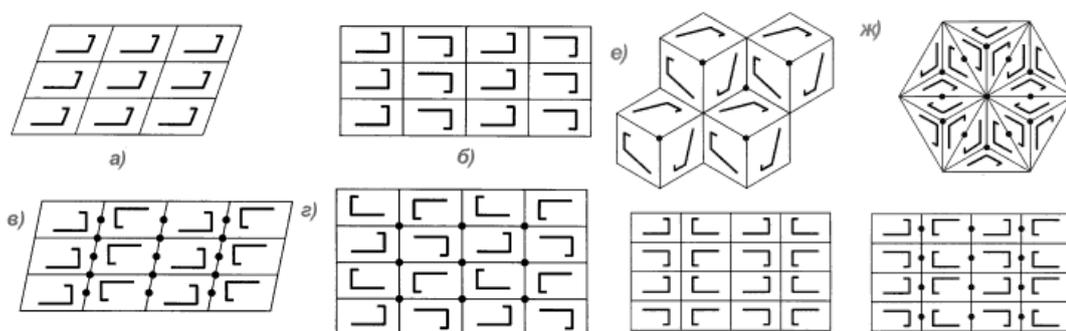


Рис.3

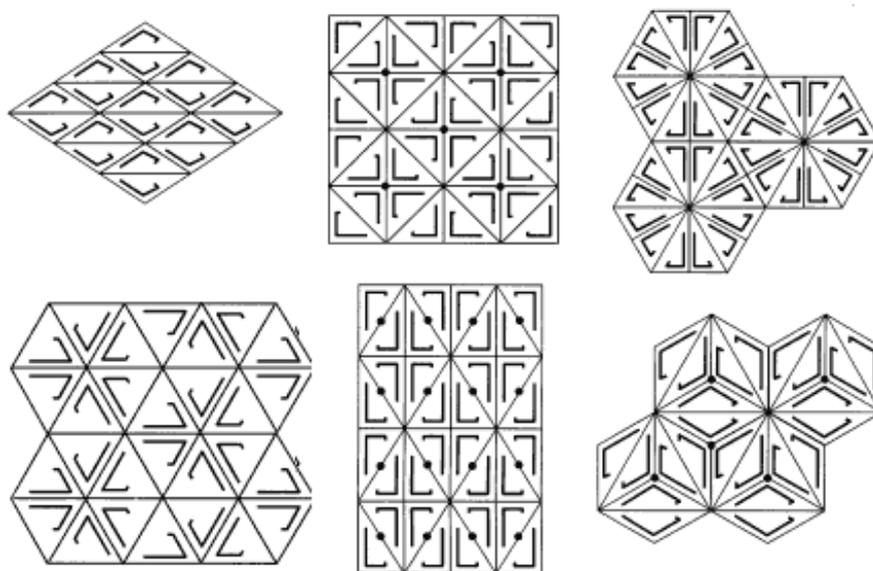


Рис.4

На рис.5 представлено декілька фігур, з яких можна побудувати мозаїку за допомогою геометричної операції паралельного переносу. Це означає, що фігура зміщується на деяку відстань і якби вкладається в попередню, не змінюючи свого положення. Якщо взяти 1 клітинку в якості міри відстані, то, розрахувавши на яку кількість клітинок необхідно

змістити фігуру вгору і вправо, отримаємо два числа, які вираховують вектор переміщення.

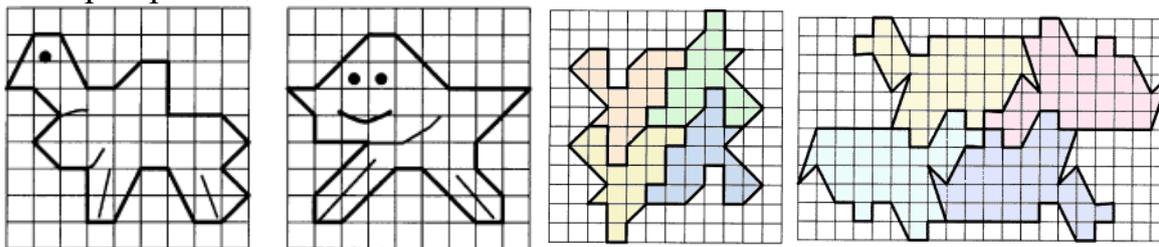


Рис. 5

Рис. 6

На рис.6 показано заповнення площини різними фігурами, які повністю покривають площину мозаїки. Ця мозаїка відрізняється від попередніх тім, що для заповнення площини фігуру потрібно не тільки змістити, але і обернути відносно якоїсь точки – центру симетрії.

Загальний принцип побудови мозаїк із складних фігур (рисуноків тварин, рослин, об'єктів з криволінійними формами) з використанням різних видів симетрії, можна описати як поступовий перехід від простих фігур «по клітинкам» до більш складних. Розпочинаємо з простих квадратів і чотирикутників, поступово ускладнюємо фігури і отримуємо спочатку примітивне схематичне зображення, а потім, додаючи деталі і закруглення форм, отримуємо зображення з округленням контуру.

На Рис.7 представлені елементи мозаїки у вигляді фігурок тварин і птахів.

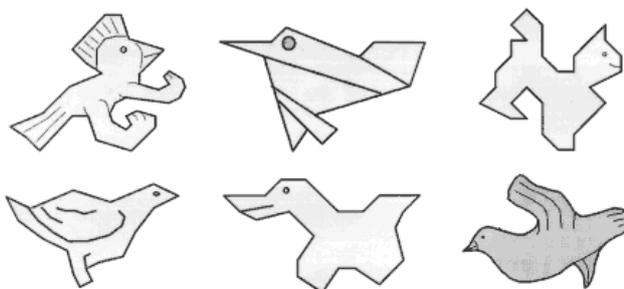


Рис.7

Мозаїки, подібні наведеним, універсальні в застосуванні. Розробка мозаїчних елементів може відштовхуватися не лише від форм живих істот, а й від різних об'єктів символіки, техногенних та урбаністичних форм, піктограм та іншого.

Одним з факторів популярності мозаїк Ешера є їх здатність змушувати глядача занурюватися у вивчення подробиць малюнка - від дрібних деталей до великих, від сприйняття в цілому до зосередження на одному елементі.

Декорування простору мозаїкою власної розробки - це додаткові можливості формування просторового уявлення студентів шляхом використання конкретних образів, що формують позитивне враження.



Наприклад, використовуючи один з елементів мозаїки, а саме п'ятикутну морську зірку, яка по краях торкається мушлів, ми можемо створити правильний п'ятикутник, який послужить гранню додекаедру.



Висновки. Досвід показує, що для вивчення будь якої системи автоматизованого проектування є доцільним використання на комп'ютерному практикуму не тільки традиційних завдань, а й оригінальних або цікавих, що сприяє більш ефективному засвоюванню команд і дій з ними. Використовуючи елементи мозаїки можна будувати площини у вигляді шпалер, вивчаючи елементи нарисної геометрії, елементи дизайну і просто займатись дуже цікавою творчістю, яка також сприяє розвитку просторової уяви студента.

Учбовий 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. Створення своєї мозаїки для студента є досягненням більш високого ступеню абстракції і образного мислення.

Використання геометричних елементів для створення мозаїки і поєднання їх в більш складну групу елементів, застосовуючи до них трансформації (симетрію, відображення, зміщення і таке інше), потребує від студентів знань з математики, елементарної геометрії, нарисної геометрії, комп'ютерної графіки.

Бібліографічний список

1. А. Цукаръ. Геометрические преобразования. arbuz.uz

ПІДСУМКИ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ

Білицька Н.В., к.т.н.,

Гетьман О.Г., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Анотація - при вивченні курсу інженерної графіки необхідно стимулювати студентів. Проведення олімпіад з інженерної графіки визиває неабиякий інтерес та заохочує студентів до вивчення цієї дисципліни, яка розвиває логічне мислення та сприяє фундаментальній підготовці спеціалістів.

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

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток комп'ютерних технологій призводить до постійного зниження інтересу студентів до фундаментальних дисциплін, однією з яких є інженерна графіка.

Аналіз останніх результатів. При вивченні курсів нарисної геометрії та інженерної графіки у студентів виникають серйозні труднощі. Це пов'язано, окрім іншого, із нездатністю будувати логічні ланцюжки алгоритмів та мислити геометричними образами, що є наслідком скорочення навчальних годин та недостатнього рівня викладання геометрії та креслення у середній школі. Але вміння виконувати та читати кресленики важливо для формування сучасного інженера.

Постановка завдання. Для успішного оволодіння спеціальними знаннями студентам необхідно засвоєння дисциплін циклу загальної, природничо-наукової підготовки. Тому викладачам потрібно знайти засоби зацікавлення студентів дисциплінами, що викладаються згідно з навчальними планами підготовки спеціалістів. Для цього необхідно стимулювати студентів при вивченні курсів інженерної графіки, нарисної геометрії та креслення.

Основна частина. В «КПІ імені Ігоря Сікорського» щорічно проводяться студентські олімпіади [1-3], які стимулюють зацікавленість студентів у вивченні графічних дисциплін.

В навчальних планах години, що відведені на вивчення дисципліни «Інженерна графіка», значно зменшені порівняно з попередніми роками. Тому переважна частина студентів вивчають основні положення курсів скорочено. Так, мінімальний курс інженерної графіки складається з 36 годин аудиторних занять. У зв'язку з цим на олімпіаду з інженерної графіки виносяться задачі, які студенти розв'язують навіть у найкоротшому курсі. Це задачі з базових тем: метод перетворення проєкцій за допомогою заміни площини проєкцій та перерізи поверхонь площинами.

Олімпіадні завдання відрізняються за рівнем складності в залежності від кількості навчальних годин у програмах підготовки студентів. Виділяють два рівня складності у задачах на переріз поверхонь площинами.

На олімпіаді 2018 року була запропонована задача на застосування метода заміни площин проєкцій, яка є спільною для обох рівнів. (рис.1):

Побудувати правильну трикутну піраміду $SABC$, основа якої нахилена під кутом 30° до Π_1 , якщо її висота SO розташована на $l(l_1)$.

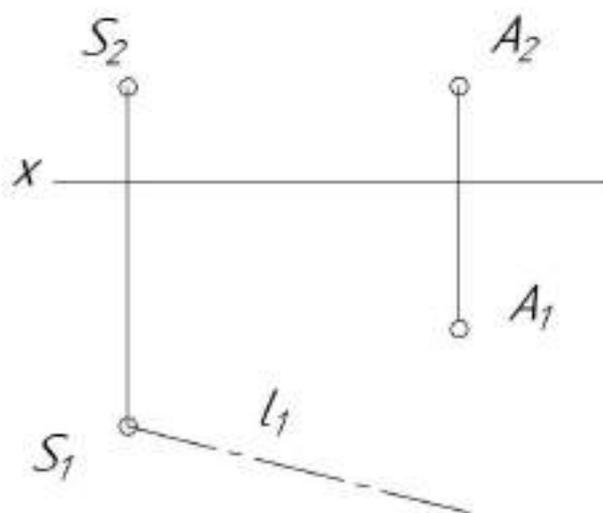


Рис.1. Перше завдання для обох рівнів складності.

Умова задачі надана у текстовому вигляді та на комплексному кресленнику, що дозволяє студенту раціональне розмістити умову, щоб розв'язок завдання зручно розташувати на аркуші паперу.

Задача досить проста та не вимагає наявності неабияких здібностей, але для її розв'язку необхідно вільно оперувати знаннями, що отримані при вивченні методу заміни площин проекцій.

Другою, більш складною та вагомою, є задача на 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 отвором. Геометричне тіло обмежено конічною поверхнею та зрізаною правильною шестикутною пірамідою. Піраміда повернута таким чином, що дві вершини основи розташовані на осі x . Отвір утворений шістьма площинами окремого положення (фронтально-проекціуючі та профільна).

Для розв'язку цього завдання необхідно побудувати перерізи обох поверхонь заданими площинами. Піраміду перетинають чотири площини, а конус три.

Студенти повинні вміти користуватися перевагами окремого розташування геометричних об'єктів і побудувати лінію перерізу геометричних образів площинами.

*Побудувати при проекції геометричного тіла
Невидимі частини лінії перетину накреслити
штриховими лініями*

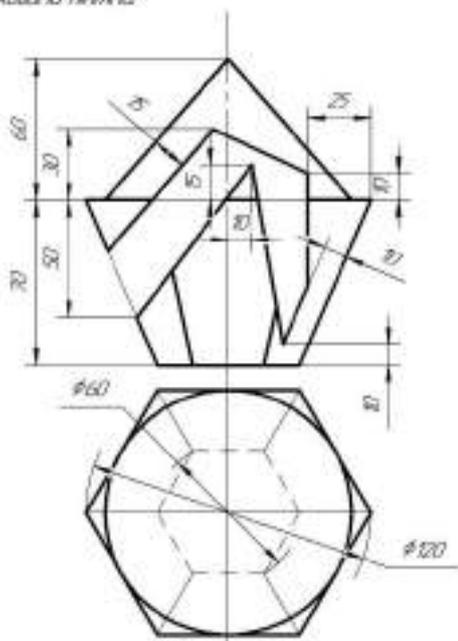


Рис.2. Одинарне проникання для першого рівня складності.

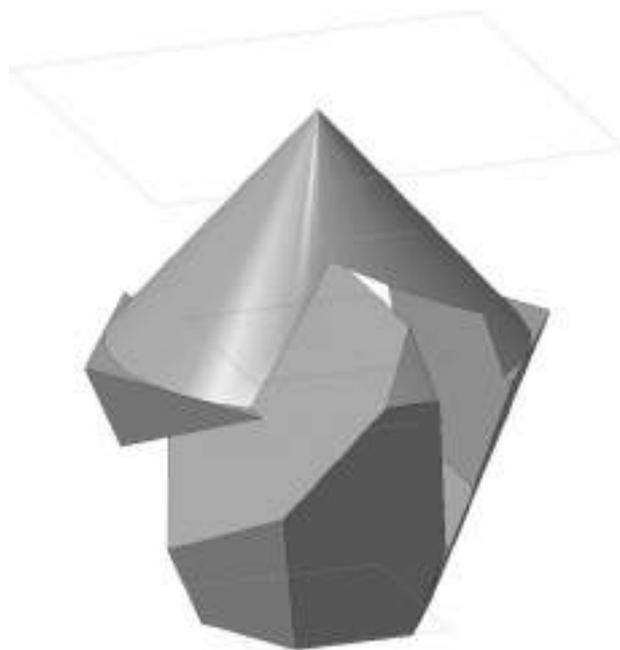


Рис.3. Просторова модель геометричного тіла.

На рисунку 4 наведено розв'язок задачі на комплексному кресленнику.

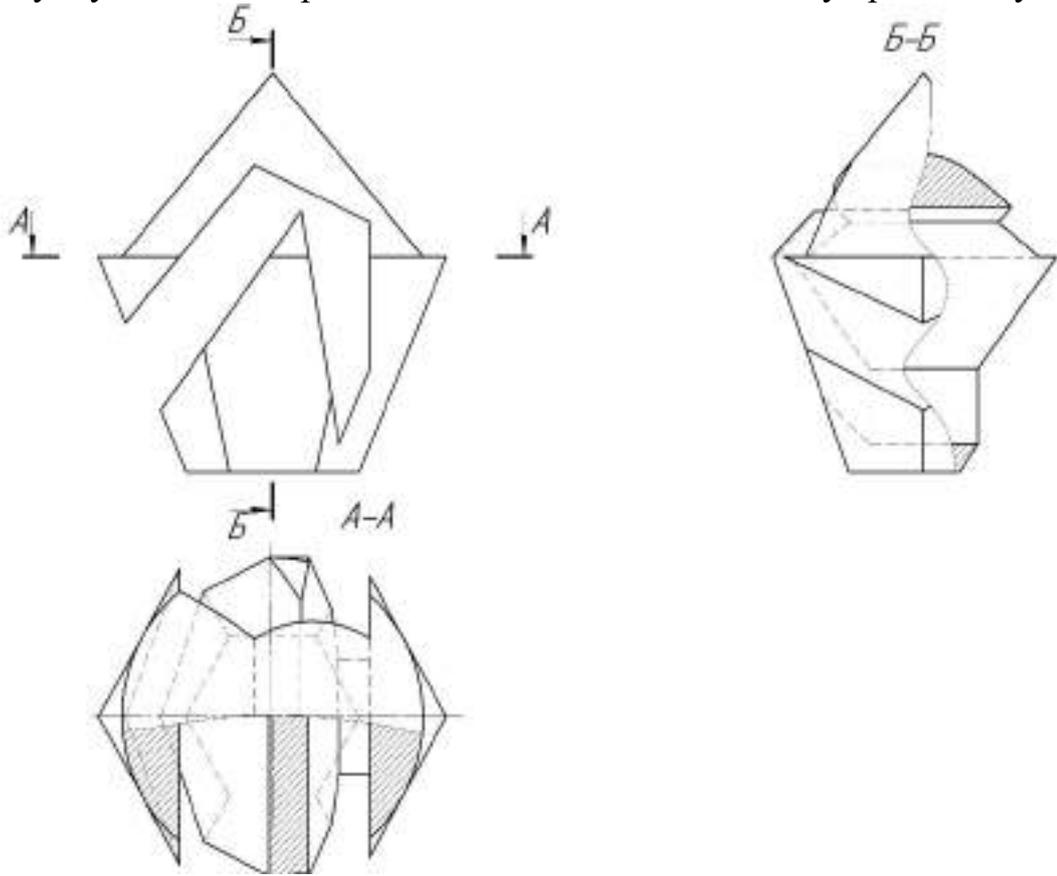


Рис.4. Розв'язок задачі на комплексному кресленнику.

*Побудувати при проєкції геометричного тіла.
Невидимі частини ліній перетину накреслити
штриховими лініями.*

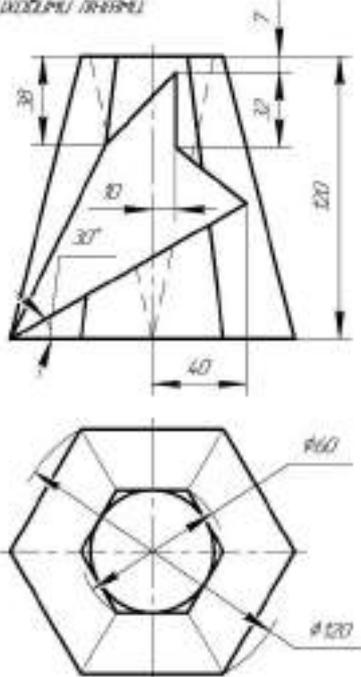


Рис.5. Подвійне проникання для другого рівня складності.

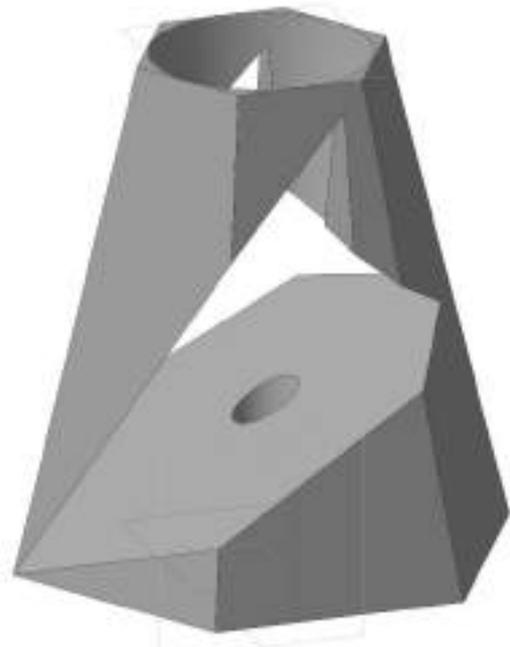


Рис.6. Просторова модель геометричного тіла.

Для подвійного проникання надається геометричне тіло з вирізом. Тіло обмежене із зовнішньої сторони зрізаною правильною шестикутною пірамідою, а отвір – це конічна поверхня. Виріз утворений п'ятьма площинами, чотири із яких – фронтально-проекціуючого положення, а одна – профільна.

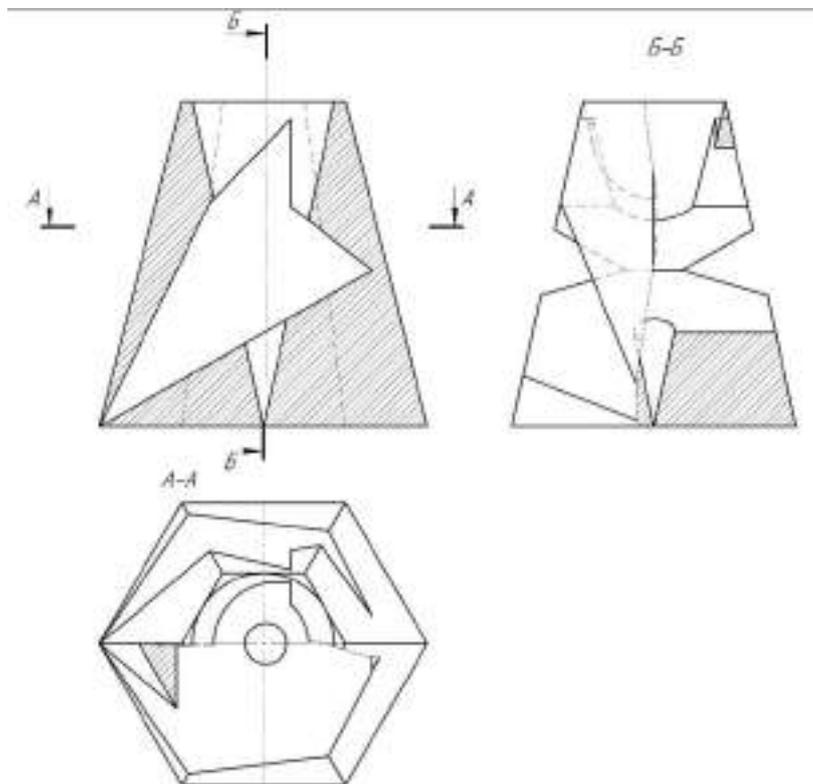


Рис.7. Розв'язок задачі на комплексному кресленнику.

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 організовані наукові гуртки для заохочення студентів до творчої праці та підготовки до участі в олімпіаді. Вони збирають досить широкую аудиторію. Студенти вивчають деякі питання курсу, що не входять у загальну програму дисципліни, та удосконалюють свої вміння створювати алгоритми рішення просторових геометричних задач та навички до їх втілення на комплексному кресленнику.

Олімпіада з інженерної графіки 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%

Студенти-переможці нагороджуються дипломами та грамотами, а 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., О.Г.Гетьман, Г.С. Мартиненко Шляхи підвищення рівня підготовки студентів з графічних дисциплін - /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.

2. Білицька Н.В., О.Г.Гетьман, Г.С. Мартиненко Один з шляхів досягнення фундаментальної підготовки студентів - /Матеріали 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., Гетьман О.Г. Фундаментальна підготовка студентів запорука успішного становлення спеціаліста - // Матеріали 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. . 26-27 квітня 2018 Вип.7.-К., КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С.145-149.

ПОБУДОВА ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ СКЛАДНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СПОСОБУ ЗАМІНИ ПЛОЩИН ПРОЕКЦІЙ

Дубина О.В., студент,
Гетьман О.Г., к.т.н., доцент,
Мартиненко Г.С., асистент.

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

***Анотація** – розглядається можливість визначення лінії перетину двох поверхонь за допомогою способу заміни площин проекцій.*

***Ключові слова** – перетин поверхонь, посередники, лінія перетину, спосіб заміни площин проекцій, алгоритм побудови.*

Постановка проблеми. Застосування тих чи інших способів визначення лінії перетину двох поверхонь залежить від виду цих поверхонь та їх розташування у просторі. Існує низка посередників, якими зручно користуватися при визначенні спільних точок цих поверхонь, що належать лінії перетину [1,2], але і ці способи не є універсальними. У таких випадках слід шукати інші підходи. Інколи застосування методів перетворення комплексного кресленика значно полегшають побудову.

Аналіз останніх досліджень. При розв'язанні задач на перетин поверхонь необхідно по-перше визначити форму лінії їх перетину, а потім ретельно проаналізувати можливість застосування того чи іншого метода, щоб існувала можливість одержання характерних та проміжних точок лінії перетину за допомогою найпростіших побудов.

Постановка завдання. Вивчення додаткових розділів курсу 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 визначення лінії перетину поверхонь також спрямує цій мети [3-5].

Основна частина. При розв'язанні задач на перетин поверхонь виникає питання оптимального вибору посередника, за допомогою якого реалізується побудова.

Але існують випадки, коли перетворення комплексного кресленика значно спрощує побудову лінії перетину. Розглянемо деякі з них на наступних прикладах.

Визначимо лінію перетину похилої трикутної піраміди зі сферою (рис.1).

Лінії перетину граней піраміди SAB , SBD та SAD зі сферою знаходимо за допомогою способу заміни площин проекцій. Перетворимо ці грані на проєкціюючі. Оскільки основа піраміди розташована в горизонтальній площині, то замінимо фронтальну площину проєкцій Π_2 на нові площини проєкцій Π_4 , Π_5 та Π_6 таким чином, щоб вони були розташовані перпендикулярно горизонтальній площині проєкцій Π_1 та сторонам основи піраміди AD , BD та AB відповідно.

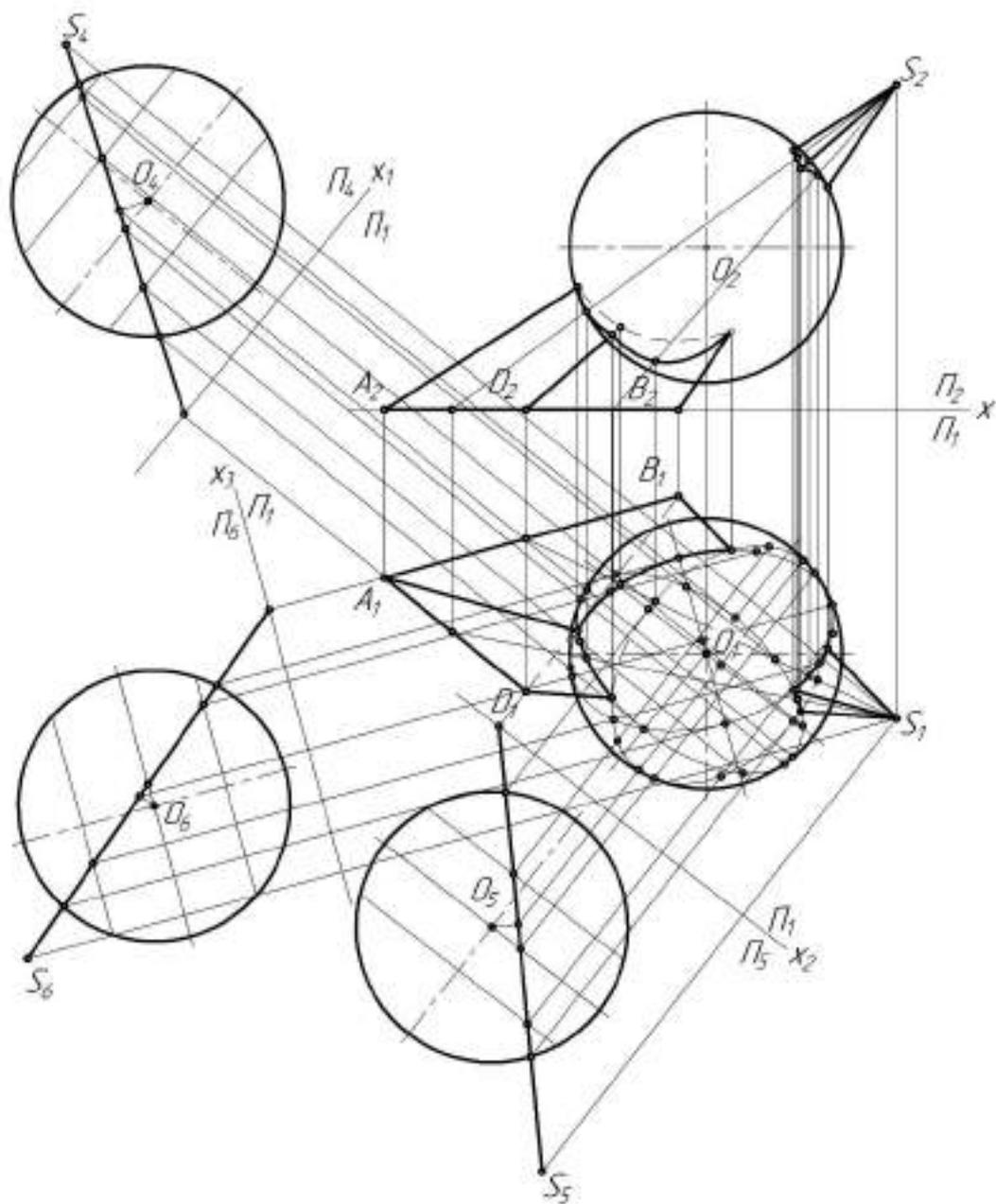


Рис. 1. Побудова лінії перетину піраміди зі сферою.

Тоді сторони AD , BD та AB на нових вертикальних площинах проєкцій Π_4 , Π_5 , Π_6 будуть проєкціюватися у точки, а грані SAB , SBD та SAD займуть проєкціуюче положення.

Площини SAB , SBD та SAD перетнуть сферу за колами, які на горизонтальній площині проєкцій Π_1 будуть проєкціюватися у вигляді еліпсів (рис.1). Послідовно побудуємо на Π_1 три повних еліпса, застосовуючи системи площин проєкцій Π_1/Π_4 , Π_1/Π_5 , Π_1/Π_6 , після чого виділяємо дійсну частину кожного з еліпсів на відповідній грані похилої піраміди.

Фронтальні проєкції лінії перетину знаходимо, виходячи із умови належності цих точок поверхні піраміди або застосовуючи алгоритм зворотнього руху при заміні площин проєкцій.

Розглянемо побудову лінії перетину похилої призми та сфери (рис.2). Застосуємо метод заміни площин проєкцій для отримання такого їх положення, коли бічна поверхня призми буде перпендикулярна площині проєкцій. Тоді задача буде зведена до визначення лінії перетину сфери площинами. Таким чином, для розв'язання цієї задачі методом заміни площин проєкцій необхідно зробити два перетворення.

Пропонуємо наступний алгоритм побудови.

Спочатку замінимо фронтальну площину проєкцій Π_2 на нову площину проєкцій Π_4 , що залишається перпендикулярною до горизонтальної площини проєкцій Π_1 та розташована паралельно боковим ребрам призми AA' , BB' та DD' . В результаті цього перетворення ребра призми проєкціюються на нову площину проєкцій Π_4 в натуральну величину.

Виконавши заміну горизонтальної площини проєкцій Π_1 на нову площину проєкцій Π_5 , що розташована перпендикулярно до площини проєкцій Π_4 та до ребер призми AA' , BB' , DD' , отримаємо ребра призми у вигляді проєкціуючих прямих (на новій площині проєкцій Π_5 - $A_5=A_5'$, $B_5=B_5'$, $D_5=D_5'$), а грані призми – у вигляді проєкціуючих площин, які після перетворення на новій площині проєкцій Π_5 представлені трикутником $\triangle ABD = \triangle A'B'D'$.

На рис.2 бачимо, що зі сферою перетинаються лише дві грані призми $AA'BB'$ та $AA'DD'$. Подовжимо їх до повного перетину зі сферою та знайдемо проєкції відповідних осей еліпсів – проєкцій кіл перетину на площинах проєкцій Π_5 та Π_4 . Після чого виділимо проєкції їх дійсних частин на цих площинах проєкцій.

На площинах проєкцій Π_2 та Π_1 знайдені характерні точки лінії перетину, які визначаємо із умови їх належності поверхні сфери. Дві дуги, за якими сфера перетинається гранями $AA'BB'$ та $AA'DD'$ призми, проєкціюються на вихідні площини проєкцій Π_2 та Π_1 частинами еліпсів.

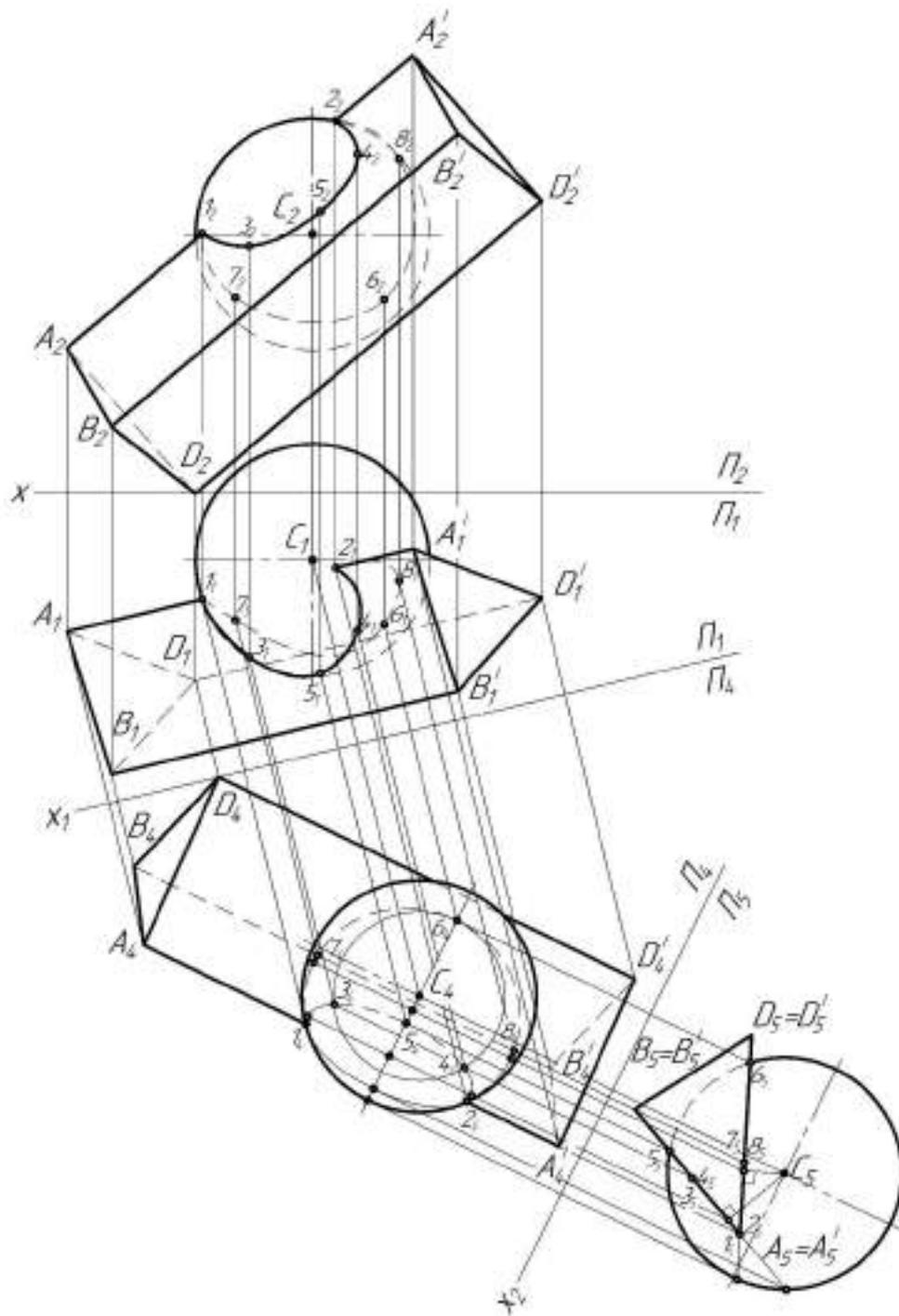


Рис.2. Побудова лінії перетину призми зі сферою.

Висновки. Для розв'язання розглянутих задач був обраний та застосований оптимальний варіант визначення лінії перетину двох поверхонь. Використання способу заміни площин проєкцій демонструє студентам один з прикладів методики розкладання складних задач на низку більш простих, рішення яких відомо. Це формує апарат просторово-логічного мислення розширює уявлення студентів про діапазон застосування методів перетворення комплексного кресленика та спонукає до пошуку неординарних рішень.

Бібліографічний список

1. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия. – М: Высшая школа, 1973. – 286с.
2. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К: Видавнича група ВНУ, 2009. – 399с
3. Ятченко М.О., Гетьман О.Г., Білицька Н.В. Визначення лінії перетину поверхонь за допомогою циліндричних та конічних посередників. – /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: ДІЯ, 2017. с.300-303.
4. Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Яцюк О.А. Застосування площин загального положення як посередників при розв'язанні задач на перетин поверхонь. – /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: ДІЯ, 2015 р. с.37-41.
5. Гритчина К.С., Білицька Н.В., Гетьман О.Г. Про вибір раціонального метода побудови лінії перетину двох поверхонь другого порядку. – / 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: ДІЯ, 2016 р. с.65-67.

ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ КОСОКУТНОГО ПРОЕКЦІЮВАННЯ ПРИ ПОБУДОВІ ЛІНІЇ ПЕРЕТИНУ ГРАНИХ ПОВЕРХОНЬ

Дзерун М.С., 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 методика визначення лінії перетину двох граней поверхонь за допомогою способу косокутного проєкціювання.

Ключові слова – перетин поверхонь, перетворення комплексного кресленика, посередники, лінія перетину, спосіб косокутного проєкціювання, алгоритм побудови.

Постановка проблеми. Побудова точок лінії перетину двох поверхонь відбувається за допомогою посередників. Застосування тих чи інших способів для визначення лінії перетину двох поверхонь залежить від виду цих поверхонь. Алгоритми використання посередників, якими користуються для таких побудов, розглядаються в основних курсах нарисної геометрії та інженерної графіки [1,2], але і ці способи не є універсальними. У деяких випадках слід шукати інші підходи. Інколи окремі способи перетворення комплексного кресленика значно полегшують побудову точок лінії перетину поверхонь. Розглянемо один з них – спосіб косокутного проєкціювання.

Аналіз останніх досліджень. При розв'язанні задач на перетин поверхонь необхідно ретельно аналізувати можливість застосування того чи іншого метода, який повинен дозволяти визначити характерні точки лінії перетину та порядок з'єднання точок. Знаходження точок лінії перетину повинно здійснюватися за допомогою найпростіших побудов.

Постановка завдання. Вивчення додаткових розділів курсу студентами, що мають бажання поглиблено вивчати інженерну графіку, надає їм можливість бути більш підготовленими до професійної, конструкторської діяльності. Тому розгляд нестандартних підходів до розв'язку просторових позиційних геометричних задач, зокрема визначення лінії перетину поверхонь розвиває їх творчий потенціал і також підпорядковується цій меті [3-5].

Основна частина. При розв'язанні задач на перетин поверхонь перше визначається форма лінії перетину, що зазвичай не стикається з

труднощами, а потім виникає більш складне питання оптимального вибору посередника, за допомогою якого реалізується побудова.

Інколи виникає ситуація, коли застосування відомих посередників є недоцільним, тому що алгоритм побудови точок лінії перетину за їх допомогою досить складний. Тоді виникає необхідність шукати інші підходи. Так, існують випадки, коли деякі перетворення комплексного кресленика значно спрощують знаходження точок лінії перетину.

Розглянемо задачу побудови лінії перетину двох похилих призм, що перетинаються за просторової ламаною лінією, способом косокутного проєкціювання (рис.1). Для цього виконаємо проєкціювання призми *I* на площину проєкцій *Π₁* за напрямом *s*, що є паралельним боковим ребрам *DK*, *EL*, та *FM* другої призми *II*.

Косокутна проєкція цієї призми на площину проєкцій *Π₁* співпадає з ортогональною проєкцією *K₁L₁M₁* на ту ж саму площину *Π₁* її нижньої основи *KLM*. Косокутна проєкція першої призми *I* на площину *Π₁* показана на кресленіку штрих-пунктирною лінією. Побудова косокутних проєкцій її вершин виконується аналогічно побудові горизонтального сліду прямої загального положення (як показано для вершини *A*).

Перетин косокутних проєкцій бокових ребер першої призми *I* зі сторонами трикутника *K₁L₁M₁* (косокутної проєкції другої призми *II*) визначає точки *1'₁*, *2'₁*, *3'₁*, *4'₁*, *5'₁*, *6'₁*, *7'₁* та *8'₁*, які є косокутними проєкціями точок *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, та *8*, що належать лініям перетину поверхонь обох призм.

При зворотньому проєкціюванні знаходимо горизонтальні проєкції *1₁*, *2₁*, *3₁*, *4₁*, *5₁* та *6₁* точок, що отримані на перетині горизонтальних проєкцій косокутних променів з ортогональними проєкціями на площину *Π₁* відповідних ребер першої призми *I*. Для побудови горизонтальних проєкцій точок *7₁* та *8₁* були використані дві допоміжні прямі *S7* та *P8*, що проведені спочатку на косокутній проєкції призми через подвійну точку *7'₁ = 8'₁*, а потім на площині *Π₁* (побудова відмічена стрілками). Фронтальні проєкції *1₂*, *2₂*, *3₂*, *4₂*, *5₂*, *6₂*, *7₂* та *8₂* усіх восьми знайдених точок будуються виходячи із умови належності точок *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, та *8* відповідним боковим ребрам (шляхом проведення через точки *1₁*, *2₁*, *3₁*, *4₁*, *5₁*, *6₁*, *7₁* та *8₁* ліній зв'язку до перетину із фронтальними проєкціями відповідних бокових ребер призм *I* та *II*).

Табл. 1. Визначення видимості лінії перетину.

Видимість	<i>I</i> ламана										
	на <i>Π₂</i>		-		+		+				
	1	-	2	-	3	-	1				
на <i>Π₁</i>		+		-		+					
Видимість	<i>II</i> ламана										
	на <i>Π₂</i>		-		-		+		+		-
		4	-	5	-	7	-	6	-	8	-
на <i>Π₁</i>		+		-		-		-		+	

Видимість окремих ділянок ліній перетину призм *I* та *II* можна умовно позначити позначками «+» (плюс) та «-» (мінус), як це зроблено нижче в табл. 1. Позначкою плюс позначені видимі ділянки, а знаком мінус – невидимі.

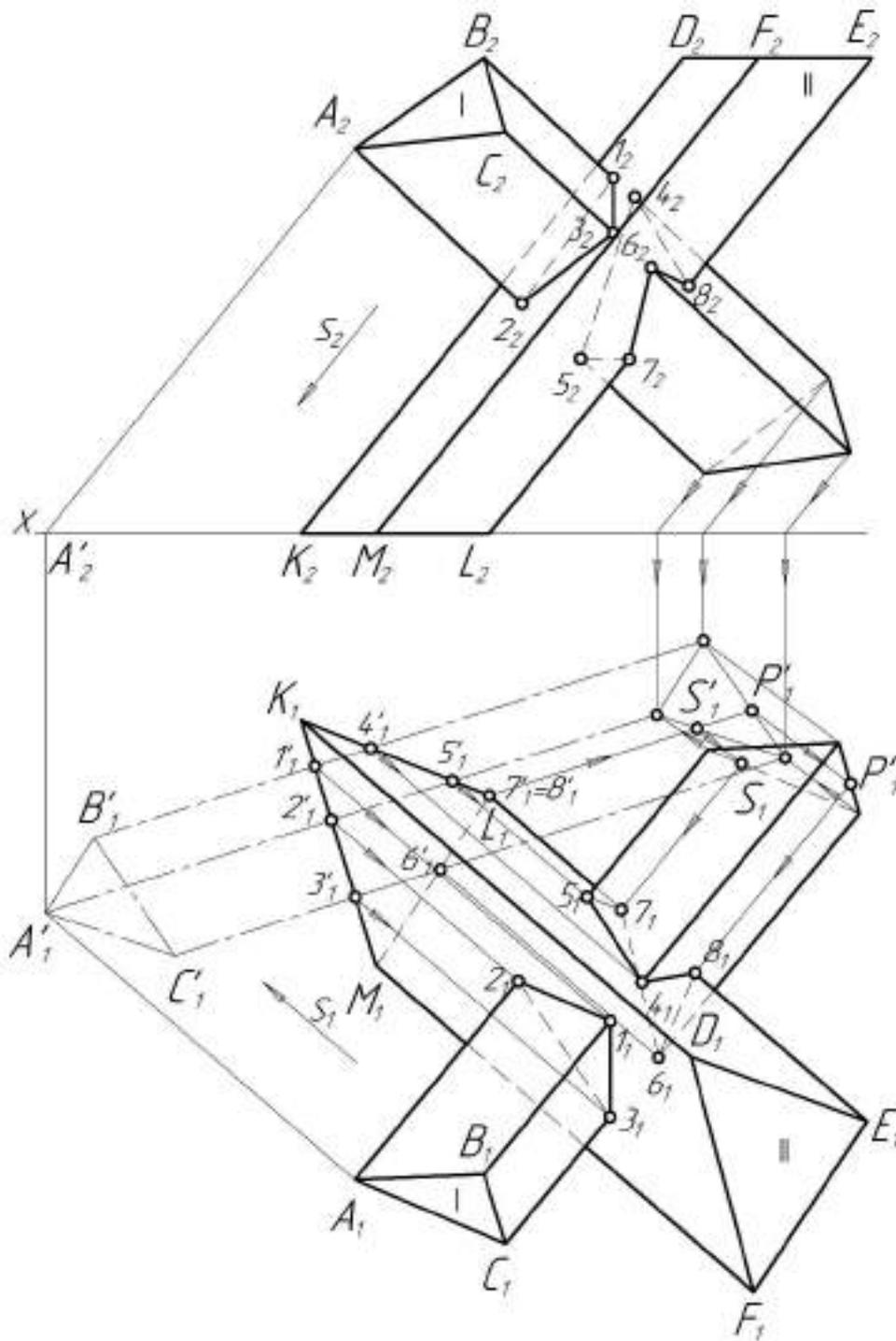


Рис. 1. Побудова лінії перетину двох призм.

Таким чином, видимість обох ліній перетину призми *I* та призми *II* визначена в залежності від видимості кожної грані кожної призми на площинах проєкцій.

Висновки. Для розв'язання задачі перетину двох похилих призм був застосований оптимальний варіант визначення лінії перетину двох поверхонь. За допомогою наведеного способу косокутного проєкціювання проілюстрована можливість вирішувати складні задачі досить простим способом. Це розвиває творчі можливості та розширює уявлення студентів про діапазон застосування геометричних методів і, в свою чергу, підвищує ефективність базової підготовки до професійної, конструкторської діяльності.

Бібліографічний список

1. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия. – М: Высшая школа, 1973. – 286с.
2. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г. Інженерна графіка. – К: Видавнича група ВНУ, 2009. – 399с
3. Ятченко М.О., Гетьман О.Г., Білицька Н.В. Визначення лінії перетину поверхонь за допомогою циліндричних та конічних посередників. – /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: ДІЯ, 2017. с.300-303.
4. Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Яцюк О.А. Застосування площин загального положення як посередників при розв'язанні задач на перетин поверхонь. – /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: ДІЯ, 2015 р. с.37-41.
5. Гритчина К.С., Білицька Н.В., Гетьман О.Г. Про вибір раціонального метода побудови лінії перетину двох поверхонь другого порядку. – / 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: ДІЯ, 2016 р. с.65-67.

ПІДСУМКИ ПРОВЕДЕННЯ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ 2019 РОКУ

Надкернична Т.М., ст. викладач,

Півень Н.В., ст. викладач,

Алдохін М.Д., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

***Анотація:** в роботі наведено короткий огляд проведення всеукраїнської олімпіади, показані можливості формування творчих професійних компетенцій студентів технічних вузів за допомогою підготовки і проведення олімпіади з комп'ютерної графіки*

***Ключові слова :** творчі професійні компетенції студентів, олімпіада, метод групових експертних оцінок, інженерно-графічна компетенція, професійно-орієнтовані завдання.*

Постановка проблеми. Освітні стандарти передбачають розвиток різних, в тому числі творчих, професійних компетенцій студентів. Наявність у фахівця креативного мислення в сукупності з твердими знаннями, добре засвоєними професійними вміннями та навичками, дозволяє йому бути психологічно готовим до прогресивного перетворення дійсності, до вирішення складних проблем і до роботи в нестандартних ситуаціях.

Основна частина. Одним зі способів формування творчих професійних компетенцій студентів у вищій школі є предметні олімпіади, які спрямовані на розвиток у студентів інтересу до наукової діяльності, пропаганду наукових і професійних знань. Олімпіада дозволяє інтегрувати продуктивний досвід студентів в різних видах діяльності, перш за все в проектній і конструкторській, формувати у них ціннісне ставлення до творчості, розкривати творчі ресурси, що дають можливість ефективно справлятися зі стандартними і нестандартними ситуаціями.

На олімпіаді 2019 року з геометричного моделювання на ПЕОМ, проведеного в ХАІ, взяли участь 35 студентів (9 студентів поза конкурсом) з 25 вищих навчальних закладів України (з них: 1 курс - 6 ст., 2 курс - 13 ст., 3 курс – 8 ст., 4 курс - 8 ст.). Потрібно відзначити належне організаційне проведення і сприятливу атмосферу, яку створили організатори олімпіади.

Виконувалися завдання в різних програмних продуктах: AutoCAD, Inventor, SolidWorks, КОМПАС, T-FLEX CAD та інші.

Олімпіада тривала 4 години. Завдання полягало в прочитанні складного креслення (рис.1). За цей час 10 осіб впоралися з 50% завдання.

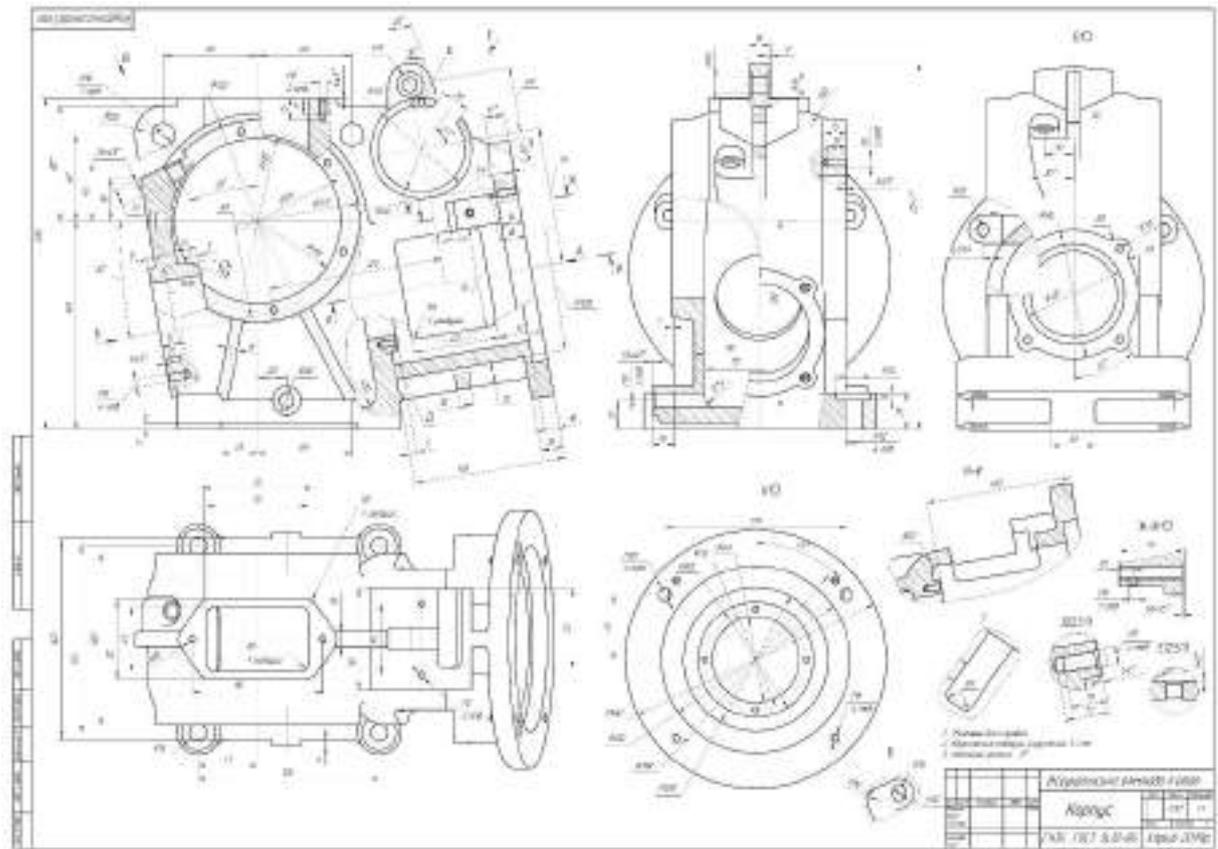


Рис.1

Протокол проверки олимпиадных работ по Геометрическому I

№	Часть	Ребро жесткости патрубков цилиндрического		Прилив призматический			Отверстия в Приливе призматическом		
		элемент	33	34	35	36	37	38	39
	33-40	90°x15, Ø10	Ø10 Радиусы 2"	Ø6x20x M10	38,125x45 x10°	Срез 5мм 15,77°	2 Ø16 M10x1,5(1,45) (Ø8,37(1,45) с 1,6x45°) (145,125	2 Ø16 M5(Ø0,8)3 (Ø4,13(1,6) 1445°) (110,45	
		макс. балл	10	2	15	6	6	7,5	7,5
1									
2									
3									

Рис.2

Завдання зберігалися у «sat» файлі, що дозволило здійснити перевірку робіт в програмному продукті КОМПАС. Такий підхід дозволяє забезпечити повну анонімність виконаних робіт.

Питання організації студентських олімпіад фокусуються на виконанні учасниками завдання і не зачіпають проблеми обґрунтування та педагогічної експертизи олімпіадних завдань. Однак досвід вказує на актуальність цієї проблеми, адже при підготовці олімпіади з геометричного моделювання необхідним є обґрунтування і забезпечення якісної педагогічної експертизи олімпіадних завдань, а саме конкретизація структури і змісту графічного завдання.

Експертна комісія складалася з 16 викладачів різних вузів, розділених на 4 бригади для розгляду окремих елементів завдань. Підсумки вносилися до окремих таблиць (рис.2), які потім були об'єднані. Призери Олімпіади повинні були виконати: 1 місце – більше 80%, 2 місце – більше 70%, 3 місце – більше 60% завдання.

Вперше призерами стали студенти, що виконували завдання в різних програмних продуктах (перше місце AutoCAD, друге - SolidWorks, третє – Компас та SolidWorks).

Експертна комісія дійшла до висновку, що більшості учасників не вистачило знань для прочитання креслення.

Висновки. При підготовці до олімпіади слід приділяти увагу не тільки рівню володіння програмним продуктом, а й навичкам прочитання креслень. Цьому аспекту останнім часом приділяється недостатньо уваги (скорочено кількість навчальних годин, а комп'ютерну графіку викладають на першому курсі).

УНІВЕРСИТЕТ ОНЛАЙН

Міхлевська Н.В., старший викладач,

Бардовський Б.О., студент.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут» ім. Ігоря Сікорського,

(Україна, м. Київ)

Анотація – розглядається питання стосовно університетів онлайн.

Ключові слова – нарисна геометрія, методика проведення практичних занять, особливості читання лекцій, підвищення якості та ефективності навчального процесу.

Постановка проблеми. Класична освіта більшості університетів будується на живому спілкуванні студента і викладача. Одна з форм спілкування - лекції. За ними студент готується до іспиту, заліків, практичних занять або до семінарів. Але більша частина студентів на лекціях займаються своїми справами, роблять завдання з інших предметів або зовсім пропускають лекції, вважаючи, що все можна прочитати в інтернеті. Останнім часом все частіше піднімається питання про реорганізацію вищої школи і зокрема, для поліпшення якості освіти, пропонується відмовитися від традиційних лекцій, а перейти на проведення лекцій онлайн. Це, на думку прихильників цифрового формату, має підвищити зацікавленість студентів в навчальному процесі і поліпшити їх здатність до навчання.

Аналіз останніх досліджень. Існує кілька проблем які повинна вирішити реформа. Перша – це проблема поганих лекторів. Якщо лекції викладаються по підручнику, то студент не буде ходити на лекції знаючи, що може прочитати її в будь-який момент. Але нововведення у вигляді того, що замінимо лекції на онлайн нагадує щось таке «не буде театру, а буде кіно або одне суцільне телебачення». Різниця між онлайн лекцією і книжкою не дуже велика. До лекції онлайн просто додається відео. Але відео складне виробництво. Повинні бути навички монтажу відео і якась харизма лектора, який читає лекції. Не всі прекрасні лектори можуть читати на камеру. Це те саме що акторська майстерність: тебе камера або любить або ні.

В КПІ є досвід читання лекцій на відео. Записані прекрасні лекції професора Павлова А.В. з нарисної геометрії. Але і у них є один великий недолік - немає зворотного зв'язку. Питання, які виникають по ходу читання лекцій так і залишаються без відповіді. Якщо читати лекції з маркетингу або по економіці це одне, а лекції з таких предметів як нарисна геометрія або навіть інженерна графіка це інше.

Формування цілей. Ціль статті проаналізувати гідність і недоліки онлайн лекцій і можливий формат існування їх.

Основна частина. В інтернеті є сайти на яких викладені багато різних лекцій і практичних занять, в тому числі з комп'ютерної графіки та програмування. Але студентам, особливо першокурсникам важко зосередитися, дивлячись відео і слухаючи лектора, їм краще забити в пошук питання і отримати відповідь.

В інтернеті існують ще так звані пошукові системи. Це технології, які є інструментом в руках людей. В принципі це штучний інтелект. Чи означає це що пошукові системи замінять професорів? Існують такі системи які дуже повно і точно відповідають на питання, особливо це стосується програмування, де інформація змінюється швидко або комп'ютерній графіці, де постійно оновлюються версії графічних редакторів. І якби пошукових систем не було, то основне навантаження, щодо вирішення проблемних питань, лягла б на викладача або на студентів. Але на думку студентів про введення онлайн лекцій на постійній основі це необхідне рішення. Багато студентів, починаючи з другого курсу, починають працювати і пропуск лекцій має вимушений характер. Лекції прогулювалися не тому що не цікавий лектор, а тому що фізично було неможливо поєднати роботу і відвідування деяких лекцій. Але студент все ж розділяє онлайн лекції з літератури чи історії журналістики з лекціями з математики та програмування, де по ходу лекції можуть виникнути питання, які вимагають відповіді лектора і чекати семінарських занять або спілкування поштою довго і неефективно. Задати питання це одне, а написати його грамотно вдумливо, уточнюючи всі аспекти які тобі не зрозумілі це складно. Для цього потрібно обов'язкові семінари, на яких і буде можливість задати питання та отримати швидкі відповіді. Взаємодія лекцій онлайн і занять онлайн це і є золота середина яка, на думку студентів, необхідна.

Висновки. Лекції онлайн можуть існувати паралельно традиційним лекціям. Можна записати лекції видатних вчених і прекрасних лекторів одночасно і скласти каталог лекцій з кожного предмету. Вони будуть корисні в навчальних закладах невеликих міст, в якості додаткових самостійних занять, для студентів заочного відділення учбових закладів і просто для студентів, які хочуть почути інших лекторів з предмету, який їх зацікавив. Лекції в традиційному вигляді повинні існувати завжди, тому що вербальну енергію викладача якій знає свій предмет і бажає донести його суть до слухачів не замінить ніхто.

Бібліографічний список

1. За матеріалами опитування студентів 2-го курсу видавничо-поліграфічного інституту НТУУ(КПІ) ім. Ігоря Сікорського.
УДК 514.182

ЗАСТОСУВАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З КУРСУ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА»

Парокінний С.О., студент,
Овсієнко Л.Г., ст. викладач,
Залевський С.В., к.т.н., доцент.

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

Анотація – розглядається питання суміщення виконання контрольних завдань по темі «Вал. Конструктивні елементи валу» з курсу «Нарисна геометрія та Інженерна графіка» з подальшою побудовою тривимірної моделі.

Ключові слова – вал, конструктивні елементи, тривимірна модель валу.

Постановка проблеми. В даний час існує велика кількість підходів до методів оцінювання рівня засвоєння студентами. Вони можуть базуватись на вмінні графічно моделювати певні об'єкти чи відповідати на поставлені питання в тестовій формі. Але ці методи не передбачають можливості подальшого і більш поглибленого тестування рівня розуміння матеріалу, та мають недостатню наочність. Авторами пропонується доповнити проведення контрольної роботи по темі «Вал» подальшою побудовою тривимірної моделі деталі, наведеної в завданні. Такий підхід дає можливість не тільки перевірити і оцінити рівень знань студента але і закріпити їх.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі завдання з теми «Вал. Конструктивні елементи валу» дають певну можливість оцінити рівень засвоєння матеріалу. Але тестовий принцип відповідей за готовим пласким зображенням деталі погіршує якість перевірки і не вимагає від студента чіткого просторового бачення конструктивних елементів. Тому пропонується доповнити проведення програмованого контролю подальшою побудовою тривимірної моделі.

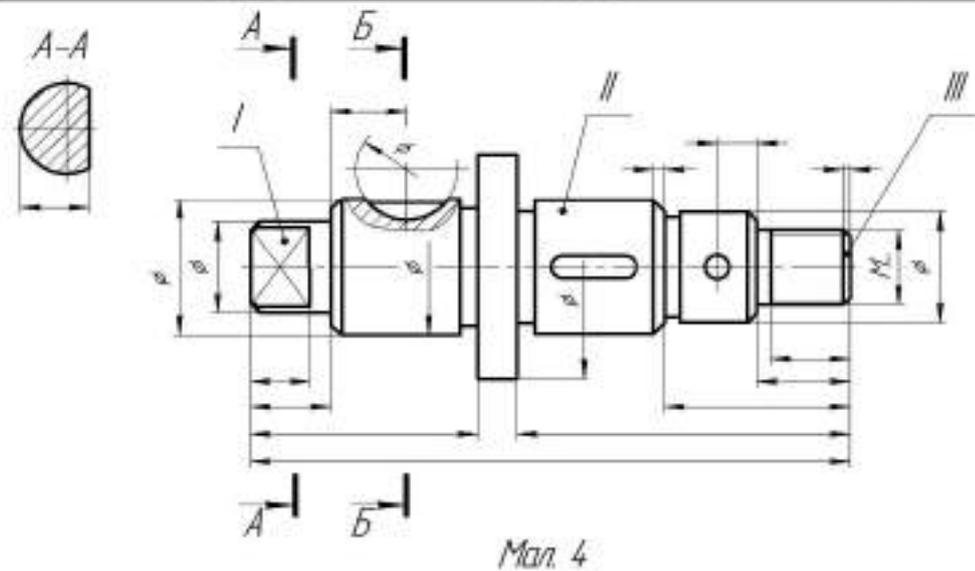
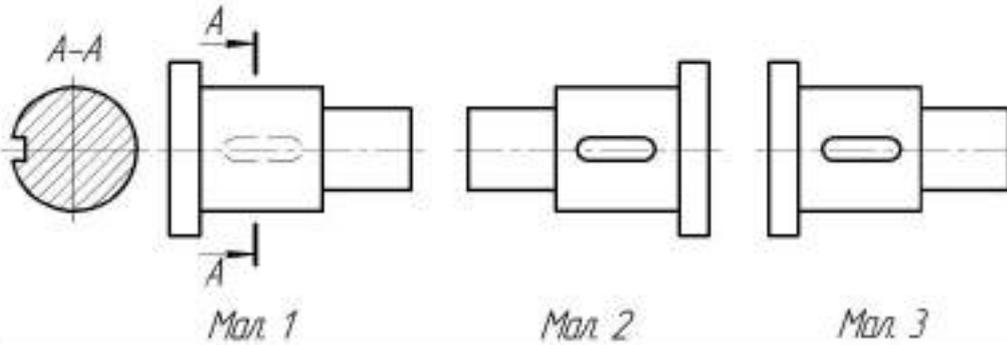
Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати побудову тривимірної моделі як продовження вирішення завдання для програмованого контролю з теми «Вал. Конструктивні елементи валу».

Основна частина. В данній роботі пропонується дати можливість сумістити завдання оцінювання якості засвоєння матеріалу з виконанням лабораторної роботи з комп'ютерного практикуму по темі «Вал. Конструктивні елементи валу».

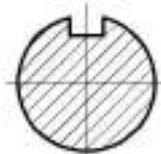
В першій частині, при проведенні програмованого контролю, студент має визначити правильний вибір головного вигляду, кількість необхідних зображень, назви конструктивних елементів валу, відповідність запропонованих зображень вказаному перерізу (Рис. 1).

В другій частині студенти мають побудувати тривимірну модель вала.

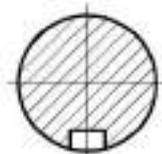
1. На якому з мал.1,2,3 правильно обрано головний вид?



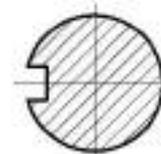
2. Скільки перерізів, виносних елементів необхідно виконати на робочому кресленку вала (мал. 4)?
3. Як називається елемент I вала (мал. 4)?
4. Яке значення параметра Ra відповідає поверхні II (мал. 4)?
5. Від якого параметра залежить розмір фаски III (мал. 4)?
6. Яке зображення (мал. 5, 6, 7) відповідає перерізу Б-Б (мал. 4)?



Мал. 5



Мал. 6



Мал. 7

Рис 1.

Вказані два етапи опрацювання теми дають можливість студентам більш досконало засвоїти матеріал, вивчити команди побудови та редагування просторових об'єктів.

Результат виконання другої частини завдання студентом групи МВп-81 наведено на рис. 2.

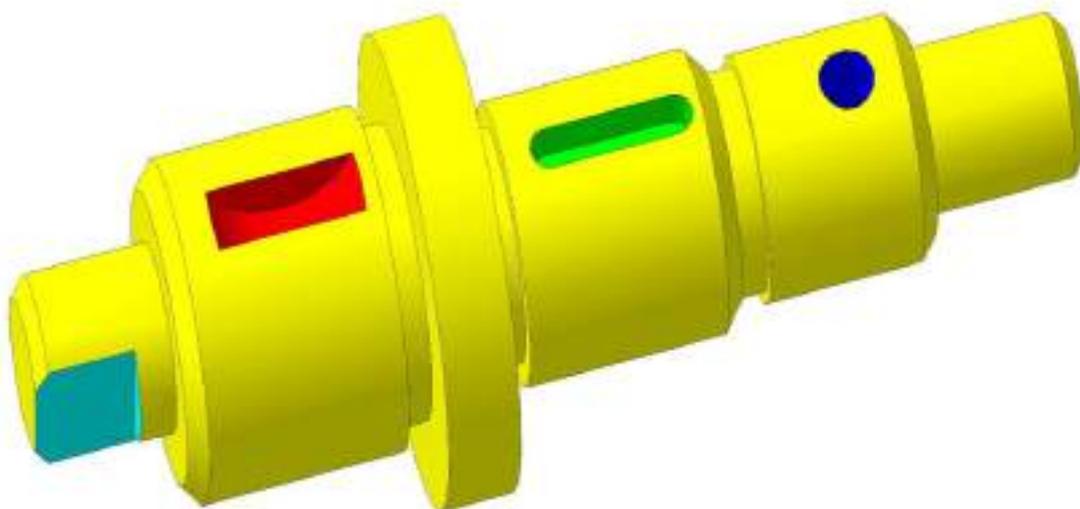


Рис. 2

Висновки. Запропонований варіант об'єднання контрольної роботи і комп'ютерної побудови трьохвимірної моделі деталі дозволить підвищити рівень засвоєння матеріалу.

Бібліографічний список

1. Ванін В.В. “Інженерна графіка” / Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г., //Київ Видавнича група ВНУ 2009 -400 с.
2. Залевський С.В. “До питання розробки контрольних завдань з курсу “Нарисна геометрія та інженерна графіка”.”/ Залевський С.В., Овсієнко Л.Г., Фурдела А.А. //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» - К.: НТУУ «КПІ», - 2018 – 168-170 с.
3. Ванін В.В., Оформлення конструкторської документації / Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. // К.: Каравела, 2012. – 200с.
4. Ванін В.В., Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AUTOCAD/ Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. // К.:Каравела, 2005.-336с.

ДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ОНОВЛЕНОГО КОМПЛЕКТУ ЕПЮРНИХ ЗАВДАНЬ

Пелеванюк І.Д., студент,

Овсієнко Л.Г., ст. викладач,

Залевський С.В., к.т.н., доцент,

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

***Анотація** – розглядається питання особливостей застосування оновленого комплексу епюрних завдань з курсу «Нарисна геометрія та інженерна графіка». Пропонується диференціювати підхід до розподілу варіантів з метою заохочення у студентів бажання поглибленого вивчення відповідної теми.*

***Ключові слова** –площина, заміна площин проєкцій, епюрні завдання, рівень складності.*

Постановка проблеми. Згідно з існуючими навчальними планами та сучасним рівнем базової підготовки студентів достатньо актуальним є питання організації виконання самостійних робіт. Вміння та навички розв’язання поставленої задачі без постійного контролю викладача є однією із базових основ формування майбутнього фахового, кваліфікованого інженера. Самостійне рішення поставленої задачі потребує вміння розробити чіткий алгоритм розв’язку, знаходження та оцінки можливих альтернативних шляхів вирішення проблеми. Необхідним стає більш глибоке вивчення теоретичного матеріалу, робота з навчальними посібниками, вміння застосувати отримані знання для розв’язку практичної задачі.

Забезпечення можливості самостійного розвитку студентів ставить задачі розробки нових навчальних завдань.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі епюрні завдання достатньо чітко орієнтовані на засвоєння матеріалу теми «Площина. Методи перетворення проєкцій». Запропонований підхід орієнтований на середній рівень вміння студентів вирішувати поставлену задачу. Варіанти завдання знаходяться в додатку до робочого зошиту, що спрощує питання їх видачі та контролю. Безперечною перевагою таких завдань є те, що уніфікований зміст задач дає змогу викладачу оцінити роботу в межах діючої системи рейтингового оцінювання з максимальним ступенем об’єктивності. Але такий однорівневий набір варіантів завдань не спонукає до творчого пошуку та необхідності заглиблення в вивчаємий матеріал. Крім того, ідентичність варіантів студентів різних груп і різних курсів призводить до негативних наслідків у вигляді простого копіювання.

Запропонований комплект епюрних завдань має на меті дати викладачу вибір постановки задачі, яка дасть можливість студенту не тільки проявити свій поточний рівень знань, але і підвищити їх шляхом опрацювання додаткового матеріалу.

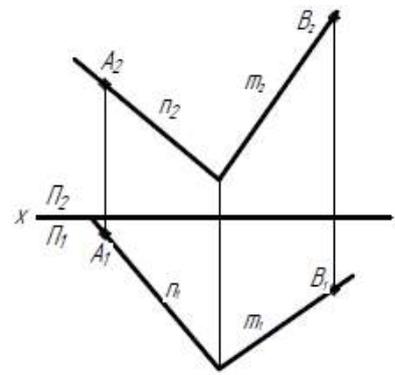
Формулювання цілей статті (постановка завдання). Запропонувати нові завдання для виконання епюру з теми «Площина. Методи перетворення проєкцій».

Основна частина.

Згідно з існуючою на даний момент навчальною робочою програмою курсу «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка» на тему «Площина. Точки і прямі в площині. Методи перетворення проєкцій» занадто мало часу відводиться студентам для глибокого оволодіння теоретичним матеріалом і придбанням практичних навичок його застосування.

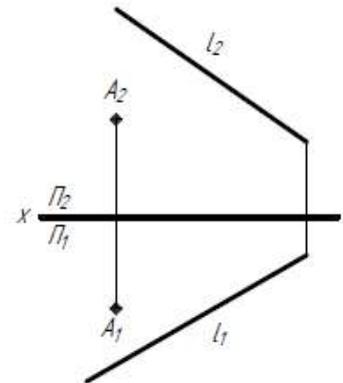
Задана площина $\Sigma(m \cap n)$, $A \in n$, $B \in m$

- 1. Побудувати в площині Σ проєкції рівнобедренного прямокутного ΔABC з катетом AB і прямим кутом при вершині A*
- 2. Знайти кут нахилу площини Σ до Π_1 та Π_2*



Задана площина $\Sigma(A, l)$

- В площині Σ побудувати проєкції квадрата $ABCD$ сторона якого дорівнює відстані від точки A до l і сторона $BC \in l$.*
- 2. Знайти кут нахилу площини Σ до Π_1 та Π_2*



Задана площина $\Sigma(m \parallel n)$, $B \in n$, $C \in m$

- 1. Побудувати в площині Σ проєкції рівнобедренного ΔABC з основою BC , $AB=BC$ і медіаною $AD=40\text{мм}$.*
- 2. Знайти кути нахилу площини Σ до Π_1 та Π_2*

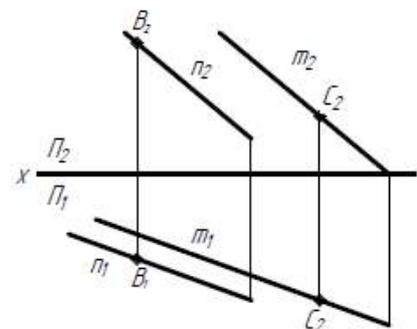


Рис.1

Для покращення рівня вивчення та засвоєння відповідної теми заплановано самостійне виконання індивідуальної графічної роботи.

Існуючі поваріантні завдання ускладнюють можливість контролю самостійності виконання роботи і розширення діапазону складності поставлених задач. Пропонується новий спосіб постановки завдань з даної теми (Рис. 1).

Викладач має можливість диференціювати рівень складності завдань і вводити систему заохочувальних балів. Мінімальний рівень складності (Рис. 1) передбачає виконання роботи на рівні достатнього оволодіння матеріалом. Максимальна кількість балів, отриманих студентом у такому випадку, відповідає нормативу рейтингової системи оцінювання.

Другий рівень складності передбачає більші вимоги до вільного володіння матеріалом з даної теми. Викладач має можливість запропонувати бажаним задачі підвищеного рівня складності і поставити додаткові заохочувальні бали*.

Розгляд теми «Площина. Точки і прямі в площині. Методи перетворення проєкцій» відбувається на початку вивчення курсу «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка». Диференційований підхід до видачі завдань дозволяє викладачу сформулювати у зацікавлених студентів бажання до більш поглибленого і творчого підходу до розв'язання епюрних задач.

Висновки. Запропоновані варіанти епюрних завдань з теми «Площина. Точки і прямі в площині. Методи перетворення проєкцій» курсів «Нарисна геометрія» та «Інженерна графіка» повинні забезпечити викладачу можливість більш об'єктивно оцінювати рівень засвоєння студентами матеріалу.

Успішне придбання теоретичних знань та практичних навичок, отриманих при виконанні даного епюрного завдання, мають важливе значення для подальшого оволодіння студентами технікою та правилами розробки графічних робіт.

Бібліографічний список

1. Ванін В. В. Інженерна графіка Підручник Частина 1 Основи нарисної геометрії / Ванін В. В., Перевертун В. В., Надкернична Т. М., Власюк Г. Г.
2. Віткуп Н.К. Методичні вказівки і контрольні завдання з курсів "Нарисна геометрія" та " Інженерна графіка". / Ізволєнська А.Є., Парахіна Н.А., Чорнощокєва Л.Д. // К.: КПІ, 1992 - 60с.
3. Гордон В.О. "Курс начертательной геометрии" / Гордон В.О., М.А.Семенцов-Огиевский // Москва "Наука", 1988-272 с.
4. Ванін В.В. "Інженерна графіка" / Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М., Власюк Г.Г., //Київ Видавнича група ВНУ 2009 -400 с.

* Навчально – методичний посібник з відповідними варіантами завдань планується для впровадження з початку 2019-2020 н.р.

СТВОРЕННЯ СПЕЦИФІКАЦІЇ В СИСТЕМІ КОМПАС-3D У НАПІВАВТОМАТИЧНОМУ РЕЖИМІ

Федотов В.В., студент,

Білицька Н.В., к.т.н., доцент,

Мартиненко Г.С., асистент.

Національний технічний університет України

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

***Анотація** – Розглянута методика створення специфікації до виробу в системі КОМПАС у напівавтоматичному режимі, яка дозволяє розробити комплект конструкторської документації з взаємозв'язками між окремими документами.*

***Ключові слова** – геометричне моделювання, конструкторська документація, специфікація, система КОМПАС, підпорядкований режим специфікації.*

Постановка проблеми. Специфікація – документ, що визначає склад складальної одиниці, комплексу або комплекту [1]. В ній зазначаються розроблена документація, назви частин, вузлів і деталей певного виробу, їхня кількість, матеріал, вага тощо. На основі специфікацій формуються всі інші конструкторські документи на виробу [3]. Системи автоматичного проектування (САПР) дозволяють спростити створення даних документів, при цьому час виконання та докладені зусилля істотно зменшуються.

Аналіз останніх досліджень. Створення специфікацій у ручному та напівавтоматичному режимі можливе для багатьох сучасних САПР. Але беззаперечна перевага КОМПАС у тому, що оформлення всієї конструкторської документації відповідає ДСТУ.

Формулювання цілей. У даній статті наведено приклад напівавтоматичного створення специфікації для складальної одиниці.

Основна частина. Специфікація в КОМПАС може бути створена як окремий документ і заповнюватися у ручному режимі, а може бути асоційована (тобто пов'язана) з кресленнями, 3D моделями.

Використання ручного режиму може бути доцільним у випадках, коли на момент розробки специфікації ще немає складального кресленника та робочих креслеників його деталей.

При роботі з великою кількістю графічних робіт дуже зручно робити асоційовану специфікацію [2], тоді частина інформації буде автоматично підтягуватися у файл специфікації з креслень, тривимірних моделей, а при виділенні рядка в специфікації, одночасно буде виділятися геометрія вибраного об'єкта на кресленнику чи 3D моделі, що є дуже зручним при

роботі. Модуль проектування накопичує дані з креслеників, які необхідні для створення специфікації, під час роботи над ними. Порядок введення даних може бути довільним.

За замовчуванням система створює специфікацію зі стилем специфікації за ГОСТ 2.106-96. При необхідності можна обрати інший стиль або створити новий.

В КОМПАС є кілька варіантів роботи зі специфікаціями. Відразу після створення вони відкриваються в нормальному режимі. Нормальний режим – основний режим роботи зі специфікацією. На екрані відображається тільки її стандартна таблиця, основний напис документа специфікації в нормальному режимі не видно і недоступно для редагування. В цьому режимі виконуються всі основні операції: введення і редагування даних (об'єктів специфікації), до об'єктів підключаються позначення позицій на лініях-виносках, підключаються документи з креслениками, є можливість автоматичного сортування, простановки позицій та виконуються інші операції.

У режимі розмітки сторінок специфікація показується в такому вигляді, якому буде виводитися на друк. Видно і доступно для редагування таблицю основного напису документа-специфікації. Об'єкти специфікації, навпаки, недоступні для редагування.

Специфікація створюється у два етапи. Спершу у складальному кресленнику накопичується інформація про об'єкти специфікації, потім створюється документ специфікації, до якого підключається складальний кресленик.



Рис. 1. Підключення складального кресленика до специфікації.

Для того, щоб створити об'єкт специфікації для певного об'єкта (деталі) складального кресленика, необхідно виконати наступні дії:

1. Виділити у вікні складального кресленика графічні примітиви (відрізки, дуги, сплакни, штрихування), що задають об'єкт, для якого створюється запис в специфікації. Додати до виділених об'єктів лінійно-виноску з позицією, що вказує на даний матеріальний об'єкт на кресленнику. За відсутності потреби асоціювати геометрію деталі з графою специфікації, об'єкт специфікації на складальному кресленні може бути створений і без підключення до нього геометрії кресленика.

2. На панелі задач обираємо вкладку «Управління» → «Специфікація» → «Додати об'єкт специфікації». У вікні «Виберіть розділ і тип об'єкта» (рис. 2) вказати необхідний розділ, щоб додати до нього новий об'єкт специфікації, а також вказати тип об'єкта (базовий або допоміжний). Натисніть кнопку «Створити».

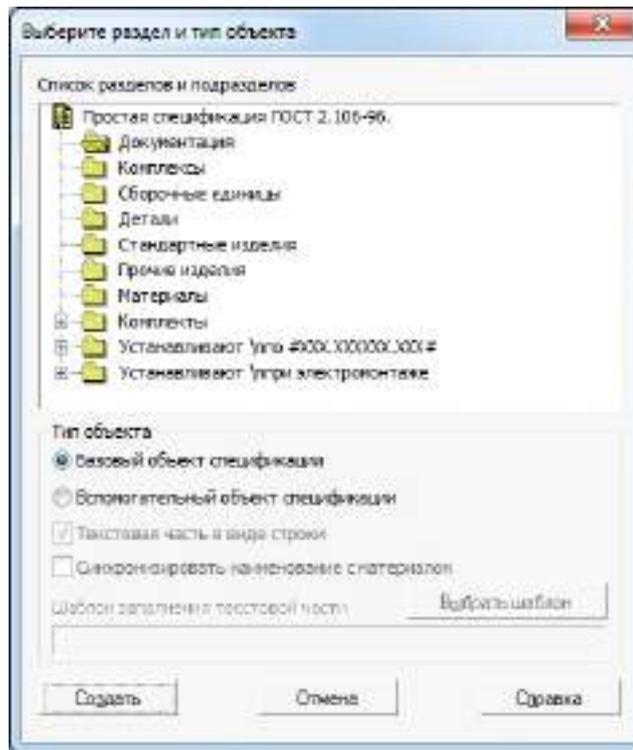


Рис. 2. Вибір розділу та створення нового об'єкта специфікації

3. З'явиться вікно редагування об'єкта специфікації (рис. 3), в якому слід заповнити позначення і найменування деталі (номер позиції буде присвоєно автоматично). У цьому вікні міститься заголовок таблиці специфікації, а також рядок, який буде відповідати рядку даного об'єкта специфікації в документі КОМПАС специфікація.



Рис. 3. Вікно редагування об'єкта специфікації

Повторюючи пункти 1-3, можна створити стільки об'єктів специфікації, скільки потрібно для складального креслення.

У процесі заповнення рядка специфікації можна підключити до даного об'єкта специфікації будь-який документ системи КОМПАС, наприклад робочі креслення деталей або тривимірну модель як деталі, так і вузла. Це можна зробити на вкладці «Документи» панелі властивостей. Якщо документ не був підключений до об'єкта специфікації під час його створення, це можна буде виконати пізніше, виділивши рядок з відповідним

записом (при цьому на панелі властивостей знову стане доступною вкладка «Документи», на якій і проводиться підключення).

Далі створюємо документ «Специфікація», та підключаємо до нього складальний кресленик, як було зазначено вище. Вся інформація зі складального кресленика передається у специфікацію. Додаємо розділ «Документація» і знову зв'язуємо необхідну строку специфікації зі складальним креслеником. Інформація про позначення кресленика, його формат та вид документа з'являється у відповідних полях специфікації, включно з позначенням та назвою у основному написі.

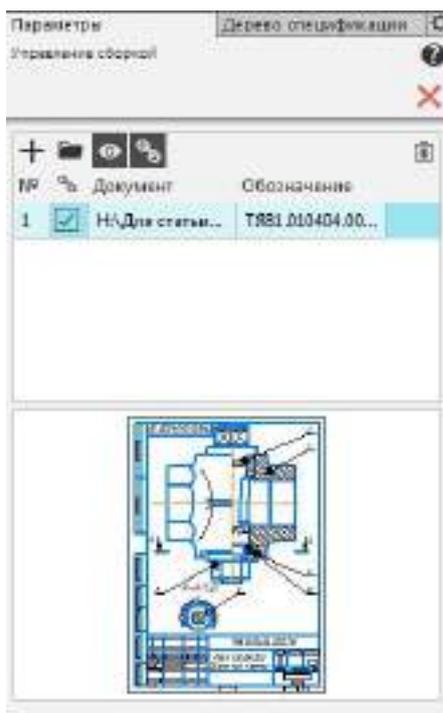


Рис. 4. Підключення документа складального кресленика до специфікації

Після того, як встановився зв'язок між складальним креслеником і специфікацією, автоматично модуль проектування заповнить відповідні поля основного надпису (рис. 5).

				ТЯ81.010404.000		
№м. / Лист	№ докум.	Проб.	Дата	Лист	Лист	Листов
Розроб.	Федотко В.В.					1
Проб.	Білицька Н.В.			Кран пробоковий НТУУ "КПІ", ТЄФ		
Нормат.						
Утв.						

Рис. 5. Основний надпис специфікації

На рис. 6 наведено складальний кресленик та зв'язану з ним специфікацію, зеленим кольором підсвічується виділена геометрія деталі «Основа» з позицією №1.

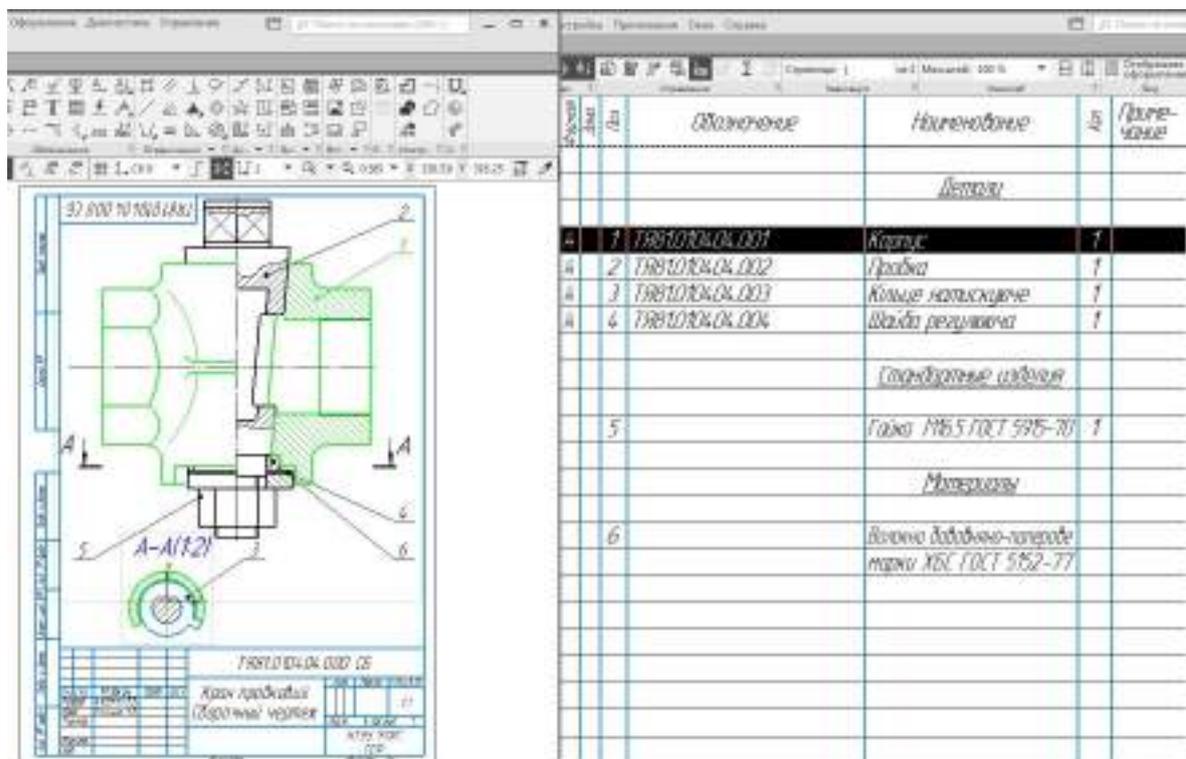


Рис. 6. Зв'язані документи «Складальний кресленик» та «Специфікація» з переглядом геометрії деталі

Висновки. Методика створення специфікації у напівавтоматичному режимі дозволяє продемонструвати студентам переваги автоматизованих систем проектування [4], які значно скорочують час розробки конструкторської документації при проектуванні та зменшують кількість технічних помилок.

Бібліографічний список

- ГОСТ 2.102-68. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
- Навчальні матеріали Аскон. https://edu.ascon.ru/main/library/study_materials/
- ГОСТ 2.106-96. Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
- Білицька Н.В., Гетьман О.Г., Мартиненко Г.С. Розрахунок пружини із застосуванням автоматизованої системи КОМПАС. - 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». Вип.4. - К. :ДІА, 2015. - С. 42-46.

СПОСОБИ ОСУЧАСНЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА УЧБОВИХ КРЕСЛЕНИКАХ

Баскова Г.В., ст. викладач,
Лазарчук М.В., ст. викладач,
Горбатенко К.В., студентка,
Горбатенко Д.В., студентка

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

Ключові слова – геометричне моделювання, структура розмірів, покоління «міленіалів».

Анотація – у статті розглянуто деякі аспекти методики викладання нанесення розмірів на учбових креслениках. Окреслено напрямки осучаснення методичних та дидактичних матеріалів у практичному аспекті.

Постановка проблеми. Останні роки спостерігається тенденція зниження ефективності вивчення студентами I – II курсів дисципліни «Інженерна графіка» внаслідок низького рівня базової підготовки. Нагальною є потреба змін в навчальному середовищі та осучасненні методичних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень. Останні соціологічні дослідження та публікації у викладацькому середовищі, в яких розглядаються питання сучасного навчального процесу, відмічають значну відмінність між поколіннями сучасних студентів та викладачів. Необхідно окреслити шляхи полегшення студентам сприйняття матеріалу відповідно до психоемоційних та фізіологічних особливостей, звичок роботи з інформацією.

Формулювання цілей (Постановка завдання). В даному дослідженні розглядаються можливості осучаснення методичних, дидактичних матеріалів відповідно до запитів нового покоління студентів.

Основна частина. Переважна більшість студентів, які навчаються на I – II курсах є типовими представниками покоління «міленіалів», хто з дитинства занурений у світ цифрових технологій і всього, пов'язаного з ними. Вони активно опановують інтернет – технології, надають перевагу використанню різноманітних гаджетів для своїх справ. І тому старшому поколінню викладачів потрібно орієнтуватися на потреби «міленіалів», та

опанувати відповідні способи комунікації. Традиційний спосіб викладення матеріалу (друковані видання) важко сприймається сучасними студентами внаслідок звички швидко переключати увагу, не зосереджуватись довго на одному питанні, шукати інформацію в різних джерелах. Потрібно «переформатувати» спосіб подання матеріалу, підлаштувати дидактичний матеріал до запиту сучасних студентів. Особливості викладання інженерної графіки, методика, напрацьована колективом кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки дозволяє ефективно змінити форму подання, не втрачаючи суті, чітко структурувати методичні матеріали, подавати у вигляді схем, таблиць, інтернет - сторінок, які зручно розташовуються на екрані смартфона.

При моделюванні кресленика деталі вибір головного виду та кількості зображень передбачає подальше нанесення розмірів. Однією з основних його вимог є та, що розмір повинен бути зрозумілий для виконавця. Кожний розмір кресленика має свій зміст – характеристику згідно схеми, наведеної на рис 1.

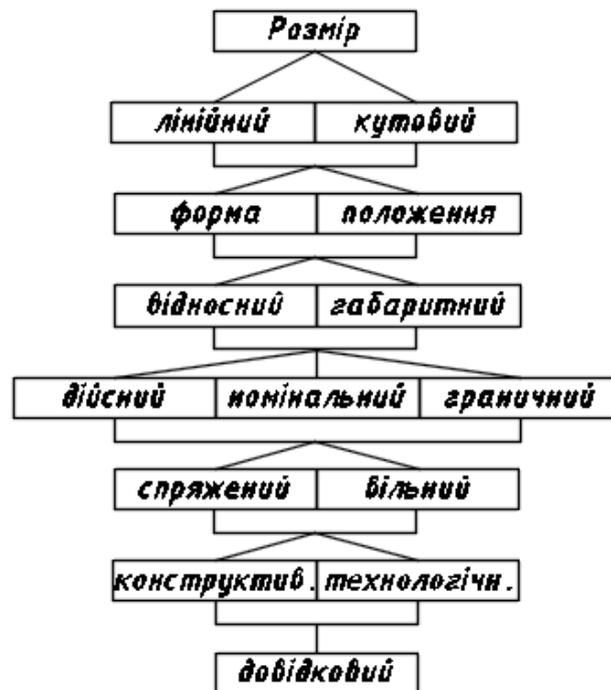


Рис.1

Правила нанесення розмірів встановлюють ДСТУ ГОСТ 2.307: 2013. Згідно з його положенням загальна кількість розмірів на кресленіку має бути мінімальною, але достатньою для виготовлення та контролювання виробу. Розміри, що не підлягають виконанню за даним кресленіком і зазначаються для більшої зручності користування ним, називаються довідковими. Форма деталі є сукупністю форм її окремих елементів. Читаючи форму одного елемента, представляємо розмір форми (діаметр, квадрат і. т. ін.), визначаємо базу відносно якої його наносити (зазвичай вісь) потім наносити розмір положення цієї форми (циліндр, конус і. т. ін.)

щодо іншої поверхні, він же є розміром. Розмір форми і розмір положення можуть бути спряженими розмірами, отже повинні бути узгоджені з номінальними розмірами і граничними відхиленнями з іншою деталлю.

Розмірні числа після вимірювання деталі та її елементів узгоджують з відповідними стандартами.

Нормальні лінійні розміри ГОСТ 6636-69*

Нормальні кути ГОСТ 8908-81

Конусності ГОСТ 8593-81

Розміри скруглень та фаски ГОСТ 10948-64

На кожному зображенні (види, розрізи, перерізи, виносні елементи) наносять розміри саме тих елементів деталі, для виявлення яких ці зображення виконані.

Розміри, що стосуються одного елемента, групуються на тому зображенні, де найбільш інформативно зображений елемент.

Для деталі (див. рис. 2) розміри, які стосуються отвору, групуються на головному виді, де виконано розріз деталі. У разі, якщо зображення є поєднанням виду і розрізу, то краще розміри зовнішніх елементів деталі наносити зі сторони виду, а внутрішніх зі сторони розрізу.

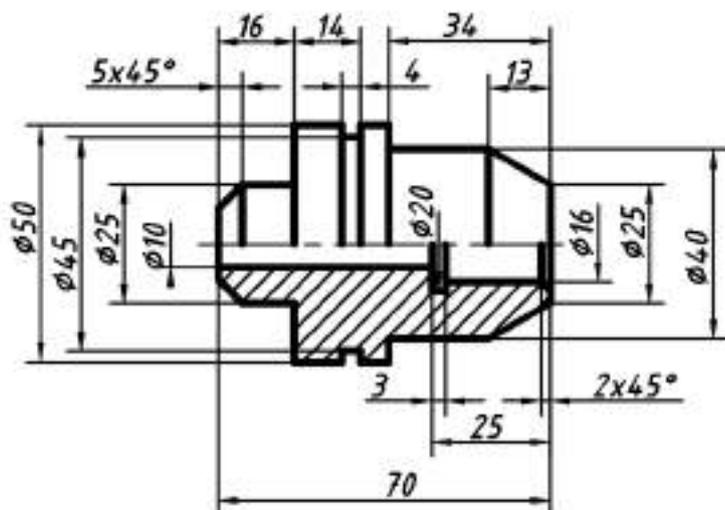


Рис. 2

Висновки. Враховуючи характерні особливості покоління студентів - «міленіалів», викладацькій спільноті потрібно шукати сучасні способи полегшення сприйняття навчального матеріалу шляхом широкого застосування інформаційних технологій та форми подання інформації.

Бібліографічний список

1. Червинская В.В. Простановка размеров на машиностроительных чертежах: Учебное пособие. Черновцы ЧГУ, 1982. – 520 с.

2. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібн.4-те вид., випр.ідоп. - К.: Каравела, 2012. - 200 с.

3. Катерина Амосова. Хто такі "міленіали", і як навчати таких студентів <https://life.pravda.com.ua/columns/2018/01/16/>

ДЕЯКІ СПОСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3-D МОДЕЛЕЙ В AUTOCAD

Лазарчук М.В., ст. викладач,

Горбатенко Д.В., студентка

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

(Україна, м. Київ)

Ключові слова – геометричне моделювання, псевдорозріз, візуалізація.

Анотація – у статті розглянуто деякі аспекти методики викладання геометричного моделювання твердотільних 3-D моделей в AutoCAD.

Постановка проблеми. Під час вивчення студентами дисципліни «Інженерна графіка» спостерігається тенденція зниження ефективності навчання внаслідок низького рівня базової підготовки. Курс «Комп'ютерна графіка», що супроводжує його, дозволяє полегшити сприйняття студентами за рахунок візуалізації процесу моделювання.

Аналіз останніх досліджень. Останні публікації у викладацькому середовищі, в яких розглядаються питання сучасного навчального процесу, зазначають, що сучасні студенти надають перевагу цифровим засобам комунікації та електронному обладнанню, які є більш звичними та комфортними для них. Але при цьому відвертається увага від головного, саме процесом моделювання студент має свідомо керувати.

Формулювання цілей (Постановка завдання). В даному дослідженні розглядається можливість використання додаткового способу візуалізації твердотільних 3-D моделей в AutoCAD для полегшення вивчення студентами курсу «Інженерна графіка».

Основна частина. Методика викладання інженерної графіки напрацьована колективом кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки доводить ефективність поєднання викладання двох дисциплін паралельно – інженерної та комп'ютерної графіки.

При моделюванні кресленика деталі студент має продумати зображення деталі, уявно розітнутої січною площиною. Але брак практичного досвіду стає на заваді та значно сповільнює роботу.

Побудова динамічних перерізів твердотільних 3-D моделей в AutoCAD виконується командою SECTIONPLANE. Утворений переріз є об'єктом, що може динамічно змінюватися при переміщенні січної площини. В системі AutoCAD він називається *псевдорозрізом*. Такий «живий» переріз (live section) приховує частини об'єктів, які опиняються

перед січною площиною, або відображує їх іншим кольором. Фігура перерізу відображується у вигляді прямокутника, який є частиною січної площини (див. рис.1).

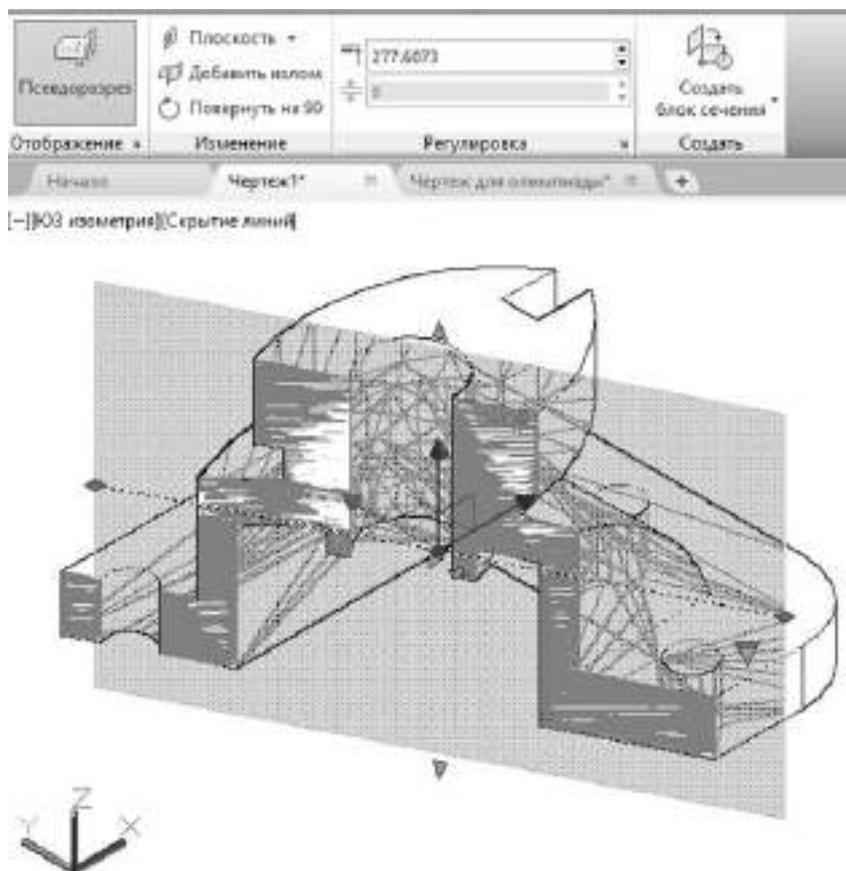


Рис.1

Таким чином, обираючи різні січні площини, їх розташунок, та змінюючи кут нахилу площини перерізу, студент має можливість в реальному часі спостерігати зміни фігури перерізу. Така інтерактивна візуалізація значно полегшує сприйняття матеріалу «зображення».

Інструменти та прийоми роботи в системі AutoCAD дозволяють наочно показати студенту доцільність виконання розрізу, правильний вибір січної площини.

Висновки. Візуалізація процесу розтину січною площиною твердотільних 3-D моделей командою SECTIONPLANE значно полегшує сприйняття студентами теми «Зображення. Види. Розрізи. Перерізи».

Бібліографічний список

1. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібн.4-те вид., випр.ідоп. - К.: Каравела, 2012. - 200 с.
2. Полешук Н.Н. AutoCAD 2012. – СПб.: БХВ – Петербург, 2012 – 752 с. : ил. + CD-ROM – (В подлиннике)

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПРОЕКЦІЙ ТОЧОК З ВІД'ЄМНИМИ КООРДИНАТАМИ

Сенченко Є.Г., студент,

Білоброва Є.В., студент,

Теленик С.Ф., професор ФІОТ,

Юрчук В.П., професор ФМФ

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

***Анотація** – розглянуто алгоритм знаходження та побудови точок, які мають від'ємні координати. А також аналіз знаходження їх у октантах спираючись на координати даної точки.*

***Ключові слова** – координати точки, алгоритм побудови, лінії зв'язку, знаходження в октантах, площини проекцій, проекції точки.*

Основна частина. Для визначення методики проєкціювання точок з від'ємними координатами спочатку розглянемо алгоритм побудови проєкції точки з додатними координатами. Якщо перед нами стоїть завдання спроекціювати точку з додатними координатами $A(+x; +y; +z)$, яку спрощено так можна записати, алгоритм побудови буде наступний.

Алгоритм побудови:

5. Спочатку на осі абсцис відкладаємо координату x і проводимо вертикальну лінію зв'язку, яка перпендикулярна до осі OX .

6. На вертикальній лінії зв'язку вниз (по осі ординат) відкладаємо відстань y і отримуємо проєкцію точки A_1 . Це буде горизонтальна проєкція точки на площину Π_1 .

7. Від точки перетину прямої і вісі OX по осі аплікату відкладаємо відстань z і отримуємо фронтальну проєкцію точки на площину Π_2 - точку A_2 .

8. Відповідно до значення координати z проводимо горизонтальну лінію зв'язку через т. A_2 і відкладаємо по осі ординат відстань y , тобто отримуємо профільну проєкцію A_3 .

5. Таким чином відбувається проєкціювання точки з додатними координатами і при цьому точка буде знаходитись в першому октанті (Рис.1).

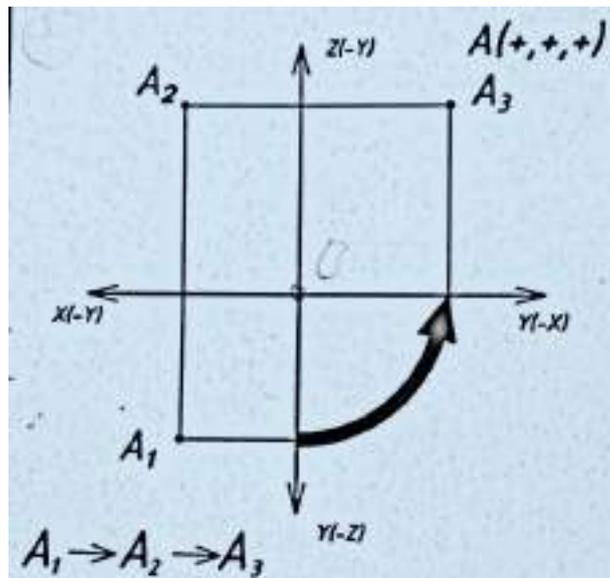


Рис.1

Тобто класична побудова відбувається як на відомому епюрі геніального французького вченого-геометра Гаспара Монжа [1]. Складності в цьому немає. Проте, якщо нам задана точка з від'ємними координатами $B(-;-;-)$, то виникає запитання: «Де знаходяться від'ємні напрямки осей?». Тут появляются складності при побудові, тобто «складності» в самому «спрощеному зображенні, коли відбувається перехід від просторового зображення до площинного – геніального винаходу Гаспара Монжа.

Це обумовлено тим, що вісь y , коли розрізається на епюрі Монжа, автоматично з'являється на всіх осях системи координат :

$(+x, -y); (+y, -z); (+y, -x)$.

Але процес проєкціювання точок з координатами, що менше нуля, дещо відрізняється, тобто ускладнюється.

Розберемо це на прикладі. Нехай задано побудувати точку з координатами $A(-x; -y; -z)$. Будуємо ті координати, що не розрізаються. Тобто, будуємо координати по осях OX і OZ .

Алгоритм проєкціювання:

7. Відміряємо по осі OX заданий параметр $(-x)$, та будуємо пряму, перпендикулярну до неї.
8. По осі OZ відкладаємо заданий параметр $(-z)$ і на перетині перпендикулярів отримуємо першу проєкцію точки на площину Π_2 , тобто фронтальну проєкцію - точку A_2 .
9. Відміряємо на вертикальній осі від'ємну координату ординат $(-y)$;
10. Будуємо пряму паралельну до осі абсцис та перпендикулярну до від'ємної вертикальної осі ординат через дану точку. На перетині двох перпендикулярів утворюється проєкція точки на площину Π_1 , т. B_1 .
11. По горизонтальній від'ємній осі ординат відміряємо 10 мм і через неї проводимо перпендикуляр до даної осі, що буде паралельним до осі $-OZ$.

12. Через точку A_2 проводимо пряму перпендикулярну до осі $-OZ$ та паралельну до осі $-OX$. На перетині двох перпендикулярів утвориться профільна проекція заданої точки на площину Π_3 , - т. A_3 (Див. рис. 2).

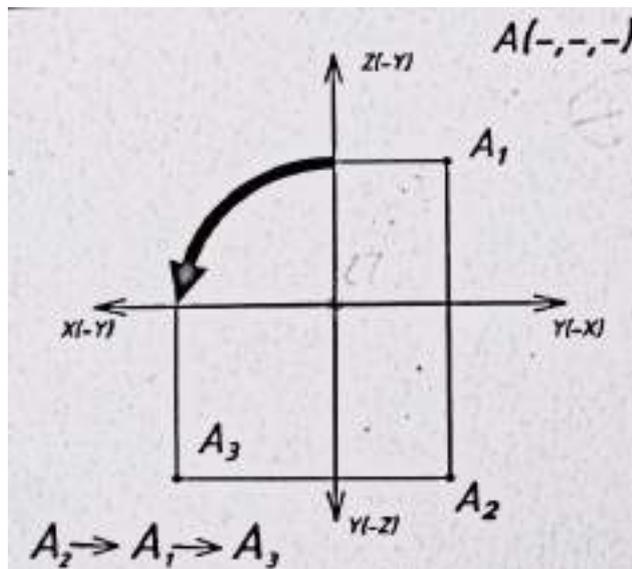


Рис.2

Таким методом відбувається проєкціювання точки з від'ємними координатами. Хоч алгоритм трішки і відрізняється, але це так само легко як і при проєкціюванні точки з додатніми координатами.

Висновки:

- 3. При визначенні проєкцій точки першочерговим є побудова точки на площину проєкції Π_2
- 4. Першочерговим в усіх випадках є побудова координат, що не розрізаються.

Список використаних джерел

- 4. Проєкції точки на три взаємно перпендикулярні площини проєкцій [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/5386966/page:2/>.
- 5. Методи проєкціювання і проєкції точки. [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=-jAtdB9b7nE>.
- 6. Методи проєкціювання. Проєкції точки. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://moodle.ipk.kpi.ua/moodle/file.php/66/NARUSNA/MODUL1/ImageMod1TEORY/modul1Part1.htm>.

ЗМІСТ

ВІДГУК НА УЧАСТЬ В ПРОГРАМІ ОБМІНУ ERASMUS+ Козловський А.Г., магістрант.	4
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО РІВНЯННЯ КОЛА, ЗАДАНОГО ТРЬОМА ТОЧКАМИ Коваль Г.М., к.т.н., доцент, Александрова Д.С., студентка	8
ВЕЛИКИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ХУДОЖНИК МИКОЛА КОРНИЛІЙОВИЧ ПИМОНЕНКО – НАШ КОЛЕГА Гумен О.М., д.т.н., професор, Селіна І.Б., старший викладач	11
БІБЛЮГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ З МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ АРМОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ Ванін В.В., д.т.н., професор, Колосова О. П., к.т.н., доцент, Колосов О. Є., д.т.н., с.н.с., професор,	15
МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КЛАСИЧНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКУ Колосов О. Є., д.т.н., с.н.с., професор,	19
ФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ГРУНТОЗАЦЕПОВ БАШМАКОВ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ НАПЛАВКОЙ Козулин С. М., к. т. н., ¹ Фомакин А. А., н. с., ¹ Подыма Г.С., ст. преподаватель. ²	23
ІНВЕРСІЯ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ, ВІДНЕСЕНИХ ДО ІЗОМЕТРИЧНИХ СІТОК ІЗ ЛІНІЙ КРИВИНИ Пилипака С.Ф., д.т.н., професор Несвідоміна О.В., аспірант*	28
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПРОЕКЦІЙ ТОЧОК З ВІД'ЄМНИМИ КООРДИНАТАМИ Сенченко Є.Г, студент, Білоброва Є.В., студент, Теленик С.Ф., професор ФІОТ, Юрчук В.П., професор ФМФ	32
ДО ПИТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЛОГІСТИЦІ Болдирева Л. В., ст.викладач, Болдирева М.О., студент, Христич Є.А., студент	35
ДО ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОДУ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ Болдирева Л. В., ст.викладач, Болдирева М.О., студент, Добровольський М.І., студент	38
РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОГО ПОСІБНИКА З ВИКОРИСТАННЯ РЕДАКТОРА РАСТРОВОЇ ГРАФІКИ ADOBE PHOTOSHOP Голотенко К. С., студент, Глібко О.А., к.т.н., доцент	42

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТУ ОБ'ЄМНОЇ АНІМАЦІЇ НА ОСНОВІ ДВОВИМІРНОГО ЗОБРАЖЕННЯ В СЕРЕДОВИЩІ ГРАФІЧНОГО ПАКЕТУ ADOBE PHOTOSOP	
Гладковська А.Д., студент, Глібко О.А., к.т.н., доцент.....	45
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ГЕНЕРАТОРА ВОДНЮ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЮ ВІБРАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ	
Есаф'єв Є.О. ¹ , учень, Луговський О.Ф. ² , д.т.н., Ночніченко І.В. ² , к.т.н., Костюк Д.В. ² , к.т.н.	48
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРУ ВОДНЮ З МЕХАНОТРОННОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ	
Ситнюк Г.О., студент, Ночніченко І.В., к.т.н., Костюк Д.В., к.т.н., Довгополий М.М., студент ...	53
DEVELOPMENT OF KNEE JOINT EXOPROSTHESIS BASED ON MAGNETORHEOLOGICAL DAMPER	
Mykhailo Dovhopolyi, Student, Ihor Nochnichenko, PhD, Dmytro Kostiuk, PhD, Aleksandr Galetsky, PhD.....	58
ГЕОМЕТРІЯ МОДУЛІВ АКВАПОСЕЛЕНЬ	
Дорошенко Ю.О., д.т.н., професор. Кравчук Г.В., магістрант.....	63
Цифрове моделювання РЕЛЬЄФНИХ елементів ФАСАДНОГО ОЗДОБЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ	
Нещадим В.О., аспірант, Дорошенко Ю.О., д.т.н., професор,	69
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВЕЛОЕРГОМЕТРІЇ	
Лисюк Д.С., студент, Коваленко М.М., д.м.н. Куцяк О.А., к.т.н., с.н.с. ¹	73
МОЖЛИВОСТІ І НЕОБХІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ 3D ГРАФІКИ В УКРАЇНСЬКОМУ КІНЕМАТОГРАФІ	
Надкернична Т.М., ст. викладач, Алдохін М.Д., студент ДК-6,1.....	78
РОЗРОБКИ СТАНКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ	
Надкернична Т.М., ст. викладач, Білий В.О., студент ДК-82, Білий В.О., студент МІ-81.....	83
ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМИ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У ЗОВНІШНЮ КОНСТРУКЦІЮ МЕДИЧНОГО ЕКЗОСКЕЛЕТУ	
Гайдук В. А., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.....	86
КОНСТРУЮВАННЯ МОДЕЛІ СКЛАДАНОГО НОЖА	
Потапенко В.В., студент, Голова О.О., к.т.н., Воробйов О.М., старший викладач, Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.....	93
ОПТИМІЗАЦІЯ ЦИКЛУ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	
Старунська А.В., студент, Воробйов О.М., старший викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент.....	96
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТЕЗУ КОЛІННОГО ВУЗЛА ЗАДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ЙОГО МОБІЛЬНОСТІ	
Лановий І.О., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент	100

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВОЇ РЕАНІМАЦІЇ AUTOPULS

Фелді Д.А., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент. 105

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРТИКАЛЬНОГО АРМУВАННЯ У РУХОМИХ СТАНКАХ З ЧПУ

Шевчук Д.В., студент, Голова О.О., к.т.н., Воробйов О.М., старший викладач, Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент..... 110

МОДЕРНІЗАЦІЯ КОМБАЙНА КПЯ 1. ЗАМІНА СТРУШУЮЧИХ БІЧІВ НА СТРУШУВАЧ «СОНЕЧКО» ТА ЗАСТОСУВАННЯ БАЛАНСИРІВ В КОРПУСІ АКТИВАТОРА

Власюк Т.О., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к. т. н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент. 113

МОДЕРНІЗАЦІЯ КРІПЛЕННЯ ДЛЯ ПАСКУ ДОМАШНІХ ТВАРИН

Ковальчук Д. М., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к. т. н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент..... 116

МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВИ БІОНІЧНОГО МОДУЛЬНОГО ПРОТЕЗУ ВЕРХНЬОЇ КІНЦІВКИ ЛЮДИНИ HELIOS-1

Ксензов Д.Є., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент. 118

УСТАНОВКА З ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКОВОГО ГРАФЕНА

Гулій М.А., студент, Воробйов О.М., старший викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент..... 122

ЗМІННА НАСАДКА ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ РІДИНИ ІЗ ЗУБНОГО КАНАЛУ

Люльченко М. О., студент, Воробйов О.М., ст. викладач, Голова О.О., к.т.н., Лазарчук-Воробйова Ю.В., асистент..... 125

ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ СФЕРИЧНОГО РЕФЛЕКТОРА ЗАСОБАМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Козловський А.Г., магістрант, Юрчук В.П., д.т.н., професор..... 127

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАНЦЕ-ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА (ДЖЕТПАКА)

Іванніков В.Е., студент, Макаренко М.Г., к.т.н., (НАУ), Юрчук В.П., д.т.н..... 131

КОНСТРУКТИВНИЙ ПРИНЦИП СОРТУВАЛЬНОГО СТОЛУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ

Кувшинов О. В., студент, Юрчук В.П., д.т.н., Яблонський П.М., к.т.н. 134

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ПРОФІЛЮ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ РОЗТАШУВАННЯ ҐРУНТУ

Шараєвський Б. Р., студент, Овсієнко Л.Г., ст. викл., Півень Н.В., ст. викл., Юрчук В.П., д.т.н. 138

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Короленко Д.Ю., студент, Матвійчук О.В., к. пед. н., Яблонський П.М., к.т.н., доцент..... 141

RUPTON У РЕЙТИНГАХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ

Короленко Д.Ю., Яблонський П.М., к.т.н., доцент..... 144

ВИКОРИСТАННЯ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C# ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ЧИСЛА π	
Луданов Д.К., ст. викладач, Березников О.В., студент,	147
ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ПОДВІЙНОГО МАЯТНИКА	
Луданов Д.К., ст. викладач, Ігнатюк Д.О., студентка,	151
ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ ПРО ВІЛЬНЕ ПАДІННЯ ТІЛА	
Луданов Д.К., ст. викладач, Тодосьєва А.В., студентка,	154
ЕКСКУРС В ІСТОРІЮ ВИНИКНЕННЯ ФРАКТАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ	158
Гумен О.М., д.т.н., Лебедева О.О., ст. викладач, Подима Г.С., ст. викладач.	158
РІЗНОВИДИ ФРАКТАЛІВ	
Гумен О.М., д.т.н., Лебедева О.О., ст. викладач, Подима Г.С., ст. викладач	162
ВДОСКОНАЛЕННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РЕДУКТОРА ОСАДЖУВАЛЬНОЇ ЦЕНТРИФУГИ ЗІ ШНЕКОВИМ ВИВАНТАЖЕННЯМ ОСАДУ	
Морозов М.В., студент, Вознюк Т.А., ст. викладач, Коваль Г.М., доцент.	167
РОБОТОТЕХНІКА: ОСВІТНІЙ АСПЕКТ	
Рудик В.П., студент Гнітецька Г.О., к.пед.н., доцент.....	169
ОЛИМПІАДИ З НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ - ОДНА З ЛАНОК РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ СТУДЕНТІВ	
Білицька Н.В., к.т.н., доцент, Коваль Г.М., к.т.н., доцент, Александрова Д.С., студентка, Юраш О.В., студент.....	173
КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ЗАСІБ ГРОМАДЯНСЬКОГО ВИХОВАННЯ ДІТЕЙ СТАРШОГО ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ	
Вірченко В.В.	178
ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З КУРСУ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» ЗА ТЕМОЮ «ТОЧКА, ПРЯМА»	
Подима Г.С., ст. викладач; Горбатенко Д.В., студентка.....	182
ВИКОРИСТАННЯ «НЕМОЖЛИВИХ ФІГУР» ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ	
Коломийчук Н.М., старший викладач, Васильківська В.В., студентка.	185
НЕТРАДІЦІЙНІ МЕТОДИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	
Коломийчук Н.М., старший викладач, Лисиця М.Л., студент.....	190
ПІДСУМКИ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛИМПІАДИ З ІНЖЕНЕРНОЇ ГРАФІКИ	
Білицька Н.В., к.т.н., Гетьман О.Г., к.т.н.	194
ПОБУДОВА ЛІНІЙ ПЕРЕТИНУ СКЛАДНИХ ПОВЕРХОНЬ	
Дубина О.В., студент, Гетьман О.Г., к.т.н., доцент, Мартиненко Г.С., асистент.....	200
ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ КОСОКУТНОГО ПРОЕКЦІЮВАННЯ ПРИ ПОБУДОВІ ЛІНІЙ ПЕРЕТИНУ ГРАНИХ ПОВЕРХОНЬ	
Дзерун М.С., студент, Гетьман О.Г., к.т.н., доцент, Білицька Н.В., к.т.н., доцент.....	205

ПІДСУМКИ ПРОВЕДЕННЯ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ 2019 РОКУ	
Надкернична Т.М., ст. викладач, Півень Н.В., ст. викладач, Алдохін М.Д., студент.	209
УНІВЕРСИТЕТ ОНЛАЙН	
Міхлевська Н.В., старший викладач, Бардовський Б.О., студент.	212
ЗАСТОСУВАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З КУРСУ “НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА”	
Парокінний С.О., студент, Овсієнко Л.Г., ст. викладач, Залевський С.В., к.т.н., доцент.	214
ДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ОНОВЛЕНОГО КОМПЛЕКТУ ЕЩОРНИХ ЗАВДАНЬ	
Пелеванюк І.Д., студент, Овсієнко Л.Г., ст. викладач, Залевський С.В., к.т.н., доцент,	217
СТВОРЕННЯ СПЕЦИФІКАЦІЇ В СИСТЕМІ КОМПАС-3D У НАПІВАВТОМАТИЧНОМУ РЕЖИМІ	
Федотов В.В., студент, Білицька Н.В., к.т.н., доцент, Мартиненко Г.С., асистент.....	220
СПОСОБИ ОСУЧАСНЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ НАНЕСЕННЯ РОЗМІРІВ НА УЧБОВИХ КРЕСЛЕНИКАХ	
Баскова Г.В., ст. викладач, Лазарчук М.В., ст. викладач, Горбатенко К.В., студентка , Горбатенко Д.В., студентка	225
ДЕЯКІ СПОСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ 3-D МОДЕЛЕЙ В AUTOCAD	
Лазарчук М.В., ст. викладач, Горбатенко Д.В., студентка	228
ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ПРОЕКЦІЙ ТОЧОК З ВІД’ЄМНИМИ КООРДИНАТАМИ	
Сенченко Є.Г, студент, Білоброва Є.В., студент, Теленик С.Ф., професор ФІОТ, Юрчук В.П., професор ФМФ.....	230

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Aleksandr Galetsky	58	Короленко Д.Ю.	141, 144
Dmytro Kostyuk.....	58	Костюк Д.В.	48, 53
Ihor Nochnichenko	58	Кравчук Г.В.....	63
Mykhailo Dovhopolyi	58	Ксензов Д.Є.....	118
Алдохін М.Д.	78, 209	Кувшинов О. В.	134
Александрова Д.С.	8, 173	Куцяк О.А.	73
Бардовський Б.О.	212	Лазарчук М.В.	225, 228
Баскова Г.В.	225	Лазарчук-Воробйова Ю.В.	86, 93, 96, 100, 105, 110, 113, 116, 118, 122, 125
Березников О.В.	147	Лановий І.О.....	100
Білий В.О.....	83	Лебедєва О.О.....	158, 162
Білицька Н.В.	173, 194, 205, 220	Лисиця М.Л.....	190
Білоброва Є.В.	230	Лисюк Д.С.	73
Болдирева Л. В.	35, 38	Луговський О.Ф.	48
Болдирева М.О.	35, 38	Луданов Д.К.....	147, 151, 154
Ванін В.В.	15	Люльченко М. О.	125
Васильківська В.В.....	185	Макаренко М.Г.....	131
Вірченко В.В.	178	Мартиненко Г.С.....	200, 220
Власюк Т.О.....	113	Матвійчук О.В.....	141
Вознюк Т.А.....	167	Міхлевська Н.В.	212
Воробйов О.М. 86, 93, 96, 100, 105, 110, 113, 116, 118, 122, 125		Морозов М.В.	167
Гайдук В. А.	86	Надкернична Т.М.	78, 83, 209
Гетьман О.Г.....	194, 200, 205	Несвідоміна О.В.	28
Гладковська А.Д.	45	Нещадим В.О.	69
Глібко О.А.	42, 45	Ночніченко І.В.....	48, 53
Гнітецька Г.О.	169	Овсієнко Л.Г.	138, 214, 217
Голова О.О..... 86, 93, 96, 100, 105, 110, 113, 116, 118, 122, 125		Парокінний С.О.	214
Голотенко К. С.	42	Пелеванюк І.Д.	217
Горбатенко Д.В.	182, 225, 228	Пилипака С.Ф.....	28
Горбатенко К.В.....	225	Півень Н.В.	138, 209
Гулій М.А.	122	Подима Г.С.....	23, 158, 162, 182
Гумен О.М.	11, 158, 162	Потапенко В.В.....	93
Дзерун М.С.....	205	Рудик В.П.	169
Довгополий М.М.	53	Селіна І.Б.	11
Дорошенко Ю.О.....	63, 69	Сенченко Є.Г.	230
Дубина О.В.	200	Ситнюк Г.О.	53
Єсаф'єв Є.О.....	48	Старунська А.В.....	96
Залевський С.В.	214, 217	Теленик С.Ф.	230
Іванніков В.Е.....	131	Тодосьєва А.В.	154
Ігнатюк Д.О.....	151	Федотов В.В.	220
Коваленко М.М.....	73	Фелді Д.А.	105
Коваль Г.М.....	8, 167, 173	Фомакин А. А.	23
Ковальчук Д. М.	116	Христич Є.А.....	35
Козловський А.Г.	4, 127	Шараєвський Б. Р.	138
Козулин С. М.	23	Шевчук Д.В.....	110
Коломийчук Н.М.....	185, 190	Юраш О.В.....	173
Колосов О. Є.	15, 19	Юрчук В.П.	127, 131, 134, 138, 230
Колосова О. П.....	15	Яблонський П.М.....	134, 141, 144

