

**AGIT-2017**

18-20 ЖОВТНЯ

ISSN 2522-946X

**ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ  
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**  
в моделюванні об'єктів, явищ і процесів

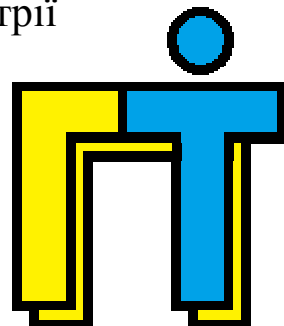
ЗБІРНИК  
МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

**AGIT-2017**



ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України  
Миколаївський національний університет  
імені В.О. Сухомлинського  
Українська асоціація з прикладної геометрії



II Всеукраїнська науково-практична конференція

**ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ  
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**  
в моделюванні об'єктів, явищ і процесів

**APPLIED GEOMETRY  
& INFORMATION TECHNOLOGIES**  
in scene, object and process modelling

**AGIT-2017**

**Збірник матеріалів  
конференції**

Миколаїв 2017  
18-20 жовтня

УДК 514.8+519.87+004

ББК 32.81+30в6

П 75

II Всеукраїнська науково-практична конференція

# ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МОДЕЛЮВАННІ ОБ'ЄКТІВ, ЯВИЩ І ПРОЦЕСІВ AGIT-2017

**Редакційна колегія** (Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського): д-р техн. наук, професор **Будак В.Д.** (голова редакційної колегії); д-р техн. наук, доцент **Устенко С.А.** (головний редактор); д-р техн. наук, професор **Борисенко В.Д.**; канд. техн. наук, доцент **Мельник В.А.**; канд. техн. наук **Кузьма К.Т.**; канд. техн. наук **Мельник О.В.**

**Рецензент:**

д-р техн. наук, професор **Мусієнко М.П.** (Чорноморський національний університет імені Петра Могили).

*Рекомендовано науковою радою Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського (протокол № 10 від 20.10.2017 року)*

П 75 **Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів:** Матеріали II-ої всеукраїнської науково-практичної конференції (18-20 жовтня 2017 р., м. Миколаїв). – Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2017. – 156 с.

У збірнику представлені матеріали II-ої всеукраїнської науково-практичної конференції "Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів", яка відбулася на кафедрі комп'ютерної інженерії Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського 18-20 жовтня 2017 р. та була присвячена актуальним питанням моделювання різноманітних об'єктів, явищ і процесів у виробництві та експериментальних дослідженнях, а також матеріалів теоретичних та експериментальних досліджень в галузі створення і впровадження інформаційних технологій в напрямку автоматизації, системного аналізу, комп'ютерної та програмної інженерії.

Матеріали збірки розраховані на викладачів, аспірантів та магістрантів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

УДК 514.8+519.87+004

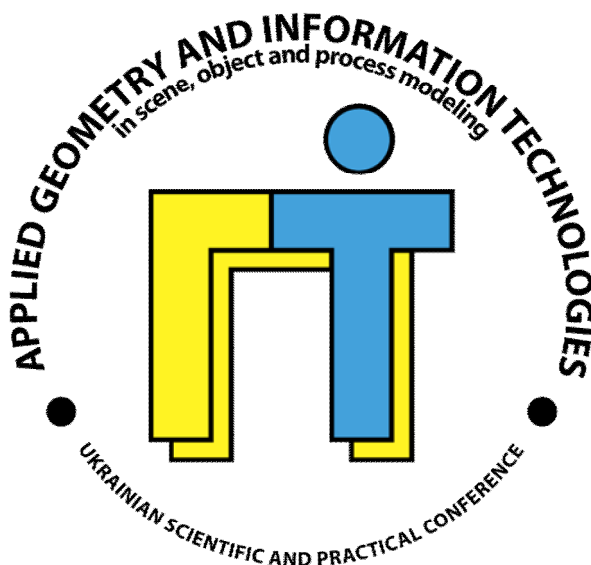
ББК 32.81+30в6

ISSN 2522-946X

© МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2017



Секція 1  
Геометричне, математичне та комп'ютерне  
моделювання об'єктів, явищ і процесів



УДК 514.18

**Бідніченко О.Г.**професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та інженерної графіки  
[bidnichenko@rambler.ru](mailto:bidnichenko@rambler.ru)**Белозьорова О.М.**

провідний фахівець

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

**ГРАФІЧНІ МЕТОДИ СКЛАДАННЯ ВЕКТОРІВ***Розглянуто графічні методи складання компланарних векторів різного спрямування.**Ключові слова: вектор, рівнодіюча, паралельні вектори, складання векторів.*

Будь-який просторовий вектор може бути розкладений за двома напрямками: горизонтальним та вертикальним. Такий прийом використовується при розв'язанні задач механіки. Якщо маємо просторову систему сил (систему векторів), то вона може бути замінена системами плоских (горизонтальних) та паралельних (вертикальних) векторів. Розглянемо графічні способи складання векторів для кожної із вказаних систем.

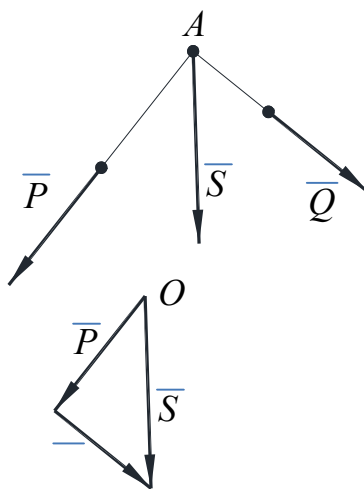


Рис. 1. Складання двох непаралельних векторів в площині

На рис. 1 задано вектори  $\vec{P}$  і  $\vec{Q}$ , які є складовими горизонтальної системи. Для побудови їх рівнодіючої (тобто визначення точки прикладення, лінії дії, напрямку та довжини) будуємо силовий трикутник. Для цього із довільної точки  $O$  будуємо вектор  $\vec{P}$ , а із його кінця проводимо вектор  $\vec{Q}$ . З'єднавши точку  $O$  з кінцем вектора  $\vec{Q}$  отримаємо довжину і напрям вектора рівнодіючої  $\vec{S}$ .

Лінії дії сил  $\vec{P}$  і  $\vec{Q}$  перетинаються в точці  $A$ , із якої проведемо побудовану рівнодіючу  $\vec{S}$ .

Розглянемо варіант паралельного розташування векторів  $\vec{P}'$  і  $\vec{Q}'$ . На рис. 2 вони спрямовані в один бік, а на рис. 3 – в різні боки. Відомо, що лінія дії рівнодіючої поділяє відстань між заданими паралельними силами на відрізки,

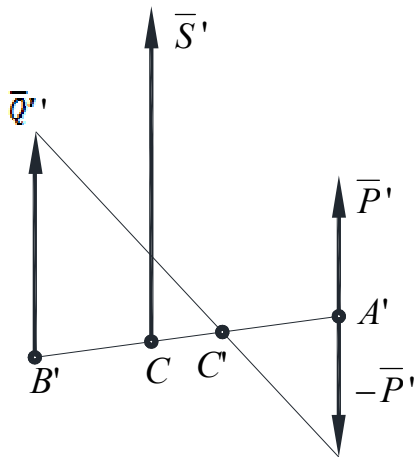


Рис. 2. Складання двох паралельних векторів, спрямованих в один бік

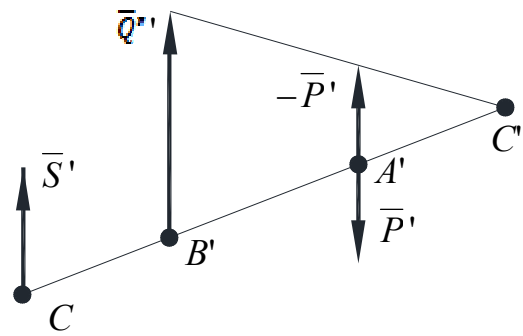


Рис. 3. Складання двох паралельних векторів, спрямованих в протилежні боки

обернено пропорційні цим силам. Уявляє інтерес отримати геометричне (графічне) розв'язання цієї задачі.

Для отримання графічного рішення побудови рівнодіючої двох паралельних сил  $\vec{S}'$  побудуємо вектор  $(-\vec{P}')$ , протилежно спрямований до заданого вектора  $\vec{P}'$ . Далі з'єднаємо кінці векторів  $\vec{Q}'$  та  $(-\vec{P}')$ . Лінія  $A'B'$ , що проходить через початок заданих векторів, перетинає лінію  $\vec{Q}', \vec{Q}'(-\vec{P}')$  в точці  $C'$ . Якщо на відріжку  $A'B'$  (див. рис. 2) відкласти від точки  $B$  відстань  $A'C'$ , то отримаємо точку  $C$ , через яку проходить рівнодіюча. Довжина рівнодіючої дорівнює сумі довжин двох векторів  $\vec{P}'$  і  $\vec{Q}'$ . На рис. 2 точка  $C$  розташовується між точками  $A'$  та  $B'$ . Для протилежно спрямованих векторів (див. рис. 3) алгоритм побудови точки прикладення рівнодіючої буде такий же самий, але відрізки  $A'C'$  та  $A'C'$  розташовуються поза  $A'B'$ . Довжина рівнодіючої дорівнює різниці довжин заданих векторів.

Розглянуті графічні методи побудови можуть бути використаними для розв'язання задач механіки, пов'язаних із векторами довільної просторової системи сил.



УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

<http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

професор кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

**Устенко А.С.**

<http://orcid.org/0000-0002-0546-7019>

<http://www.researcherid.com/rid/D-5108-2017>

студент

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

**Гилко М.В.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ПОДАННЯ БАТОКСІВ ТЕОРЕТИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ КОРПУСУ СУДНА КРИВИМИ З ЛІНІЙНОЮ ЗАЛЕЖНІСТЮ КРИВИНИ ВІД ДОВЖИНИ ЇХ ДУГИ**

Корпус судна має складну геометричну форму. Для її наочного уявлення при проектуванні судна будується теоретичне креслення, яке формується трьома сім'ями кривих ліній: шпангоутів, ватерліній і батоксів. Ці лінії, які мають назву корабельних кривих, креслять на попередньо виконаній сітці теоретичного креслення.

Сітка теоретичного креслення виконується при кількості теоретичних шпангоутів, рівній 21. Дозволяється побудова додаткових шпангоутів, які розташовують на половині прийнятої шпації, як правило, в кінцях судна. Загальна кількість ватерліній може коливатися в залежності від складності обводів корпусу від чотирьох до восьми, а кількість батоксів з кожного борта – від двох до чотирьох.

Зазначимо, що корабельну криву "батокс" отримують при перерізі поверхні корпусу судна площинами, паралельними діаметральній площині, яка ділить судно на дві симетричні частини – правий і лівий борт.

Проекції теоретичного креслення мають назву бік, півширота та корпус. Ці проекції мають бути узгодженими між собою.

Батокси будують після побудови шпангоутів і ватерліній. Криволінійний їх характер проявляється на проекції півширота. На дві інші проекції вони проєкціюються у вигляді відрізків прямих ліній. Для полегшення процесу

узгодження теоретичного креслення доцільно будувати окремі батокси, проводячи лінії сполучення від шпангоутів і ватерліній.

Діаметральний батокс включає штевні (в носовій кінцевості форштевень, в кормовій – ахтерштевень), кільову лінію, лінії верхньої палуби та основних надбудов (бака, юта).

У роботах [1 – 4] розглянуті питання моделювання ватерліній теоретичних креслень із застосуванням багаточленів третього степеня, а також параметричних кривих у натуральній параметризації із застосуванням лінійного та квадратичного законів розподілу кривини. В певній мірі запропоновані в цитованих роботах методи моделювання ватерліній можуть бути віднесені до проектувальних.

Метою цієї роботи є аналітичне подання батоксів параметричними кривини у натуральній параметризації із застосуванням лінійних законів розподілу кривини від довжини обводу. Необхідність розгляду цього питання обумовлюється тим, що теоретичне креслення містить 21 шпангоут, а практичних шпангоутів може бути дві і навіть три сотні. Все залежить від довжини корпусу судна і прийнятої шпації (відстані між шпангоутами), яка не перевищує 800 мм. Отже для визначення геометрії практичних шпангоутів необхідно мати аналітичні вирази ватерліній і батоксів.

Треба додати, що аналітичне подання батоксів можна зробити за умови, що теоретичне креслення вже існує, а отже, відомі аплікати точок перетину батоксів з теоретичними шпангоутами. Ці дані, як правило, задаються в табличній формі.

Для того, щоб описати криву із застосуванням лінійного закону розподілу кривини необхідно знати координати початкової і кінцевої точок, а також кути нахилу в них дотичних. Будемо подавати батокси окремими ділянками, розташованими між суміжними шпангоутами, рухаючись від середньої частини судна до носової або кормової кінцевості. За цих обставин будуть відомі координати початкової і кінцевої точок, оскільки відомі аплікати точок батоксів, а за наявності шпації – абсциси точок. Дещо складніше ситуація з кутами нахилу дотичних. На початковій ділянці батоксу кут нахилу дотичної має



нульове значення. Це є наслідком того, що днище судна в центральній його частині представляє собою площину.

Кут нахилу дотичної в кінцевій точці початкової ділянки батоксу, де бажаний кут є невідомим, будемо визначати, як кут нахилу прямої, що з'єднує початкову точку ділянки батоксу з точкою батоксу, яка знаходиться наприкінці наступної його ділянки.

На підставі запропонованого методу аналітичного подання батоксів розроблено програму розрахунків та візуалізації отриманих результатів.

### Література

1. **Борисенко, В.Д.** Моделювання корабельних кривих багаточленами третього степеня [Текст] / В.Д. Борисенко, А.С. Устенко // Інформаційні технології в моделюванні: Матеріали II-ої всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2017. – С. 4-6.

2. **Борисенко, В.Д.** Моделювання корабельних кривих з лінійним законом розподілу кривини [Текст] / В.Д. Борисенко, А.С. Устенко // Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей чотирнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. – Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса, 2017. – С. 79-81.

3. **Борисенко, В.Д.** Моделювання корабельних кривих з квадратичним законом розподілу кривих [Текст] / В.Д. Борисенко, С.О. Слободян, А.С. Устенко // Геометричне моделювання та інформаційні технології: науковий журнал. – Миколаїв: МНУ, 2017, № 1 (3). – С. 34-38.

4. **Борисенко, В.Д.** Моделювання корабельних кривих у натуральній параметризації з лінійним законом розподілу кривини [Текст] / В.Д. Борисенко, А.С. Устенко // Збірка доповідей VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених", 28-29 квітня 2017 р. – Київ, НТУУ "КПІ" імені Ігоря Сикорського, 2017. – С. 46-50.



*Матеріали надійшли: 03.10.2017*

УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

<http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Друзь Є.І.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## МОДЕЛЮВАННЯ СЕРЕДНЬОЇ ЛІНІЇ ПРОФІЛЮ ЛОПАТКИ ОСЬОВОГО КОМПРЕСОРА КРИВИМИ У НАТУРАЛЬНІЙ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ

У роботах [1 – 3] розглянуті методи геометричного моделювання скелетних (середніх) ліній профілів лопаток осьових компресорів, у тому числі S-подібних, із застосуванням дуг кіл, поліноміальних та експоненціальних кривих. При цьому передбачалося, що кут установки профілів лопаток у решітці відомий. Зазначимо, що в деяких випадках це незручно, бо при коригуванні кута установки відбувається зміна геометрії скелетної лінії, що може суттєво вплинути на характер течії робочої речовини в компресорі.

У цих випадках зручніше моделювати скелетну лінію в ортогональних координатах, незалежно від кута установки профілю, а профілі потім розміщати в решітці, виходячи із заданих кутів входу і виходу потоку робочої речовини.

За вихідні дані в подібних ситуаціях приймаються кути нахилу дотичних на початку  $\chi_1$  і наприкінці  $\chi_2$  скелетної лінії, а також віддалення  $\bar{x}_f$  відносного максимального прогину  $\bar{y}_f$  модельованої кривої (рис. 1).

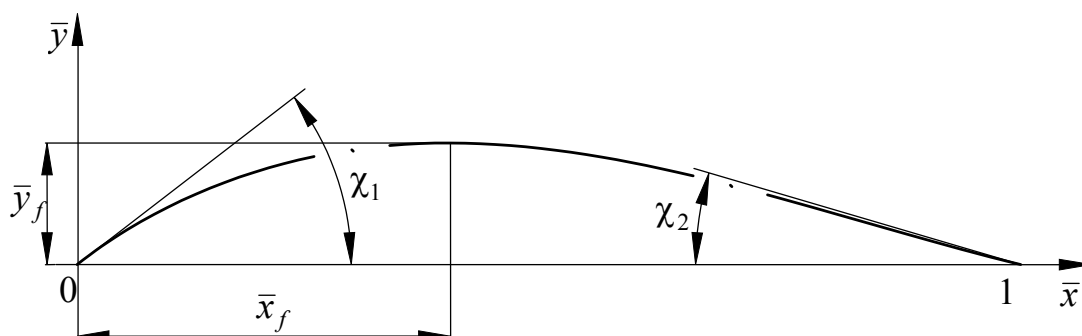


Рис. 1. Геометричні параметри середньої лінії профілю лопатки осьового компресора

Скелетна лінія будується за умови, що її хорда, під якою розуміється довжина відрізка, що з'єднує початкову і кінцеву точки середньої лінії, має одиничну довжину. Отже, геометричне моделювання кривої, яка подає скелетну лінію, виконується у відносних координатах, в яких абсциса  $\bar{x}$  змінюється в межах від 0 до 1.

Розглянемо цю криву, як складену, що формується двома ділянками, які стикаються в точці з координатами  $(\bar{x}_f, \bar{y}_f)$ . Кожну ділянку будемо подавати параметричною кривою в натуральній параметризації, коли параметром виступає натуральний параметр кривої – її довжина. Для замикання системи рівнянь візьмемо лінійний закон розподілу кривини  $k$  у наступному вигляді:

$$k = as + b,$$

де  $a$  і  $b$  – невідомі коефіцієнти, які визначаються в процесі моделювання бажаної кривої.

Параметричні рівняння модельованої кривої у натуральній параметризації мають записуються наступним чином:

$$\begin{aligned} x(s) &= x(0) + \int_0^s \cos \varphi(s) ds; \\ y(s) &= y(0) + \int_0^s \sin \varphi(s) ds. \end{aligned}$$

Кут  $\varphi(s)$  визначається залежністю

$$\varphi(s) = \varphi(0) + \int_0^s k(s) ds = \varphi(0) + \frac{as^2}{2} + bs.$$

Знаючи кути нахилу дотичних в початковій та кінцевій точках ділянки кривої можна знайти вираз для визначення коефіцієнта  $a$

$$a = \frac{2}{S^2} [\varphi(S) - \varphi(0) - bS]$$

і цим самим зменшити кількість невідомих до двох. До цих невідомих відносяться коефіцієнт  $b$  і довжина дуги  $S$ . Їх визначення реалізується шляхом розв'язання оптимізаційної задачі.

На рис. 2 наведені результати моделювання плоских кривих з початковими даними, характерними для середніх ліній профілів плоских

перерізів компресорних лопаток. При цьому варіювалися кути нахилу дотичних у початковій точці від 25 до 35 градусів (рис. 2 а), кути нахилу дотичних у кінцевих точках від 10 до 20 градусів (рис. 2 б), координати  $\bar{x}_f$  у межах від 0,35 до 0,45 (рис. 2 в) і, нарешті, величини максимального прогину  $\bar{y}_f$  у межах від 0,08 до 0,12 (рис. 2 г).

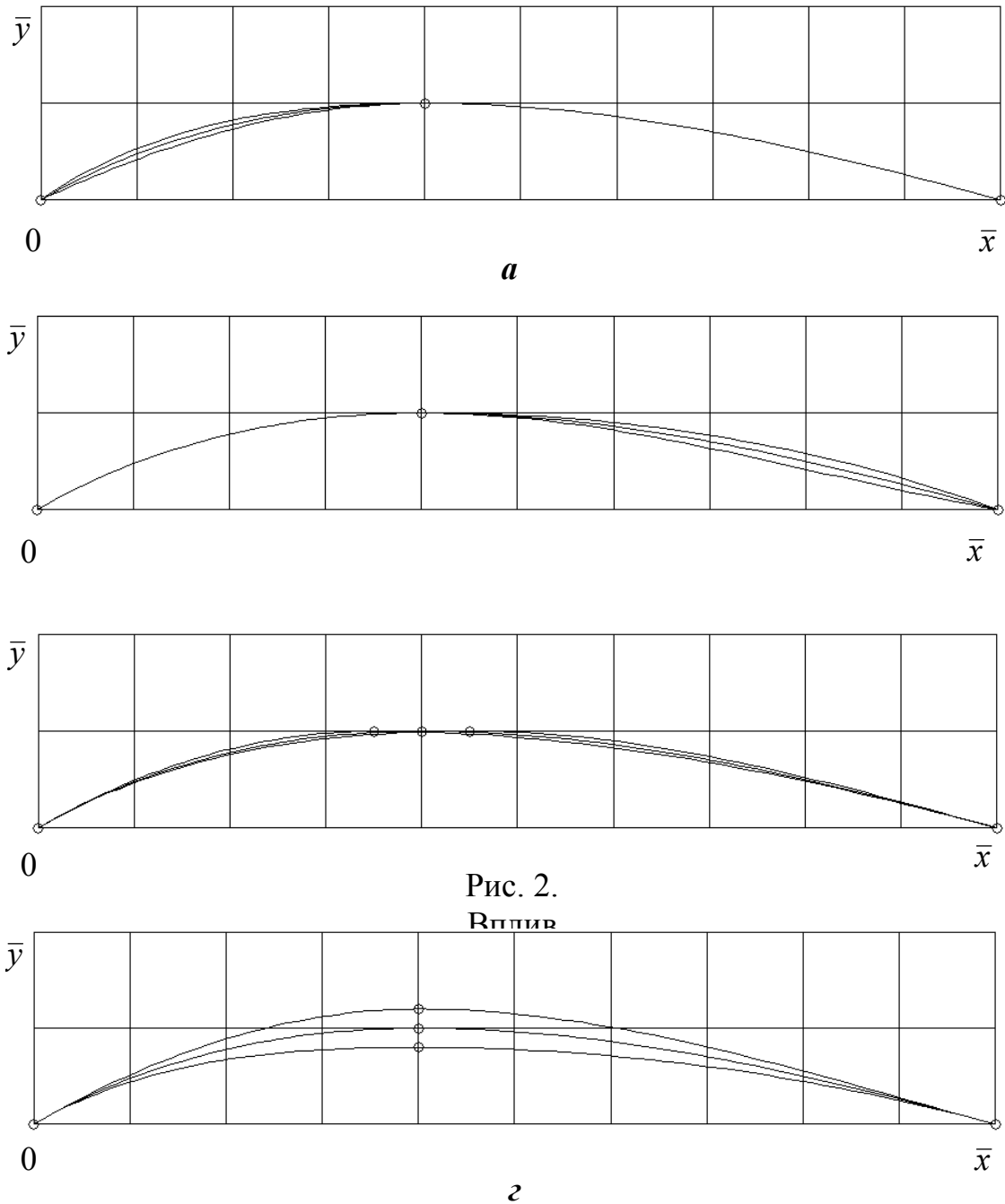


Рис. 2.  
Вплив

Рис. 2. Вплив геометричних параметрів на форму скелетної лінії

Ці графічні залежності наочно підтверджують можливість моделювання плоских кривих, які можуть застосовуватись при формуванні профілів лопаток осьового типу.

Слід зазначити, що запропонований метод геометричного моделювання середньої лінії профілю лопатки найкращим чином підходить для побудови середньої лінії плоских поперечних перерізів *S*-подібних лопаток перспективних осьових компресорів. Це обумовлюється тим, що подібна середня лінія складається із сегментів двох клотоїд, які допускають як наявність радіусних і прямолінійних ділянок, так і забезпечення перегину на кривій, що моделюється.

### Література

1. **Борисенко, В.Д.** Метод аналітичного подання скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів [Текст] / В.Д. Борисенко, Є.І. Друзь // Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів: Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції. – Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2016. – С. 55-58.

2. **Борисенко, В.Д.** Геометричне моделювання дволанкових *s*-подібних кривих [Текст] / В.Д. Борисенко, С.А. Устенко, Є.І. Друзь // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 6, Т. 2. – С. 14-21.

3. **Борисенко, В.Д.** Моделювання *S*-подібних скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів дугами кіл / В.Д. Борисенко, Є.І. Друзь // Геометричне моделювання та інформаційні технології: науковий журнал. – Миколаїв: МНУ, 2017, № 1 (3). – С. 30-33.



*Матеріали надійшли: 03.10.2017*

УДК 658.512:514.1; 514.8

**Шоман О.В.**

завідувач кафедри геометричного моделювання та комп'ютерної графіки  
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

## **РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФАКТОРІВ ПЕРЕДАЧІ ПРОМЕНЕВОЇ ЕНЕРГІЇ**

*Розглядаються поняття, на основі яких створюються геометричні моделі системи об'єктів, що передають і приймають променеву енергію. Наводяться приклади визначення форм-факторів.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, форм-фактор, передача променевої енергії, алгоритми комп'ютерної графіки.*

Побудова й опис геометричної моделі системи об'єктів променевого енергообміну спираються на метод графічного моделювання [1–3], для якого характерною проблемою залишається трудомісткість графічних побудов. В практичних задачах моделювання об'єктів променевого енергообміну вихідними даними є експериментальні дані або розв'язки суміжних задач, де після аналізу геометричної форми поверхонь тіл, що входять до системи випромінювач – приймач, цю форму може бути спрощено, наприклад, через заміну заданих поверхонь на інші (виток зміювика – на тор та ін.) [2].

Використання графічних методів спрямовано на визначення геометричних інваріантів випромінювання – кутових коефіцієнтів [1–3]. На основі так званого підходу "оберненого променя" для реалізації розрахунків геометричних факторів теоретично можна "підмінити" поняття точок поверхні приймача поняттям точок поверхні випромінювача, і навпаки. Наприклад, у відбивальних системах [4] таким чином виявляють точки, що підпорядковані закону двоїстості (точка джерела променів та точка повернення катакаустики). В алгоритмах комп'ютерної графіки (наприклад, у визначенні освітленості тривимірних комп'ютерних моделей) частіше застосовуваним за кутовий коефіцієнт є поняття форм-фактору [5].

Типова позиційна задача системи поверхонь променевого енергообміну складається з двох етапів: аналіз геометричної форми й опис поверхонь випромінювача і приймача; оцінка взаємної видимості точок цих поверхонь [2]. Вибором методу обчислення форм-факторів визначається ефективність алгоритму розв'язання задачі в цілому [6]. Засобами бібліотеки комп'ютерної графіки OpenGL було реалізовано алгоритм визначення форм-факторів від джерела у вигляді "спіралеподібної" поверхні [7]. Для розрахунку форм-фактору використано проекцію цієї випромінюючої поверхні на півкуб.

### Література

1. **Зигель, Р.** Теплообмен излучением [Текст]: Пер. с англ. / Р. Зигель, Дж. Хауэл. – М. : Мир, 1975. – 934 с.
2. **Шоман, О.В.** Самоопромінення каналової поверхні [Текст] / О. В. Шоман, В. О. Самарін, Я. П. Легета // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2009. – Вип. 82. – С. 73-79.
3. **Рубцов, Н.А.** Геометрические инварианты излучения [Текст] / Н. А. Рубцов, В. А. Лебедев. – Новосибирск : Институт теплофизики АН СССР (СО), 1989. – 242 с.
4. **Рева, Г.В.** Метод розрахунку відбивачів ударних вибухових хвиль для гасіння лісових пожеж [Текст] / Г. В. Рева, Л. М. Куценко. – Х. : ХІПБ МВС України, 1998. – 19 с.
5. **Ashdown, I.** Radiosity: A Programmer's Perspective / I. Ashdown. – Heart Consultants Limited, Canada, 2002. – 515 p.
6. **Адрианов, В.Н.** Современное состояние и проблемы теории радиационного и сложного теплообмена [Текст] / В. Н. Адрианов // Достижения в области радиационного теплообмена. – Минск : ИТМ АН БССР, 1987. – С. 13-29.
7. **Шоман, О.В.** Визначення форм-факторів передачі променевої енергії [Текст] / О. В. Шоман, А. О. Дашкевич, В. Я. Даниленко // Комп'ютерно-інтергровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2015. – № 19. – С. 167-172.



УДК 658.512:514.1; 514.8

**Даниленко В.Я.**доцент кафедри інженерної та комп'ютерної графіки  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОГЛЯДОВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ДОПОМОГОЮ ПАНОРАМНИХ РЕЛЬЄФІВ**

Важливим етапом проектування транспортних засобів є визначення зорового сприйняття оточуючого простору водіями та пасажиром [1]. Цей етап пов'язується з коригуванням оглядовості транспортних засобів. Тому виникає потреба в побудові масиву наочних зображень кузовів транспортних засобів. Зображення можна виконувати як на поверхнях простору (на картинах), так і на шарах простору (на рельєфах).

Специфіка рельєфних зображень полягає в тому, що просторові об'єкти відображаються у визначений шар простору, – і навпаки. Така структура надає можливість виявляти геометричні параметри кузовів транспортних засобів та обумовлює необхідність формування не тільки прямих, а й обернених перетворень. Панорамні рельєфи, які пов'язані з визначенням оглядовості транспортних об'єктів, потребують відповідних алгоритмів центральних відображень. Отже, побудова кругових рельєфних панорам спирається на можливість саме перспективи. Використання синтетичного та аналітичного дослідницьких шляхів дозволило визначити основні типи рельєфних панорам [2]: еліптичний (пряма лінія не має спільних точок з кривою другого порядку), параболічний (пряма лінія є дотичною до кривої другого порядку), гіперболічний (пряма лінія перетинає криву другого порядку в двох точках).

Важливим компонентом розв'язання задач оглядовості [3] є обернені перетворення панорамних рельєфів. Вони надають інструмент для перевірки та коригування елементів системи водій (пасажир) – автомобіль – дорога – водій (пасажир). Можна виділити кілька основних варіантів перевірки оглядовості транспортних засобів, кожний з яких для своєї реалізації потребує відповідного масиву кругових рельєфів: для зображення інтер'єру – рельєфів еліптичного



типу [4]; для зображення кузова – рельєфів параболічного типу [5]; для зображення екстер'єру – рельєфів гіперболічного типу [6].

Оцінка та коригування оглядовості транспортних засобів і автомобільних доріг [7] вимагають конкретних показників як прямих, так і обернених перетворень панорамних рельєфів. Прямі перетворення забезпечують одержання рельєфних зображень існуючих елементів транспортного засобу. Обернені ж перетворення надають можливість перевіряти і коригувати (за нормативами оглядовості) розташунок тих конструктивних елементів, які ще тільки проектується.

### Література

1. **Лобанов, Е.М.** Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя [Текст] / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.
2. **Михно, О.Д.** К вопросу исследования отображений, применяемых при построении рельефных панорам [Текст] / О.Д. Михно // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К. : Будівельник, 1970. – Вып. 11. – С. 132–139.
3. **Кавун, Ю.М.** К вопросу обзорности средств транспорта [Текст] / Ю.М. Кавун // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К. : Будівельник, 1973. – Вып. 16. – С. 127–130.
4. **Даниленко, В.Я.** Визначення характеристик панорамних рельєфів еліптичного типу з позицій обзорності транспортних засобів [Текст] / В.Я. Даниленко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2010. – Вып. 84. – С. 163–167.
5. **Даниленко, В.Я.** Про формування панорамних рельєфів параболічного типу для оцінки обзорності автомобільних кузовів [Текст] / В.Я. Даниленко // Технічна естетика і дизайн. – К. : Віпол, 2011. – Вып. 8. – С. 92–97.
6. **Даниленко, В.Я.** Зв'язок панорамних рельєфів гіперболічного типу з оцінкою обзорності транспортних і дорожніх об'єктів [Текст] / В.Я. Даниленко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К. : КНУБА, 2011. – Вып. 88. – С. 126–131.
7. **Симонин, С.И.** Наглядные изображения при проектировании автомобильных дорог [Текст] / С. И. Симонин, Ю. В. Котов. – М. : Транспорт, 1983. – 159 с.



*Матеріали надійшли: 04.10.2017*

УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

<http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Устенко С.А.**

<http://orcid.org/0000-0003-4968-1233>

<http://www.researcherid.com/rid/K-2490-2015>

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

**Мартиненко В.С.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ПОБУДОВА ПЕРЕХІДНОЇ КРИВОЇ ДЛЯ ІСНУЮЧИХ ДІЛЯНОК ЗАЛІЗНИЧНОГО ШЛЯХУ

При з'єднанні прямолінійної та кругової ділянок залізничного шляху потрібно забезпечити плавність перехідної кривої, а також рівність кутів нахилу дотичної та кривини на її кінцях (рис. 1). При цьому виникають задачі, коли розташування прямолінійної та центра кругової ділянок має залишитись незмінним, наприклад, при побудові перехідної кривої для існуючої ділянки залізничного шляху.

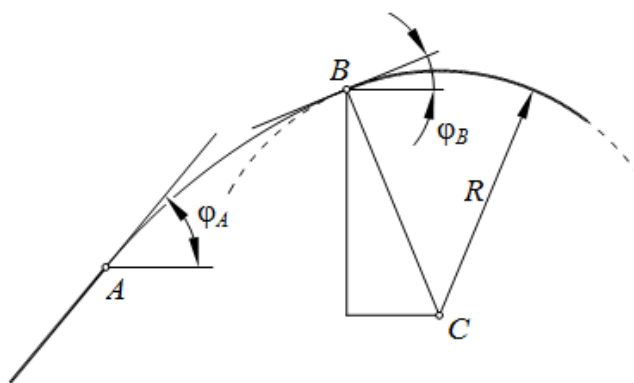


Рис. 1. До побудови перехідної кривої на існуючій ділянці залізничного шляху

У такому випадку можна взяти криву, яка генерується за умови, що задано графік розподілу кривини  $k$  четвертого порядку:

$$k(s) = as^4 + bs^3 + cs^2 + ds + e, \quad (1)$$

де  $a, b, c, d, e$  – коефіцієнти розподілу кривини;  $s$  – довжина кривої лінії.

Невідомі коефіцієнти залежності (1) та довжина кривої лінії  $s$  визначаються в процесі моделювання перехідної кривої.

Оскільки перехідна крива з'єднує прямолінійну та кругову ділянки, то в початковій точці  $A$  її кривина дорівнює нулю, а в кінцевій точці  $B$  – величині  $1/R$ . Крім того, для уникнення появи стрибкоподібного кутового прискорення при вписуванні екіпажу в криву похідна кривини на початку і в кінці перехідної кривої повинна дорівнювати нулю.

Похідна кривини визначається виразом:

$$\frac{dk(s)}{ds} = 4as^3 + 3bs^2 + 2cs + d. \quad (2)$$

Підставивши граничні умови до залежностей (1) і (2), отримаємо наступні вирази для коефіцієнтів розподілу кривини:

$$a = \frac{c - \frac{3}{RS^2}}{S^2}; \quad b = -2 \frac{c - \frac{2}{RS^2}}{S}; \quad d = e = 0,$$

де  $S$  – довжина перехідної кривої від точки  $A$  до точки  $B$ , яка є невідомою.

Підставимо значення коефіцієнтів до виразу (1) і отримаємо:

$$k(s) = \frac{s^2}{S^2} \left[ c(s - S)^2 + \frac{s}{RS^2} (4S - 3s) \right].$$

Вихідними даними для геометричного моделювання перехідної кривої будуть наступні: координати кінцевої точки  $A$  прямолінійної ділянки залізничного шляху, кут нахилу прямолінійної ділянки  $\varphi_A$  в її кінцевій точці, радіус кола кругової ділянки  $R$  та її центр  $C$ .

Залежність для визначення кута нахилу дотичної до кривої в довільній її точці визначатиметься виразом:

$$\varphi(s) = \varphi_A + \frac{s^3}{5S^4} \left[ \frac{cS^2}{6} (6s^2 - 15sS + 10S^2) + \frac{s}{R} (5S - 3s) \right].$$

Кут нахилу дотичної  $\varphi_B$  до кругової ділянки обчислюватиметься за таким виразом:

$$\varphi_B = \varphi_A + \frac{S}{5} \left( \frac{cS^2}{6} + \frac{2}{R} \right).$$

Координати початкової точки  $B$  кругової ділянки можна визначити з елементарних міркувань:

$$x_B = x_C - R \sin \varphi_B; y_B = y_C + R \cos \varphi_B.$$

З іншого боку, координати кінцевої точки  $B$  перехідної кривої будуть обчислюватися за формулами:

$$x_B = x_A + \int_0^S \cos \varphi(s) ds; y_B = y_A + \int_0^S \sin \varphi(s) ds.$$

Оскільки це одна й та ж точка, то прирівнявши її відповідні координати, отримаємо два рівняння з двома невідомими  $a$  та  $S$ :

$$x_C - x_A - R \sin \varphi_B - \int_0^S \cos \varphi(s) ds = 0;$$

$$y_C - y_A + R \cos \varphi_B - \int_0^S \sin \varphi(s) ds = 0.$$

Після знаходження невідомих параметрів за допомогою числового методу мінімізації функціоналу, за який прийнято відхилення проміжно отриманої точки кінцевої точки від заданої точки  $B$ , обчислюють координати перехідної кривої, які потім можна використовувати або для встановлення нових, або для контролю вже існуючих рейок.

На рис. 2 представлені результати моделювання перехідної кривої  $AB$ , отриманої за таких вихідних даних: радіус кругової ділянки  $R = 310$  м,

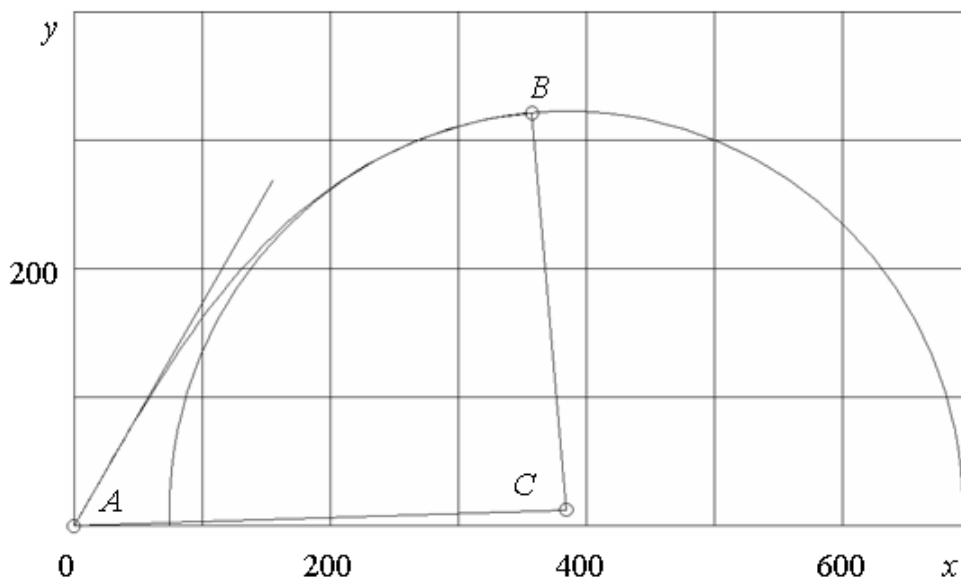


Рис. 2. Приклад перехідної кривої для існуючої ділянки шляху

координати центра кола  $X_C = 384,5$  м,  $Y_C = 12,6$  м, кут нахилу прямолінійної ділянки  $\varphi_A = 60^\circ$ . З розгляду рисунка випливає, що перехідна крива є дотичною до прямолінійної та кругової ділянок шляху.

На рис. 3 показані графіки розподілу кривини та похідної від неї, взятої по довжині дуги. Результати представлені в залежності від відносної довжини дуги кривої. Графік кривини свідчить про те, що ця характеристика кривої в початковій точці має нульове значення, а в кінцевій – оберненій величині радіуса кругової ділянки шляху. Похідна ж від кривини в цих точках має нульове значення. Тобто виконані всі умови, за яких будувалася перехідна крива.

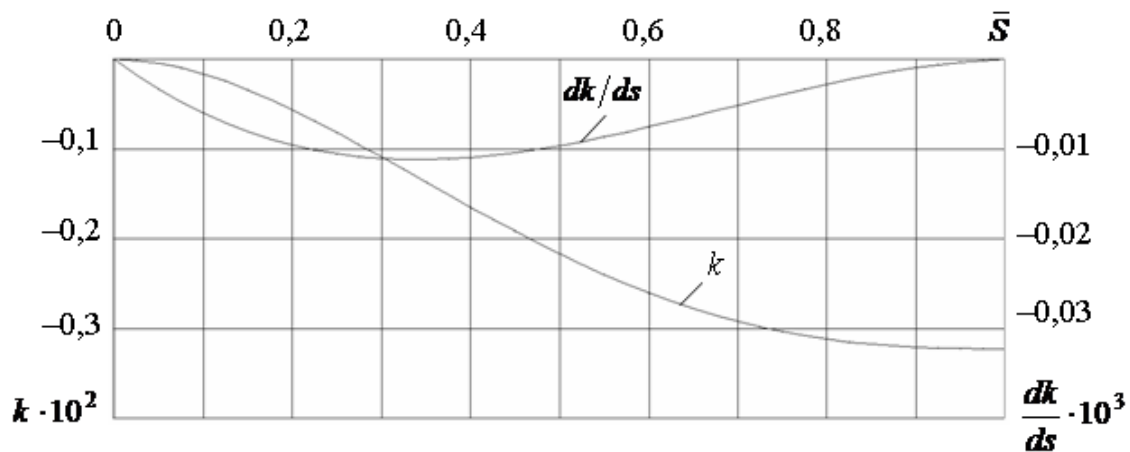


Рис. 3. Залежності кривини та її похідної від відносної довжини кривої

Таким чином, розроблено новий метод геометричного моделювання перехідних кривих, що базується на застосуванні розподілу кривини четвертого степеня.



УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

<http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Устенко С.А.**

<http://orcid.org/0000-0003-4968-1233>

<http://www.researcherid.com/rid/K-2490-2015>

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ ЛІНІЙ З КУБІЧНОЮ ЗАЛЕЖНІСТЮ КРИВИНИ ВІД ДОВЖИНИ ДУГИ

Пропонується метод геометричного моделювання параметричних кривих з параметром у вигляді довжини дуги  $s$ , яка є натуральним параметром. Крива проходить через три точки  $0-2$  з відомими в них кутами нахилу дотичних  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ . Для замкнення системи рівнянь і забезпечення можливості проведення числового інтегрування застосовано кубічний закон розподілу кривини від довжини дуги:

$$k(s) = as^3 + bs^2 + cs + d, \quad (1)$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – невідомі коефіцієнти, які підлягають визначенню в процесі моделювання кривої.

Цьому закону розподілу кривини відповідає наступна залежність кута нахилу дотичної до кривої від довжини дуги обводу:

$$\varphi(s) = \varphi_0 + \frac{as^3}{4} + \frac{bs^2}{3} + \frac{cs}{2} + d \cdot s, \quad (2)$$

де  $\varphi_0$  – кут нахилу дотичної до кривої в початковій точці.

Параметричні рівняння дуги криволінійного обводу за цих умов набувають вигляду:

$$\begin{aligned} x(s) &= x_0 + \int_0^s \cos \left[ \varphi_0 + \frac{as^4}{4} + \frac{bs^3}{3} + \frac{cs^2}{2} + d \cdot s \right] ds; \\ y(s) &= y_0 + \int_0^s \sin \left[ \varphi_0 + \frac{as^4}{4} + \frac{bs^3}{3} + \frac{cs^2}{2} + d \cdot s \right] ds, \end{aligned} \quad (3)$$

де  $x_0$ ,  $y_0$  – координати початкової точки модельованого криволінійного обводу.

Коефіцієнти закону розподілу кривини (1) знаходяться для модельованої кривої, але з відліком довжини дуги кожної ділянки  $S_1$  і  $S_2$ . Таким чином, в задачі, що розглядається, існують шість невідомих, це коефіцієнти  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  і довжини ділянок  $S_1$  і  $S_2$ .

Для зменшення кількості невідомих записують рівняння (2) для точок 1 і 2, в яких також відомі кути нахилу дотичних:

$$\varphi_1 = \varphi_0 + \frac{aS_1^4}{4} + \frac{bS_1^3}{3} + \frac{cS_1^2}{2} + d \cdot S_1;$$

$$\varphi_2 = \varphi_0 + \frac{aS_2^4}{4} + \frac{bS_2^3}{3} + \frac{cS_2^2}{2} + d \cdot S_2.$$

З цих залежностей знаходять вирази для визначення коефіцієнтів  $a$  і  $b$ . Решта коефіцієнтів закону (1) та довжини дуг  $S_1$  і  $S_2$  знаходяться розв'язанням оптимізаційної задачі, пов'язаної з мінімізацією відхилень проміжно побудованої кривої (при деяких значеннях невідомих коефіцієнтів і довжин дуг) від заданих точок 1 і 2. Координати точок проміжних кривих при розв'язанні задачі оптимізації визначаються за виразами (3).

Оскільки в поставленій задачі існують два критерії, бо крива, яка вийшла з точки 0 має пройти спочатку через точку 1, а потім через точку 2, то вона відноситься до класу багатокритеріальних задач. У цій роботі для її розв'язання застосовано метод Гермейера, який передбачає використання для цільової функції (у нашому випадку існують дві цільові функції  $W_i$ ) єдиного показника  $Q$ , в якому цим складовим приписують різну вагу  $\lambda_i$ , пронормовану на 1. Тобто

$$Q = \sum \lambda_i W_i,$$

$$\sum \lambda_i = 1.$$

Отже, в оптимізаційній задачі використовувався наступний вираз для цільової функції:

$$Q = \lambda_1 \sqrt{(x'_1 - x_1)^2 + (y'_1 - y_1)^2} + \lambda_2 \sqrt{(x'_2 - x_2)^2 + (y'_2 - y_2)^2}, \quad (4)$$

де  $\lambda_1$  і  $\lambda_2$  – нормувальні коефіцієнти, сума яких дорівнює одиниці;

$x'_1, y'_1$  і  $x'_2, y'_2$  – координати точок, аналогічних точкам 1 і 2, але отримані при проміжних значеннях невідомих величин варійованих під час розв'язання оптимізаційної задачі.

Введення в цільову функцію нормувальних коефіцієнтів  $\lambda_i$  дозволяє двокритеріальну задачу звести до однокритеріальної.

Для розв'язання оптимізаційної задачі був застосований високоефективний алгоритм мінімізації функції багатьох змінних, запропонований Хуком-Дживсом<sup>1</sup>.

На підставі запропонованого методу моделювання плоских кривих у натуральній параметризації з кубічним законом розподілу кривини розроблено програму розрахунків та візуалізації отриманих результатів на ПЕОМ.

Практична реалізація запропонованого методу геометричного моделювання плоских кривих у натуральній параметризації із застосуванням кубічного закону розподілу кривини підтвердила його працездатність. Плідною виявилася ідея визначення невідомих коефіцієнтів законів розподілу кривини шляхом мінімізації відхилення вихідних точок від проміжно отриманих їх аналогів при розв'язанні оптимізаційної задачі.

Подальші зусилля в сфері цих досліджень мають бути спрямовані на їх впровадження та адаптації до потреб практики, зокрема, при моделюванні обводів виробів технологічно складних галузей промисловості.



*Матеріали надійшли: 05.10.2017*

<sup>1</sup> **Hooke, R.** Direct search solution of numerical and statistical problems [Text] / R. Hooke, T.A. Jeeves // Journal of the ACM. – 1961. – Vol. 8, No 2. – P. 212-229.



УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

<http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

професор кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

**Устенко І.В.**

<http://orcid.org/0000-0003-1541-2414>

доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

## **МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ У НАТУРАЛЬНІЙ ПАРАМЕТРИЗАЦІЇ З СИНУСОЇДАЛЬНОЮ ЗАЛЕЖНІСТЮ ЇХ КРИВИНИ ВІД ДОВЖИНИ ДУГИ**

Криві лінії знайшли широке застосування при розв'язуванні багатьох задач, пов'язаних з геометричним моделюванням плоских і просторових обводів різноманітних технічних об'єктів. Кривими лініями описуються корпуси суден, літаків, автомобілів, профілі лопаток турбін і компресорів тощо. Нові сфери застосування кривих вимагають розробки відповідних методів їх побудови. При моделюванні кривих часто застосовуються їх параметричні рівняння, в яких за параметр приймається довжина дуги [1 – 4].

Незважаючи на розмаїття підходів до моделювання кривих, висвітлених в науковій літературі, проблема розробки нових методів їх побудови і на цей час є актуальною, оскільки практика проектування технологічно складних виробів висуває нові завдання, спрямовані на подальше удосконалення підходів до моделювання кривих. Таким чином, проблема розробки нових методів побудови кривих має важливе теоретичне та особливо практичне значення.

У роботі [1] запропоновано метод геометричного моделювання плоских кривих із застосуванням синусоїдальної залежності кривини від довжини дуги шляхом числового інтегрування системи диференціальних рівнянь, виведених французькими геометрами Серре і Френе. Числове інтегрування рівнянь Серре-Френе реалізовувалося методом Рунге-Кутта з додатковими умовами, за які приймалися синусоїдальні залежності кривини кривої від довжини дуги у наступному вигляді:

$$k(s) = A \sin^2(s) + 1,$$

де  $A$  – коефіцієнт, що варіюється.

У цій роботі пропонується моделювати криві із застосуванням модифікованого синусоїдального закону розподілу кривини

$$k(s) = A \sin^2(bs) + 1, \tag{1}$$

де  $A$  і  $b$  – коефіцієнти, що варіюються.

При цьому координати модельованих кривих визначалися числовим інтегруванням методом трапецій параметричних рівнянь вигляду:

$$\begin{aligned} x(s) &= x(0) + \int_0^s \cos \varphi(s) ds; \\ y(s) &= y(0) + \int_0^s \sin \varphi(s) ds. \end{aligned} \tag{2}$$

Нижче на рис. 1 і 2 наведені результати моделювання плоских кривих із застосуванням синусоїдального закону розподілу кривини, в якому коефіцієнт  $b$  дорівнював ірраціональному числу  $\pi$ . На цих рисунках градуювання координатних осей виконано з кроком 0,25. Підписи під рисунками містять вираз синусоїдального розподілу кривини, за яким було отримано ці конкретні графічні результати.

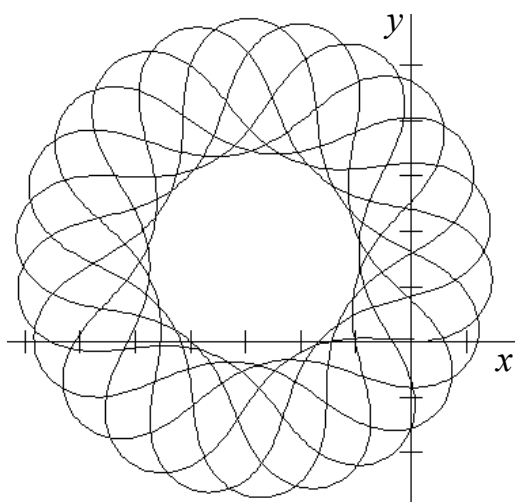


Рис. 1.  $k(s) = 3 \sin(\pi s) + 1$

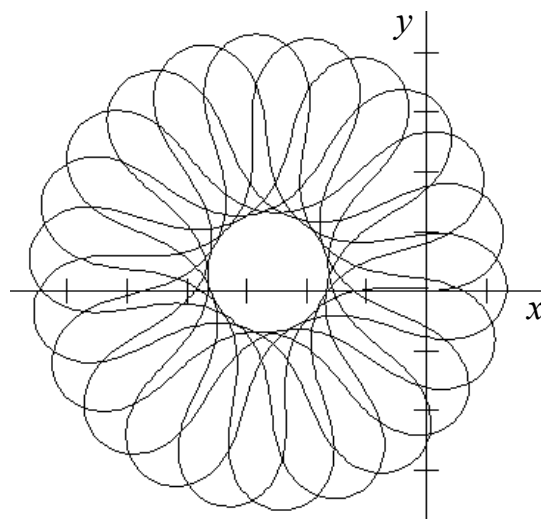


Рис. 2.  $k(s) = 4 \sin(\pi s) + 1$

Зрозуміло, що інформація, наведена на рис. 1 і 2, має чисто ілюстративний характер, вона демонструє можливості запропонованого методу

модельовання плоских кривих із застосуванням параметричних рівнянь (2) і синусоїдального закону (1) розподілу кривини по довжині дуги кривої. Розрахунки проводилися за таких значеннях довжини дуги, які б забезпечували побудову всієї кривої, а не окремої її частини. У зв'язку з цим максимальне значення довжини дуги, яке вимірювалося в  $\pi$  одиницях, сягало, в залежності від варіанту, восьми – шістнадцяти  $\pi$ .

### Література

1. **Агарков, О.Ю.** Моделювання кривих з синусоїдальною залежністю їх кривини від довжини дуги [Текст] / О.Ю. Агарков // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2014. – № 3 (50). – С. 554-558.
2. **Бадаєв, С.Ю.** Інтегральні криві із заданим законом кривини [Текст] / С.Ю. Бадаєв // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь: ТДАТА, 2003. – Вип. 4. – Том 18. – С. 132-134.
3. **Борисенко, В.Д.** Геометричне моделювання плоских криволінійних обводів за заданим параболічним законом розподілу їх кривини [Текст] / В.Д. Борисенко, С.А. Устенко, В.С. Комар // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь: ТДАТУ, 2007. – Вип. 4. – Том 35. – С. 26-31.
4. **Pal, T.K.** Two-dimensional curve synthesis using liner curvature elements [Text] / T.K. Pal, A.W. Nutbourne // Computer Aided Design. – 1977. – Vol. 9. – No 2. – P. 77-84.



УДК 515.2:519.85

**Комяк В.М.**

професор

[vkomyak@ukr.net](mailto:vkomyak@ukr.net)**Данілін О.М.**

ад'юнкт

[danilin7887@gmail.com](mailto:danilin7887@gmail.com)

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

## АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ УМОВ НЕПЕРИТИНАННЯ ЕЛІПСІВ

*В роботі пропонується алгоритм отримання квазі- $\rho$ -функції для побудови умов неперитинання двох еліпсів.*

*Ключові слова: еліпс, умови неперитинання, квазі- $\rho$ -функція.*

**Постановка проблеми.** Широкий спектр наукових і практичних застосувань задачі розміщення еліпсів [1] потребує розробки ефективних алгоритмів, що засновані на застосуванні методів оптимізації розміщення великої кількості еліпсів. У зв'язку з цим, виникає необхідність у розробці ефективних, з точки зору складності, підходів до геометричного моделювання умов неперитинання еліпсів, які допускають неперервні трансляції, обертання.

**Аналіз останніх досягнень та публікацій.** Як ефективний засіб геометричного моделювання відносин неперитинання пари еліпсів використовуються функції з класу  $\rho$ -функцій, що запропоновані в роботі Стояна Ю.Г [2]. В роботах [3] для побудови умов неперитинання еліпсів використовується апроксимація еліпсів у вигляді об'єднання базових об'єктів. Задача оптимальної упаковки еліпсів, що допускають неперервні обертання, розв'язана в [3], де отримано локально-оптимальні рішення при  $N < 120$  ( $N$  – кількість об'єктів розміщення). В роботі [1] отримано глобальний розв'язок для невеликої кількості еліпсів ( $N < 14$ ), а для більшої кількості еліпсів пропонують евристичний polyhithic-алгоритм.

**Метою дослідження** є розробка ефективних алгоритмів моделювання умов взаємодії між еліпсами (неперитинання, торкання, перетинання), які б дозволили розв'язувати практичні задачі великої вимірності.

**Постановка задачі та її розв'язок.** Розглянемо еліпси  $E_i(t_i)$  і  $E_j(t_j)$ , які задані у власних системах координат. Еліпси  $E_i(t_i)$  і  $E_j(t_j)$  задані великими

піввісьями  $a_i, a_j$  і малими піввісьями  $b_i, b_j$  відповідно. Необхідно здійснити геометричне моделювання умов неперетинання еліпсів для розробки ефективних алгоритмів їх моделювання розміщення.

В роботі [4] доведено таке твердження.

*Твердження 1.* Якщо еліпси не перетинаються, то існує така пряма  $L_{ij}^\perp$ , яка проходить через центр системи координат таким чином, що проекції еліпсів на дану пряму не перетинаються (рис. 1).

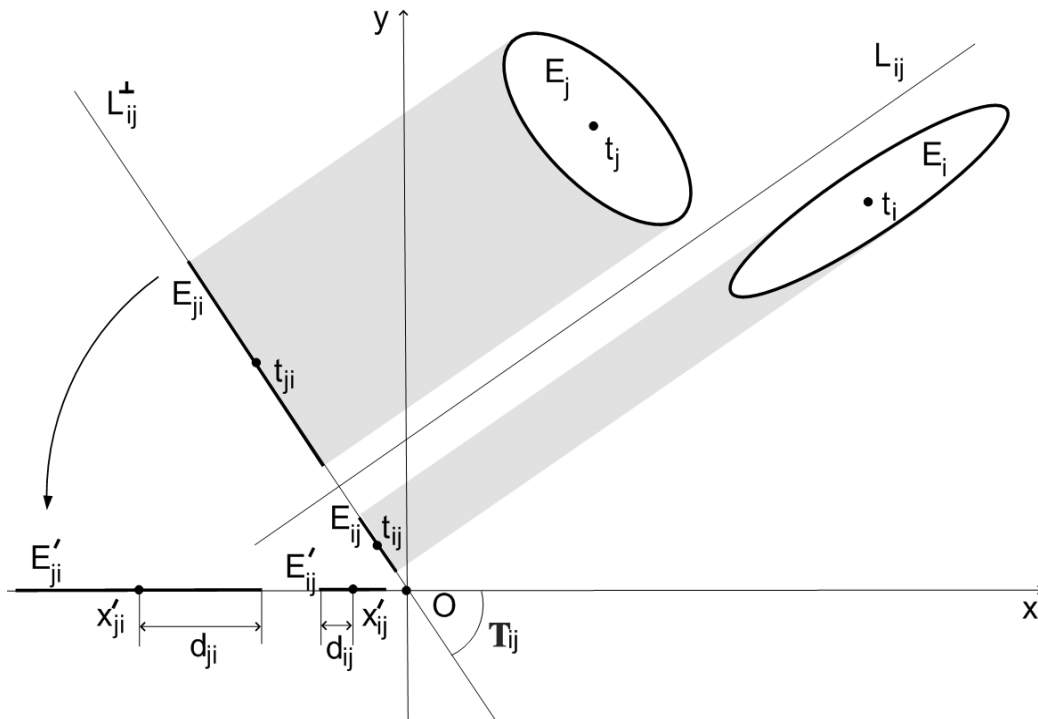


Рис. 1. Геометрична ілюстрація до побудови  $\Phi^{E_i E_j}$

Для опису умов неперитинання отримана квази- $\phi$ -функція  $\Phi^{E_i E_j}$  [4] у вигляді:

$\Phi^{E_i E_j} = x'_{ij} - x'_{ji} - d_{ij} - d_{ji}$ , алгоритм побудови – наступна послідовність кроків:

Крок 1. Побудуємо розділяючу пряму  $L_{ij}$ :  $y = kx + b$  для еліпсів  $E_i(t_i)$  і  $E_j(t_j)$ . Запишемо рівняння паралельної їй прямої, що проходить через точку  $(x_i, y_i)$ , як  $L'_{ij} : y - y_i = k(x - x_i)$ .

Крок 2. Рівняння прямої  $L_{ij}^\perp : y = -\frac{1}{k}x$ .

Крок 3. Позначимо через  $(x_{ij}, y_{ij})$  точку перетину прямих  $L'_{ij}$  і  $L_{ij}^\perp$ . Ця точка

визначається з системи: 
$$\begin{cases} y_{ij} - y_i = k(x_{ij} - x_i); \\ y_{ij} = -\frac{1}{k}x_{ij}. \end{cases}$$

В результаті отримаємо:  $x_{ij} = \frac{(kx_i - y_i)k}{k^2 + 1}$ ;  $y_{ij} = \frac{y_i - kx_i}{k^2 + 1}$ .

Крок 4. Визначимо кут повороту  $T_{ij}$  прямої  $L_{ij}^\perp$ .

Крок 5. Визначимо  $x'_{ij} = x_{ij} \cos T_{ij} - y_{ij} \sin T_{ij}$ .

Крок 6. Виконуючи кроки 1 – 4, визначимо  $x'_{ji} = x_{ji} \cos T_{ij} - y_{ji} \sin T_{ij}$  для еліпсу  $E_j(t_j)$ .

Крок 7. Визначимо

$$d_{ij} = \sqrt{a_i^2 \cos^2(\theta_i - T_{ij}) + b_i^2 \sin^2(\theta_i - T_{ij})} = \sqrt{b_i^2 + (a_i^2 - b_i^2) \cos^2(\theta_i - T_{ij})},$$

$$d_{ji} = \sqrt{a_j^2 \cos^2(\theta_j - T_{ij}) + b_j^2 \sin^2(\theta_j - T_{ij})} = \sqrt{b_j^2 + (a_j^2 - b_j^2) \cos^2(\theta_j - T_{ij})}$$

та побудуємо  $\Phi^{E_i E_j} = x'_{ij} - x'_{ji} - d_{ij} - d_{ji}$ .

**Висновки.** Запропоновано алгоритм побудови умов неперетинання еліпсів, що володіє меншою складністю порівняно з відомими і який може бути застосованим в методах оптимального розміщення неорієнтованих еліпсів.

## Література

1. **Kallrath, J.** Cutting Ellipses from Area-Minimizing Rectangles [Text] / J. Kallrath, S. Rebennack // Journal of Global Optimization. – 2013. – Vol. 59 (2-3). – P. 405 – 437. doi:10.1007/s10898-013-0125-3.
2. **Стоян, Ю.Г.** Полный класс Ф-функций для базових объектов [Текст] / Ю.Г. Стоян, Т.Е. Романова, Н.И. Чернов, А.В. Панкратов // Доп. НАН України. – 2010. – № 12. – С. 25 – 30.
3. **Суббота, И.А.** Задача оптимальной упаковки эллипсов: математические модели и методы решения [Текст] / И. А. Суббота: Дис. ... канд. техн. наук: 01.05.02. "Математичне моделювання та обчислювальні методи" – Харьков, 2014. – 120 с.
4. **Комяк, В.М.** Исследование упаковки эллипсов в задачах большой размерности [Текст] / В. М. Комяк, В. В. Комяк, А.Н. Данилин // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. – 1/4 (85), 2017. – С. 17–23.



Матеріали надійшли: 06.10.2017

УДК 72.017.2

**Басік О.В.**

студент

[basiksasha2@gmail.com](mailto:basiksasha2@gmail.com)

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне

## **ДЕННЕ СВІТЛО: СВІТЛОВІ ЛЮКИ, ШАХТИ ТА ТУНЕЛІ**

Сонячне світло в житті людини відіграє основну роль. Його нестача може послужити причиною апатії, депресії і погіршення здоров'я. Сонячне світло надає згубну дію на багато хвороботворних бактерій і вважається природним антисептиком. Саме тому правильно спроектоване і підібране освітлення забезпечує комфорт і настрій, підвищує працездатність, сприяє збереженню здоров'я.

Проте часто зустрічаються ситуації, коли в приміщення потрапляє дуже мало сонячного світла, або ж взагалі воно відсутнє. Це робить негативний вплив як на його мешканців, так і на саму конструкцію будівлі в цілому.

Щоб запобігти цьому і зробити будь яке приміщення освітленим сонячним світлом, архітектори вдалися до спроби "вирізати" частину даху та перекриття і тим самим зуміли надати природне світло в темні частини приміщення.

Разом з цією інновацією виникає класифікація таких прорізів, які формуються у 3 основні групи:

- Skylight – що означає: небесне світло або ж по науковому – світлові люки;
- Suntunnel – світлові тунелі;
- Lightwell – світлові шахти.

Новою тенденцією у сучасній архітектурі є переобладнання горищних приміщень у житлові. Освоєння порожнього горища і перетворення його в житлове приміщення, мансарду – здавна приваблювало людей. Адже це спосіб без істотних витрат збільшити житлову площу. Наявність мансарди у приватному будинку важко недооцінити, вона надає будинку особливого шарму як зовні, так і всередині. На мансардному поверсі можна влаштувати дитячу, спальню, вітальню, кабінет та інше. Мансардними вікнами в архітектурі називають похилі або вертикальні вікна у скаті покрівлі. Основна відмінність мансардних вікон від звичайних – це більша кількість свіжого повітря і

природного світла в приміщенні. Проте старі пластикові мансардні вікна вже відходять з моди. Зараз же зростає попит на нові високотехнологічні світлові люки. Деякі люки не тільки відкриваються і закриваються при натисканні на кнопку, вони також мають датчики, які автоматично закривають люк, якщо починається дощ. Деякі з них мають додаткові функції, такі як смарт-теплове антивідблискувальне скло, з різними відтінками, безлічі форм і розмірів.

Другою групою є світлові тунелі. Вони відрізняються від світлових люків тим, що передають лише відбите сонячне світло.

Світловий тунель є додатковим джерелом освітлення, що дозволяє зекономити електричну енергію. Він переносить денне світло, яке потрапляє до світловідбиваючої труби. Далі сонячне проміння відбивається від стін жорсткої або еластичної світловідбиваючої труби, спрямовується донизу та розсіюється. Встановлений в стелі розсіювач рівномірно розподіляє промені природного світла, які освітлюють приміщення.

Вертикальні світлопроводи є ідеальними для освітлення високих будинків із приміщеннями, важкодоступними для проникнення світла. В приміщеннях без вікон, що розташовані в глибині будівлі далеко від передніх фасадів, таких як, кімнати в центрі комунальних будівель з ваннами, туалетами, кухнями і т.д., в які природне світло не може проникнути через вікна, освітлення може здійснюватися саме за допомогою системи вертикальних світлопроводів.

Світлові люки дають пряме сонячне світло, часом з надмірною інсоляцією. Тунелі дають лише відбите сонячне світло, без інсоляції і її бактерицидної дії. Тому оптимальним рішенням можуть стати світлові шахти зі збалансованим рівнем інсоляції та м'яким дифузним світлом.

Світлова шахта, або ще називають світловий прямокутник – це вертикальна або похила конструкція або споруда, що складається з зовнішнього вікна та стовбура, тобто шахти. Зовні світло потрапляє через зенітний світловий ліхтар або вікно в перекритті в середину будівлі.

Світлова шахта слугує для природного освітлення внутрішніх кімнат, коридорів, підвалів, підсобних приміщень і підземних споруд. Застосовується у



випадках коли доступ до природного світла утруднений або неможливий. Можуть використовуватися як і ефективні вентиляційні канали. Зсередини поверхня шахти забарвлюється в білий колір, також може наноситься дзеркальне покриття. Часто в підвалі, розташованому так, що в ньому немає можливості встановити вікна з виходом назовні, природне освітлення забезпечує саме світлова шахта.

Отже підвівши підсумок, можна сказати, що нестачу денного світла приміщеннях можна виправити різними способами, зокрема за допомогою світлових люків, шахт та тунелів. Адже світло в житті людини є одним з важливих факторів її існування.

### Література

1. **Velux** Skylights & Roof Windows [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.veluxusa.com/cases/room-gallery/bathroom>.
2. **Skylights** Buying Guide [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hometips.com/buying-guides/skylights.html#types-of-skylights>.
3. **Світлові** тунелі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.fakro.com.ua/pokupcyam/tovari/vsi-tovari/svitlovi-tuneli/>.
4. **Световая** шахта [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Световая\\_шахта](https://ru.wikipedia.org/wiki/Световая_шахта).
5. **Light** wells, skylights and sun tunnels [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uniquewindows.ca/fenetres.php?fenetre=6>.
6. **Визуальный** символ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ilikeloft.ru/project/rabotat-v-lofte/vizualnyy-simvol.htm>.
7. **Light** well House [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://architizer.com/projects/light-well-house/>.
8. **Emergent** Design Studios [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.emergentdesignstudios.com/sw6-lightwell-house-/3cezrxtzjsqxgsuk0e0p39ylmy04lb>.



УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**<http://orcid.org/0000-0002-0857-0708>

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Корчагіна О.О.**

студент

**Рябова А.С.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ДО ПОБУДОВИ ПЕРЕХІДНИХ КРИВИХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ШЛЯХУ

На залізничних шляхах в кривих змінного радіуса (перехідних кривих) радіус колії змінюється від нескінченності до величини радіуса конкретної колової кривої. Улаштування рейкової колії на кривих її ділянках має низку особливостей, обумовлених специфікою взаємодії колії та рухомого складу, змінами конфігурації колії на криволінійних ділянках і наявністю так званих перехідних кривих, які з'єднують колові криві з прилягаючими прямими рейками або з'єднують колові криві різних радіусів кривини. Відомо, що призначенням перехідних кривих є забезпечення плавної зміни кривини в місцях з'єднання ділянок колії з різними сталими кривинами рейок.

Проектантами залізничної колії особлива увага приділяється улаштуванню перехідних ділянок при високих швидкостях руху потягів, застосуванні колійних кривих малого радіуса, при русі рухомого складу великої ваги та значної бази між колесами. У сучасних умовах, коли швидкість пасажирських потягів сягає 200 км/год і вище, вимоги до якості перехідних кривих суттєво зростають.

У цій роботі розглядається питання геометричного моделювання ділянки залізничної колії, яка влаштовується між двома прямолінійними рейками, розташованими під деяким кутом відносно одна одної. За традиційним підходом цей перехід реалізується наступним чином. Між першою прямолінійною рейкою і коловою ділянкою розташовують перехідну криву

(рис. 1), за коловою ділянкою розташовують ще одну перехідну криву, призначену для плавного входу у другу прямолінійну рейку.

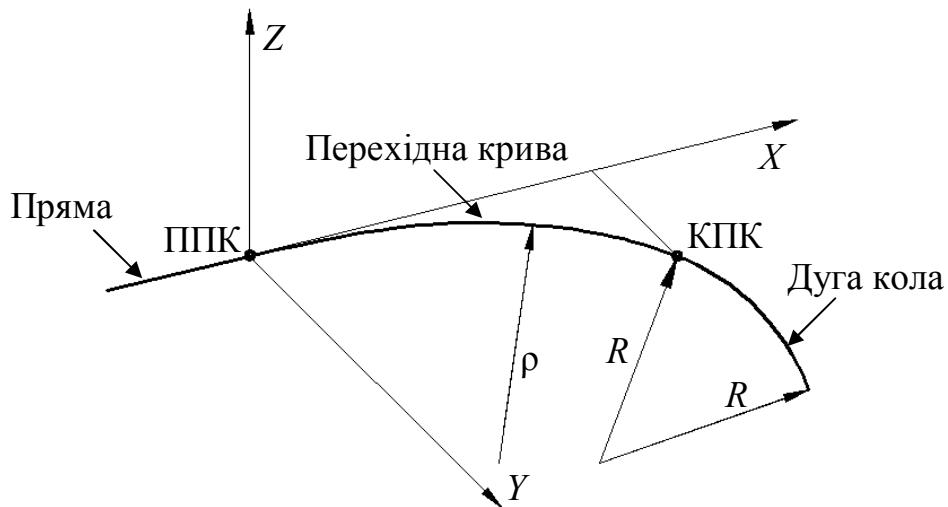


Рис. 1. Схема переходу від прямої рейки до колової кривої (ППК, КПК – початок і кінець перехідної кривої)

Кривина перехідної кривої в початковій точці дорівнює нулю, а в кінцевій точці – величині оберненій радіусу колової ділянки. На коловій ділянці кривина є величиною сталою.

Таким чином, перехід між двома прямолінійними рейками, розташованими під деяким кутом, налічує колову ділянку та дві перехідні криві.

Зазначимо, що ще однією важливою особливістю, яка приймається до розгляду при побудові перехідних кривих, є рівність нулю похідної від кривини в початковій і кінцевій точках перехідної кривої.

Отже, для перехідної кривої маємо наступні умови:

$$k(0) = 0; k(S) = \frac{1}{R}; \left. \frac{dk}{ds} \right|_{s=0} = 0, \left. \frac{dk}{ds} \right|_{s=S} = 0, \quad (1)$$

де  $S$  – довжина перехідної кривої.

Для зменшення кількості ділянок при переході між двома прямолінійними рейками змодельємо перехідну криву параметричною кривою в натуральній її параметризації. При цьому опишемо залежність кривини від довжини дуги поліномом  $n$ 'ятого степеня, взятому у наступному вигляді:

$$k(s) = as^5 + bs^4 + cs^3 + ds^2 + es + f. \quad (2)$$

Похідна від кривини визначається залежністю:

$$\frac{dk(s)}{ds} = 5as^4 + 4bs^3 + 3cs^2 + ds + e. \quad (3)$$

Кут нахилу дотичної до модельованої кривої знаходиться за виразом:

$$\varphi_{\text{КПК}} = \varphi_{\text{ППК}} + \frac{aS^6}{6} + \frac{bS^5}{5} + \frac{cS^4}{4} + \frac{dS^3}{3} + \frac{eS^2}{2} + fS. \quad (4)$$

Застосувавши умови (1) до закону розподілу кривини (2) та її похідної (3), прийдемо до висновку, що  $f = 0$  і  $e = 0$ . Оскільки кути  $\varphi_{\text{ППК}}$  і  $\varphi_{\text{КПК}}$  задані, то послідовним застосуванням виразів (2) – (4) знаходимо залежності для коефіцієнтів  $c$ ,  $b$  і  $a$ :

$$c = 60 \frac{(\varphi_{\text{КПК}} - \varphi_{\text{ППК}})}{S^4} - \frac{4d}{S};$$

$$b = -\frac{2cS + 3d}{S^2};$$

$$a = -\frac{bS^2 + cS + d}{S^3}.$$

Коефіцієнт  $d$  і довжина дуги  $S$  визначаються шляхом розв'язання оптимізаційної задачі, пов'язаної з узгодженням проміжно отриманої кінцевої точки перехідної кривої з заданою кінцевою точкою.

На підставі розробленого методу моделювання перехідної кривої між двома прямолінійними рейками залізничного шляху розроблено програмний код для ПЕОМ, який дозволяє виконувати розрахунки координат перехідних кривих з візуалізацією на екрані отриманих результатів.



УДК 004.412:519.237

**Приходько С.Б.**

завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Приходько Н.В.**

доцент кафедри фінансів

**Кудін О.О.**

завідувач лабораторій навчально-наукового інституту Новітньої корабельної інженерії

[oleg.kudin@nuos.edu.ua](mailto:oleg.kudin@nuos.edu.ua)

**Кошовий Д.В.**

студент магістратури кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

## **ПОБУДОВА РІВНЯННЯ ТРАНСФОРМОВАНОГО ЕЛІПСУ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЗА ДАНИМИ ТРИВАЛОСТІ РОБІТ З РОЗРОБКИ 3D-МОДЕЛЕЙ СЕКЦІЙ КОРПУСІВ СУДЕН**

При статистичному аналізі двовимірних даних використовується, як правило, еліпс [1, 2]. Завдяки еліпсу передбачення можна виявити двовимірні викиди (bivariate outliers) даних, тому він часто застосовується для цього, зокрема в інформаційних технологіях. Статистичні методи, що базуються на еліпсі передбачення, використовують припущення, що дані апроксимуються двовимірним розподілом Гаусу. Але таке припущення може бути застосованим тільки в окремих випадках. Це призводить до необхідності побудови рівняння трансформованого еліпсу перетворення для конкретного набору даних, розподіл яких суттєво відрізняється від нормального.

Саме такими даними є тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден в залежності від маси секцій. Всього в роботі використані дані з розробки 144 3D-моделей секцій корпусів суден. За зазначеними даними в роботі побудовано рівняння трансформованого еліпсу передбачення за методом, що був запропонований в [3]. Суть цього методу полягає у наступному. Спочатку двовимірні негаусівські дані нормалізують (перетворюють у такі, розподіл яких наближається до нормального) за допомогою бієктивного двовимірного нормалізуючого перетворення. Далі за нормалізованими даними будують рівняння еліпсу передбачення. І наостанок, будують рівняння трансформованого еліпсу передбачення для двовимірних початкових даних на

основі рівняння еліпсу передбачення для нормалізованих даних та нормалізуючого перетворення, за яким здійснювалася нормалізація даних.

В роботі для побудови рівняння трансформованого еліпсу передбачення за вказаним методом було використано двовимірне перетворення Джонсона сім'ї  $S_B$ . Оцінювання параметрів цього перетворення здійснювалося за методом максимальної правдоподібності. Виконана програмна реалізація зазначеного рівняння в системі моделювання Scilab.

**Висновки.** Вперше отримано рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден в залежності від маси секцій на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сім'ї  $S_B$ , що дає змогу підвищити достовірність визначення наявності викидів у подібних наборах даних.

### Література

1. **Chew, V.** Confidence, prediction and tolerance regions for the multivariate normal distribution [Text] / V. Chew // Journal of the American Statistical Association, Vol. 61. – 1966. – p.605-617.

2. **Friendly, Michael** Elliptical Insights: Understanding Statistical Methods Through Elliptical Geometry [Text] / Michael Friendly, Georges Monette, John Fox // Statistical Science, Vol. 28. – 2013. – No. 1. – P.1-39.

3. **Prykhodko, S.B.** Constructing the transformed prediction ellipses on the basis of normalizing transformations for bivariate non-Gaussian data [Text] / S. B. Prykhodko, N. V. Prykhodko, O. O. Kudin, T. G. Smykodub // Problems of information technologies. – 2017. – № 1 (021). – С.134-138. – ISSN 1998-7005



УДК 514.18

**Холковський Ю.Р.**

доцент

[profiz@ukr.net](mailto:profiz@ukr.net)

Національний авіаційний університет, м. Київ

## **ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД МОДЕЛЮВАННЯ СТАНУ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИХ СЕРЕДОВИЩ**

*Актуальність даної роботи полягає у розробці ефективних методів геометричного моделювання складних багатопараметричних систем та середовищ, що пов'язано з підвищенням сучасних вимог щодо прогнозування стану таких середовищ.*

***Ключові слова:** однопараметрична множина, дискретно задані функції, інтерполяція, вузол інтерполяції, багатопараметричне середовище.*

Моделювання, прогнозування й контроль стану багатопараметричної системи чи середовища у більшості випадків є стохастичним процесом. Це впливає з того, що, наприклад, такі поширені системи та середовища, як екосистеми, взаємопов'язані й неможливо ізольовано розглядати окрему конкретну систему чи середовище.

На фоні природних біосферних процесів, що відбуваються в таких середовищах можна виділити антропогенну складову, використавши екологічний моніторинг. В умовах неконтрольованого впливу людини на навколишнє середовище, сучасної глобальної екологічної кризи робота з організації такого моніторингу, обробки його результатів та прогнозування стану певної системи набуває особливої значущості.

Автором запропонований, оптимальний на нашу думку, метод моделювання багатопараметричних систем та середовищ, прогнозування процесів, що відбуваються у них. Створення континуальної моделі для стохастичних багатопараметричних систем та середовищ, очевидно, неможливе. Вихід може бути знайдений у використанні дискретних моделей, а саме геометричних, у вигляді чисельних масивів, елементами яких є певні компоненти середовищ.

Отримання таких моделей можливе на основі запропонованого автором оригінального дискретно-інтерполяційного методу моделювання багатопараметричних систем та середовищ [1] із використанням поліномів Лагранжа.

Оригінальність запропонованого автором підходу полягає у тому, що під терміном "вузли інтерполяції" розуміються не точки у традиційному математичному розумінні, а більш складні об'єкти: наприклад, лінії, поверхні, матриці, тензори, що представлені у вигляді функціоналів, як сукупності їх властивостей і параметрів. Особливо зазначимо, що подібний підхід щодо моделювання систем та середовищ у літературі практично відсутній.

Отримані таким чином, однопараметричні множини є дискретними математичними моделями середовищ. Елементом таких множин є функція у вигляді дискретного чисельного масиву, розмірність якого може варіюватись. На основі запропонованого методу отримується певний функціонал з вектором параметрів, що включає: інтерполяційний параметр, координатні змінні, компоненти та параметричні характеристики певних процесів, систем та середовищ.

Отже, запропонований метод дає можливість моделювати багатопараметричні системи та середовища, прогнозувати їх поведінку та розвиток процесів у них.

### Література

1. **Холковський, Ю.Р.** Моделювання багатопараметричних процесів та систем на основі дискретно-інтерполяційного підходу в екології [Текст] / Ю.Р. Холковський // Праці VIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – С. 204-208.

2. **Холковський, Ю.Р.** Дискретно-інтерполяційна екоматриця як геометрична модель багатопараметричних процесів та систем в екології [Текст] / Ю.Р. Холковський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. "Прикладна геометрія та інженерна графіка". – Мелітополь: ТГАТУ, 2012. – Вип.4 – Т55. – С. 308-311.



*Матеріали надійшли: 09.10.2017*



УДК 681.121

**Коробко І.В.**

професор кафедри приладобудування

[i.korobko@kpi.ua](mailto:i.korobko@kpi.ua)

**Драчук О.О.**

аспірант

[lesyaartemenko@gmail.com](mailto:lesyaartemenko@gmail.com)

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКУ НА ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ВИТРАТИ ГАЗУ**

Необхідність точної реєстрації витрати енергоресурсів спонукає фахівців постійно досліджувати методи вимірювання, вдосконалювати існуючі та розробляти нові технічні засоби.

Широкого вжитку для визначення об'єму та об'ємної витрати газу, набули тахометричні засоби вимірювання об'єму та об'ємної витрати. На метрологічні характеристики турбінних вимірювальних перетворювачів витрати (ТВПВ) значний вплив мають процеси обопільної взаємодії потоку контрольованого середовища і елементів конструкції самого приладу.

Для оцінювання впливу гідродинамічних особливостей потоку вимірюваного середовища на метрологічні показники ТВПВ, враховуючи складність і трудомісткість натурних досліджень, ефективного застосування набули методи віртуального моделювання із використанням програмного комплексу Ansys CFX. Програмний комплекс Ansys CFX надає можливість задавати різні параметри середовища, типи процесів протікання та отримувати числовий і графічний результат

При проведенні досліджень застосовуючи CFD-технології необхідно відтворити реальні умови застосування приладу: фізичні та гідродинамічні характеристики плинного середовища на вході до ТВПВ, створити геометричну просторову модель приладу, яка повністю відображає реальну конструкцію.

При заданні рівномірного розподілу швидкості по перерізу трубопроводу, з врахуванням шорсткості труб та інших параметрів, на певні відстані відбувається стабілізація течії і видовження форми профілю потоку (рис. 1). За

конкретних умов застосування ТВПВ стабілізація потоку вимірюваного середовища залежить від багатьох чинників: місцевих гідравлічних опорів, характеристик середовища та параметрів його плин.

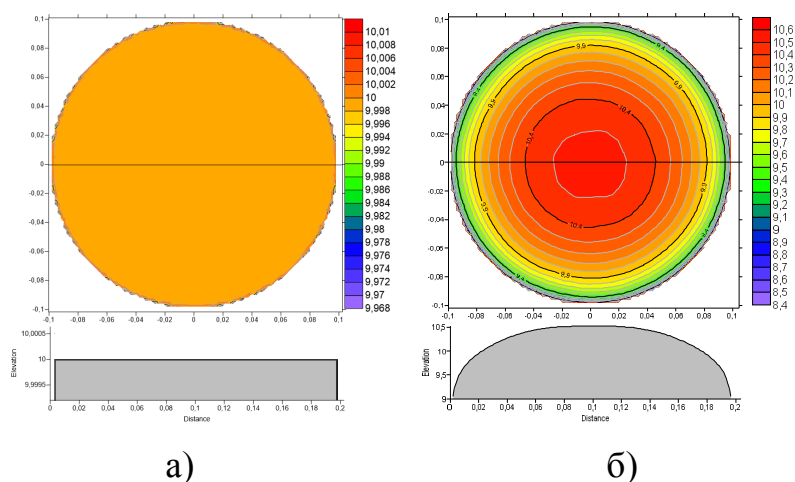


Рис. 1. Профілі розподілу швидкості по перерезу потоку а) на вході; б) на деякій відстані від входу

Саме розуміння геометрії потоку надає можливість достовірної оцінки отриманих результатів вимірювання.

Згенерований потік подається на вхід ТВПВ і здійснюються дослідження обопільного впливу середовища на метрологічні і експлуатаційні показники засобу вимірювання об'єму та об'ємної витрати (рис. 2).

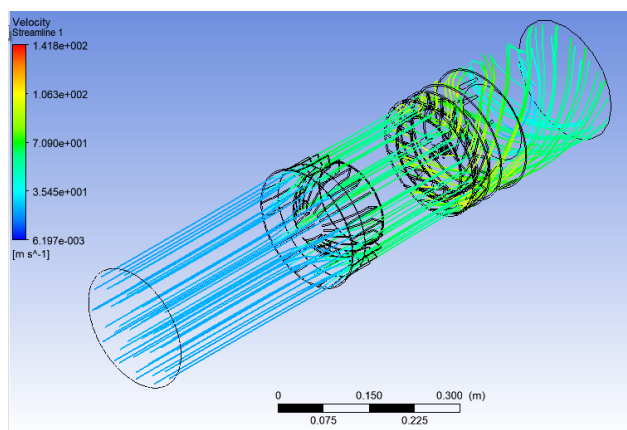


Рис. 2. Графічний результат моделювання проточної частини тахометричного витратоміра

Такі дослідження дають змогу ефективно виявити найбільш впливаючі на роботоздатність приладу чинники і прийняти рішення по зменшенню їх деструктивної дії.



УДК 512.552

**Зеленський О.В.**

доцент кафедри математики

[zelik82@mail.ru](mailto:zelik82@mail.ru)

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

**Дармосюк В.М.**

старший викладач кафедри фізики та математики

[darmosiuk@gmail.com](mailto:darmosiuk@gmail.com)**Семенів О.Г.**

студентка

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

**СУМА ЕЛЕМЕНТІВ МІНІМАЛЬНОЇ МАТРИЦІ ПОКАЗНИКІВ**

*У роботі досліджуються мінімальні матриці показників. Знайдено обмеження для суми елементів матриці показників з одиничним сагайдаком та обмеження для суми елементів мінімальної матриці показників сагайдака з петлею в кожній вершині.*

*Ключові слова:* матриця показників, допустимий сагайдак матриці показників, мінімальна матриця показників.

Нехай  $Q$  – допустимий сагайдак,  $E$  – матриця показників сагайдака  $Q$  з мінімальною сумою елементів. Позначимо через  $F(Q)$  суму елементів матриці  $E$ . При цьому матрицю  $E$  будемо називати мінімальною матрицею показників для сагайдака  $Q$ , а допустиму вагову функцію  $\omega$ , яка визначає матрицю  $E$  будемо називати мінімальною ваговою функцією для сагайдака  $Q$ .

**Теорема 1.** Сума елементів зведеної матриці показників з одиничним сагайдаком  $Q$  не перевищує  $C_{n+1}^3 = \frac{(n+1)n(n-1)}{6}$ .

**Лема 1.** Сума всіх попарних відстаней вершин зв'язного неорієнтованого простого графа  $G_n$ ,  $n \geq 2$  не перевищує  $C_{n+1}^3 = \frac{(n+1)n(n-1)}{6}$

**Лема 2.**  $C_n^2 \leq F(Q)$ .

**Теорема 2.** Для допустимого сагайдака  $Q = Q(\varepsilon)$ , який є простим циклом (або без петель, або з петлею в кожній вершині) сума елементів матриці  $E$  дорівнює  $pC_n^2$ , де  $p$  – вага циклу.

**Теорема 3.** Для довільного допустимого сагайдака, з петлею в кожній вершині  $Q$ , та вагової функції  $\omega^*(\sigma_{ij})=1$ , сума елементів матриці показників  $E = (\alpha_{ij}) = E(\omega^*, Q)$  не перевищує  $\frac{n^2(n-1)}{2}$ .

**Наслідок.** Для довільного сильнозв'язного сагайдака  $Q$  з петлею в кожній вершині функція  $F(Q) \leq \frac{n^2(n-1)}{2}$ .



Матеріали надійшли: 11.10.2017

УДК 514.18

**Куценко Л.М.**

<http://orcid.org/0000-0003-1554-8848>

професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки

[leokuts@i.ua](mailto:leokuts@i.ua)

**Шевченко С.М.**

<http://orcid.org/0000-0003-1574-1949>

начальник курсу факультету пожежної безпеки

[life0633414380@gmail.com](mailto:life0633414380@gmail.com)

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

## ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО БІЛЬЯРДУ У ПОЛІ ТЯЖІННЯ МІЖ ДВОМА ПІВПЛОЩИНАМИ

*Наведено спосіб визначення траєкторії математичного більярда у полі тяжіння усередині кута, утвореного двома півплощинами. Знайдені їх залежності від кута "розкриття" півплощин, від координат точки старту більярдної кулі, та від її початкової швидкості. Розглянуто питання аналізу руху точки фазового простору за допомогою двовимірного відображення Пуанкаре з метою дослідження динаміки гравітаційного більярда у межах кута, утвореного двома півплощинами.*

***Ключові слова** – математичний більярд, поле тяжіння, траєкторія більярда, унаочнення траєкторії, відображення Пуанкаре, динаміка більярда.*

Актуальною задачею є складання алгоритмів побудови траєкторій математичних більярдів для певних областей з метою виявлення більярдних каустик. В якості прикладу в роботі досліджено динаміку гравітаційного більярда у межах кута, утвореного двома півплощинами. Таке завдання побудови траєкторій більярдної кулі значно ускладнюється тим, що її рух розглядається у гравітаційному полі сили ваги, напрямком якої обрано паралельно поверхні "стола" більярду.

В роботі наведено математичне забезпечення алгоритму побудови траєкторії руху більярдної кулі у полі сили ваги за умови її відбиття від двох прямолінійних бортів у вигляді кута. Наведено спосіб унаочнення руху точки фазового простору за допомогою двовимірного відображення Пуанкаре з метою дослідження динаміки гравітаційного більярда у межах даного кута.

Розглядається рух матеріальної точки одиничної маси у гравітаційному потенційному силовому полі між двома пружними півплощинами, що утворюють із вертикаллю кути  $\vartheta_1$  і  $\vartheta_2$  (рис. 1).

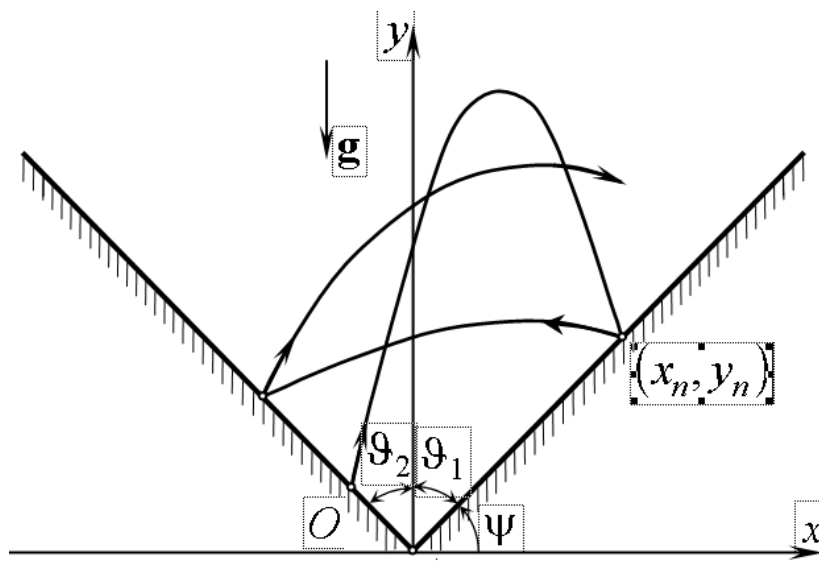


Рис. 1. Рух точки у вертикальному полі сили тяжіння

Взаємодія точки з півплощинами здійснюється за законом абсолютного пружного удару. Розглянуто двовимірний рух у площині рисунка. Траєкторіями точки між відскоками будуть гілки парабол. В роботі одержано формули, що дозволяють аналізувати рух точки після відскоку від півплощин.

Одержано приклади геометричного моделювання траєкторій між півплощинами залежно від різноманітних параметрів. На рис. 2 наведено приклади формування більярдних каустик (у вигляді прямокутної області) для неперіодичних траєкторій, а на рис. 3 – приклад формування періодичних траєкторій.

В роботі наведено спосіб унаочнення руху точки фазового простору за допомогою двовимірного відображення Пуанкаре з метою дослідження динаміки гравітаційного більярда у межах обраного кута, утвореного двома півплощинами.

Одержані у роботі залежності дозволяють визначити вигляд множини "більярдних" траєкторій руху матеріальної точки в гравітаційному силовому

полі між двома пружними півплощинами, та унаочнити одне з головних понять теорії математичних більярдів – більярдну каустику.

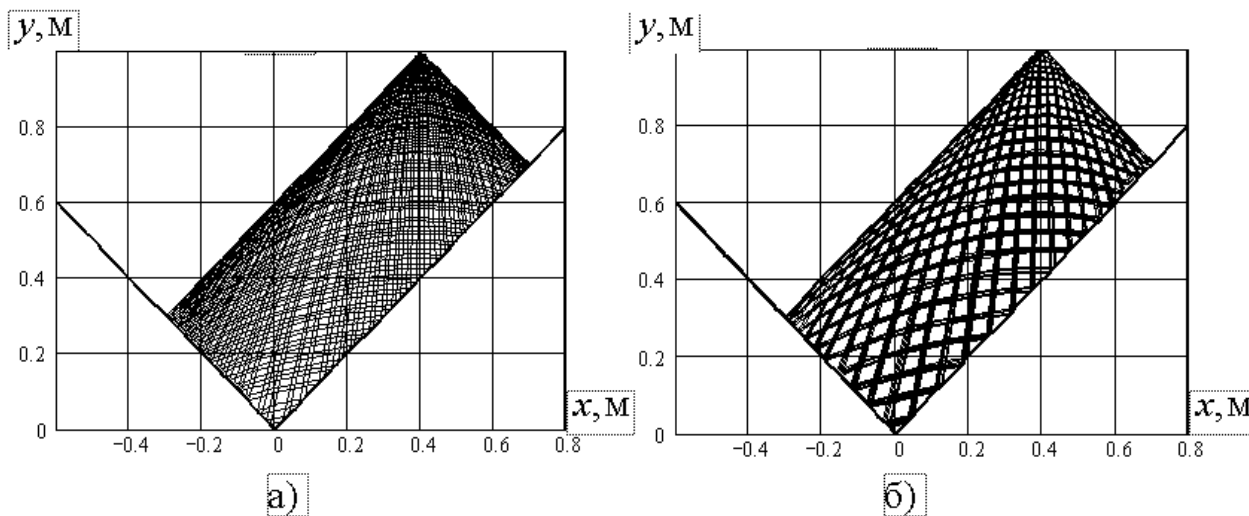


Рис.2. Формування більярдних каустик для неперіодичних траєкторій

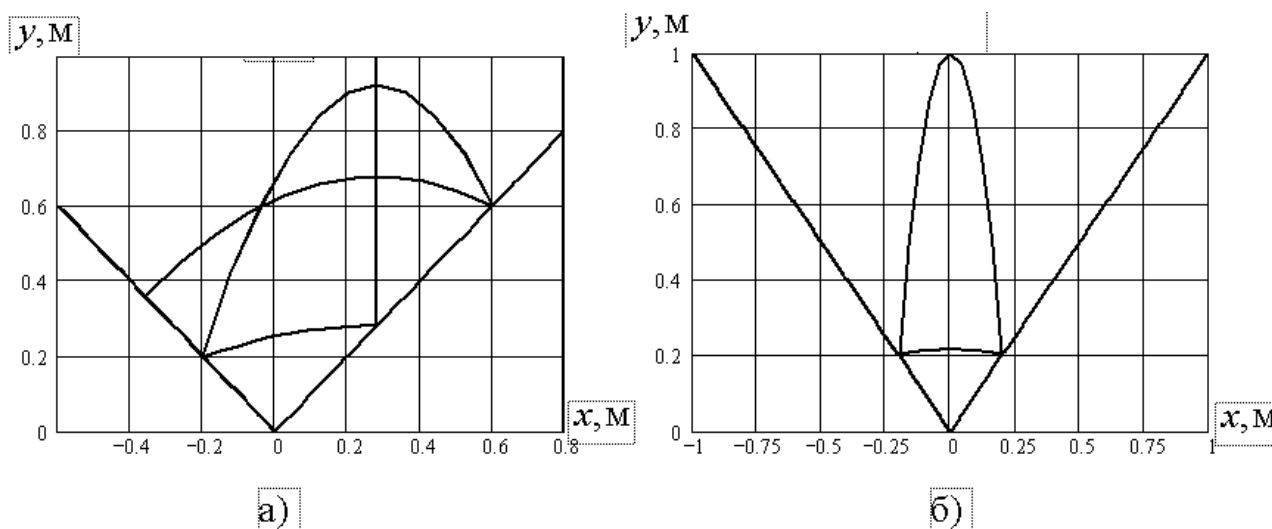


Рис. 3. Приклади формування періодичних траєкторій



УДК 621.31

**Чайковська Є.Є.**

<http://orcid.org/0000-0002-5663-2707>

Scopus Author ID: 57170828500

доцент кафедри теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики

[eechaikovskaya@gmail.com](mailto:eechaikovskaya@gmail.com)

**Андрієнко А.В.**

магістрант

[andrienkoartur23@gmail.com](mailto:andrienkoartur23@gmail.com)

Одеський національний політехнічний університет

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНДЕНСАТОРА ТЕПЛОВОГО НАСОСУ

*Запропоновано структурну схему комплексного математичного моделювання у складі динамічної системи: компресор –конденсатор теплового насосу в узгодженні із підтримкою розряду ґрунту*

*Ключові слова:* тепловий насос, математичне моделювання, компресор – конденсатор.

**Вступ.** Розроблена інтегрована система підтримки розряду ґрунту щодо прийняття рішень на зміну витрати розсолу з використанням зміни частоти обертання електродвигуна циркуляційного насосу [1, 2].

**Мета роботи.** Розробити структурну схему та виконати комплексне математичне моделювання у складі динамічної системи: компресор – конденсатор теплового насоса в узгодженні із підтримкою розряду ґрунту щодо здобуття гранично припустимої оцінки зміни температури місцевої води.

**Основна частина.** Запропонована передатна функція за каналом: "температура місцевої води – витрата холод агента", що дозволяє оцінювати зміну температури місцевої води як у часі, так і вздовж координати довжини пластинчастого теплообмінника – конденсатора при зміні витрати холодагента [3]. Для комплексного математичного моделювання динамічної системи: компресор – конденсатор теплового насоса розроблено структурну схему (рис.1). В межах циклічної структури для встановлених рівнів функціонування згідно зміні температури холодагента на вході та на виході із конденсатора теплового насоса здобуто еталонну інформацію для підтримки температури місцевої води на рівні 35-55 °С.

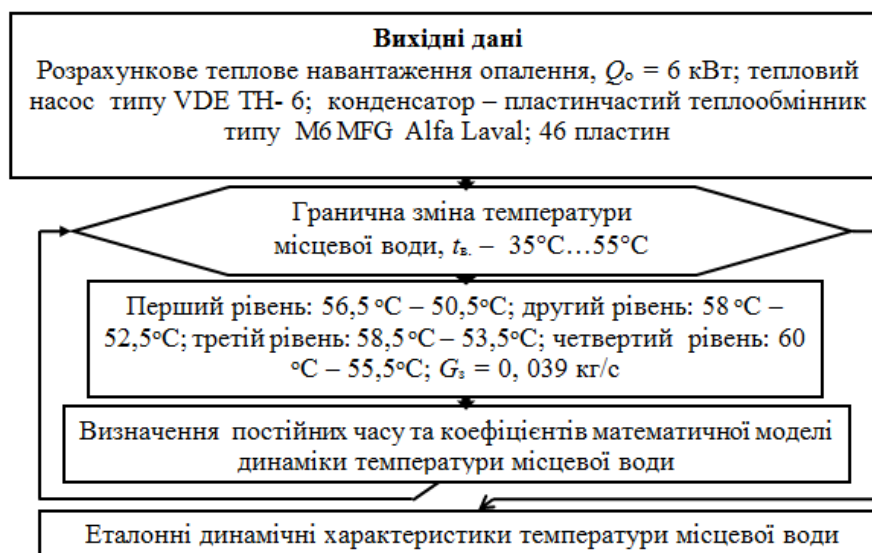


Рис. 1. Структурна схема комплексного математичного моделювання у складі динамічної системи: компресор – конденсатор теплового насоса, де  $G_3$  – витрата холодагента, кг/с

**Висновки.** Підтримка температури місцевої води на основі зміни потужності компресора в узгодженні із розрядом ґрунту, дозволяє здобути економію, що в грошовому еквіваленті складає до 30-35% від загальної економії, що забезпечена заміщенням природного газу [2, 3].

### Література

1. **Sarbu, Ioan**, Sebarchievici, Calin. Ground-Source Heat Pump Systems. – 2016.– p. 71-128. doi.org/10.1016/b978-0-12-804220-5.00005-9.
2. **Чайковська, Є. Є.** Розробка методу підтримки розряду ґрунту в теплонасосному енергопостачанні [Текст] / Є.Є. Чайковська // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – №4/1 (30). – С. 33-39. doi: 10.15587/2312-8372.2016.74705.
3. **Чайковская, Е.Е.** Согласование производства и потребления энергии на основе интеллектуального управления тепломассообменными процессами [Текст] / Е. Е. Чайковская // XV Минский международный форум по тепломассообмену: (23-26 мая 2016 г.): Секция 8. Тепломассоперенос в энергетических процессах и оборудовании. Энергосбережение / Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси. Минск, 2016, 8-30. – С. 1-12.



Матеріали надійшли: 13.10.2017



УДК 004.021

**Зубенко В.М.**

магістрант

[zubenko95@gmail.com](mailto:zubenko95@gmail.com)

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

## УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ФРАГМЕНТІВ МУЗИЧНИХ ТВОРІВ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

**Вступ.** Задача порівняння звуку на даний момент може бути використана в багатьох галузях. Одним з найбільш очевидних є розпізнавання аудіо записів – це знаходження назви невідомого музикального твору з невеликого відрізка композиції, яку записали на диктофон. Крім того, розпізнавання або ідентифікація аудіо запису може бути корисним для таких завдань, як виявлення плагіату, класифікація жанру. Загалом, методи ідентифікації аудіо файлів можуть бути корисні в багатьох алгоритмах, які вирішують проблемні завдання в цій галузі, що робить задачу з розпізнавання фрагментів музичних творів актуальною.

**Матеріали і методи.** Суть алгоритму полягає в тому, що нам необхідно отримати зі звукозапису спектрограму та на основі цієї спектрограми створити хеш таблицю. Для алгоритму ідентифікації аудіо треба використати частотну розподільну здатність високої якості (наприклад, 10.7Гц) для зменшення спектральної втрати та зберігання найважливіших нот в пісні.

Для знаходження спектрограми нам спочатку необхідно зконвертувати стерео 44.1кГц аудіо в моно [1]. Це можна зробити, генеруючи середнє значення між лівим та правим динаміком. Далі треба рісемплювати аудіо до 11.025кГц, щоб збільшити швидкість генерації спектрограми. Далі необхідно використати віконну функцію Хеммінга для сигналу:

$$w(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right).$$

Після чого треба застосувати FFT [2] (Швидке перетворення Фур'є) для кожних 1024 семплів. Таким чином, кожне FFT аналізує 0.1 секунди музики. Це дає на виході спектрограму:

- З діапазоном частот від 0 Гц до 5000 Гц (теорема Котельникова)
- З розміром біну (10.7 Гц)
- 512 можливих частот

Щоб алгоритм був стійким до шуму, необхідно зберігати тільки найбільш гучні частотні біни. Замість прямого порівняння пікових точок, алгоритм буде шукати множину точок. Для генерації цільових груп в спектрограмі необхідно для кожної відсортованої в часі частотно-часової пікової точки створити групу, яка складається з 5 точок після неї. В результаті, ми отримаємо приблизно таку ж кількість цільових груп, що і пікових точок.

Причина генерації такої великої кількості цільових груп в тому, що таким чином значно підвищується стійкість до шуму та звукових артефактів. На основі цільових груп формується хеш таблиця по якій створюється пошук співпадінь запису з оригінальним треком.

**Висновки.** Алгоритм розпізнавання аудіо запису дозволить вирішити проблему пошуку аудіо копій, неліцензованого аудіо контенту, пошуку метаданих для модифікованих уривків аудіо.

## Література

1. **Robust** Audio Hashing for Content Identification [Електронний ресурс] // Jaap.Haitsma, Ton.Kalker. – 2000. – Режим доступу до ресурсу: [https://isis.poly.edu/memon/pdf/2004\\_Robust\\_Audio\\_Hashing\\_for\\_Audio\\_Identification.pdf](https://isis.poly.edu/memon/pdf/2004_Robust_Audio_Hashing_for_Audio_Identification.pdf).

2. **Mathematics** of the Discrete Fourier Transform (DFT), with Audio Applications – Second Edition [Електронний ресурс] // W3K Publishing. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: [https://ccrma.stanford.edu/~jos/st/DFT\\_Definition.html](https://ccrma.stanford.edu/~jos/st/DFT_Definition.html).



*Матеріали надійшли:* 13.10.2017

УДК 532.593

**Поздєєв В.О.**

завідувач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

[pozdeev1405@gmail.com](mailto:pozdeev1405@gmail.com)

**Мельник О.В.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[melnikaleksandr908@gmail.com](mailto:melnikaleksandr908@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ІМПУЛЬСНОГО ТИСКУ В РІДКИХ СЕРЕДОВИЩАХ**

Важливу роль в експериментальних дослідженнях імпульсних процесів грає вимірювання тиску, який генерується різноманітними імпульсними джерелами. Профіль тиску дає важливу інформацію про фізичні явища в цих процесах. Точні виміри імпульсного тиску необхідні і для удосконалення існуючих імпульсних технологій. Слід зазначити, що в сучасних умовах спостерігається все більш широке застосування в промисловості імпульсних методів впливу на технологічні об'єкти обробки.

Роботу присвячено розробці математичної моделі інформаційно-вимірювальної системи визначення тиску у вільному полі рідкого середовища. З цією метою проведено аналіз особливостей імпульсних вимірювань тиску у вільному полі і навантажень на поверхні технологічних перешкод, розглянуто питання динамічної тарировки датчиків. Наводяться структурна схема вимірювального тракту, математичні моделі узагальненого вимірювального тракту і сферичного п'єзокерамічного датчика. Описано особливості вимірювання тиску на перешкоду. Розглянуто питання регуляризації оберненої задачі в теорії вимірювань. Актуальність роботи обумовлено широким застосуванням джерел імпульсних збурень в промисловості. Слід зазначити, що розроблені алгоритми відновлення неспотвореного профілю тисків за результатами вимірювань можуть бути впроваджені в сучасні інформаційно-вимірювальні системи при автоматизації розрядно-імпульсних технологій.



*Матеріали надійшли: 13.10.2017*

УДК 621.183.315

**Мельник О.В.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[melnikaleksandr908@gmail.com](mailto:melnikaleksandr908@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОГО МЕТОДУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВОДОЗАБІРНИХ СВЕРДЛОВИН**

Метою роботи є розробка математичної моделі розрядної камери для ефективного проектування пристрою декольматації водозабірних свердловин за допомогою електрогідроімпульсного розряду.

В роботі розглянуто методи моделювання хвильових процесів у механічній системі, що включає в себе розширення каналу електричного розряду, навколишньої рідини, перешкоду у вигляді тонкостінної оболонки кінцевих розмірів і частину зовнішнього середовища, що безпосередньо примикає до неї. Основний діючий фактор електророзрядного впливу на продуктивну зону свердловини – хвиля тиску. Розроблено методику розрахунків акустичного випромінювання циліндричною оболонкою з перфораційними отворами. Розроблено методику для визначення акустичного тиску на поверхні розрядної камери і виконано розрахунки для типових камер.

Вводяться наступні припущення: в початковий момент часу вже сформований канал електричного розряду (циліндр кінцевої довжини), що дозволяє звести задачу до розгляду осесиметричного випадку. Рідина, що оточує та заповнює конструкцію, ідеальна та така, що стискається. Рух її безвихровий, для опису руху навколишньої рідини припустиме акустичне наближення. Поблизу плазмової порожнини, що утворюється при електричному розряді у воді, можуть формуватися ударні хвилі з великою амплітудою, що викликає необхідність використання нелінійних співвідношень для їх опису. Для чисельного розв'язання системи рівнянь газової динаміки в циліндричній системі координат застосовано метод кінцевих різниць.

Таким чином, досягається рівень тисків, який сприяє ефективному очищенню свердловини, що призводить до відновлення її продуктивності.



*Матеріали надійшли: 13.10.2017*

УДК 531

**Мельник О.В.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[melnikaleksandr908@gmail.com](mailto:melnikaleksandr908@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СПОСОБУ ПЕРЕДАЧІ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ ПІДВОДНИМ АПАРАТАМ**

Розвиток та удосконалення підводних технологій вимагає наявності спеціалізованих засобів зв'язку для вирішення широкого класу задач з обміну інформацією з водолазами або підводними апаратами. Канал гідроакустичної зв'язку для передачі сигналів повинен задовольняти певним вимогам [1].

В роботі поставлено і вирішено задачу з вироблення сприятливих умов для передачі сигналів по гідроакустичному інформаційному каналу, що побудовано на електрогідролічному випромінювачі сферичного типу та п'єзокерамічному приймачі. Метою цієї роботи є математична постановка і вирішення задачі випромінювання і прийому акустичних імпульсів сферичними п'єзокерамічними перетворювачами.

Для оцінки проходження інформаційного сигналу до апарату по середовищу враховувалася математична модель гідроакустичного каналу зв'язку, яка відображає істотні гідрологічні фактори, що впливають на проходження сигналів випромінювача.

При моделюванні водного середовища як "чорного ящика" визначаються амплітудно-частотна і фазова характеристики між важливими точками входу і виходу гідроакустичного сигналу. У роботі визначалася пропускна здатність гідроакустичного інформаційного каналу в звуковому спектрі частот і способи кодування сигналу.

### **Література**

1. **Кебкал, К.Г.** Анализ путей развития средств цифровой гидроакустической связи [Текст] / К.Г. Кебкал, В.С. Дидковский // Монография. – Севастополь, 2010. – 168 с.



*Матеріали надійшли: 13.10.2017*

УДК 621.7.044

**Мельник О.В.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[melnikaleksandr908@gmail.com](mailto:melnikaleksandr908@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ЛИТОГО МЕТАЛУ

Внаслідок різних імпульсних впливів рідкий метал піддається фізичним процесам, які призводять до підвищення якості литої продукції [1]. Таким чином, дослідження фізичних процесів, що виникають в розплаві при його обробці імпульсними методами, представляють практичний інтерес для ливарного виробництва.

Метою роботи є чисельне моделювання фізичних процесів, що відбуваються в рідкому металі під впливом електрогідроімпульсної і високовольтної електроімпульсної обробок. Це дозволило оцінити ефективність такого фізичного впливу на якість литого металу. При цьому було вирішено наступні задачі: розглянуто динамічну модель електророзрядного генератора пружних коливань, що описується диференціальним нелінійним рівнянням другого порядку; розроблено математичну модель осесиметричної задачі про розповсюдження збурень у розплаві (акустичному середовищі) у двовимірній постановці; розроблено математичну модель електроімпульсної обробки розплаву у вигляді впливу одиночних імпульсів струму на масивний рідкометалевий провідник; проведено чисельне моделювання хвильових, гідродинамічних, електромагнітних і теплових процесів, що відбуваються в розплаві при електрогідроімпульсній і електроімпульсній обробках, на основі результатів якого зроблена оцінка ефективності їх режимів. Подано рекомендації щодо вибору найбільш ефективних режимів його обробки імпульсними методами.

### Література

1. **Ефимов, В.А.** Физические методы воздействия на процессы затвердевания сплавов [Текст] / В.А. Ефимов, А.С. Эльдарханов. – М.: Металлургия. 1995. – 272 с.



УДК 531

**Смірнов О.П.**

старший науковий співробітник відділу імпульсної обробки дисперсних систем  
[smirnovap1978@gmail.com](mailto:smirnovap1978@gmail.com)

Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України

**Мельник О.В.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[melnikaleksandr908@gmail.com](mailto:melnikaleksandr908@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ХВИЛІ ТИСКУ В РІДИНІ ПРИ ЕЛЕКТРИЧНОМУ РОЗРЯДІ

У багатьох сферах науки та техніки мають місце хвильові процеси. І чим достовірнішого і точніше буде виконано їх фізичний і математичний опис, проведено дослідження їх розповсюдження для кожної конкретної технології, тим ефективніше буде її застосування. З огляду на це актуальними залишаються роботи, що спрямовано на розробку математичного апарату з дослідження розповсюдження хвиль тиску в різних середовищах – газі, рідині і твердому тілі.

Метою роботи була розробка математичної моделі розповсюдження імпульсної хвилі тиску в рідині для чисельного моделювання хвильових процесів. При цьому розроблена модель повинна мати відносно "простий" алгоритм і можливість її швидкої модифікації для опису процесів в різних середовищах.

В даній роботі розглянуто розповсюдження хвилі тиску в рідині, що генерується електричним розрядом у ній. Розроблено математичну модель розповсюдження імпульсної хвилі тиску в рідині. У якості імпульсного джерела збурення розглянуто електричний розряд у воді. З огляду на те, що розглядається розповсюдження хвилі тиску в радіальній площині до каналу розряду, де величина тиску максимальна, то для дослідження її розповсюдження необхідно і достатньо використання одновимірного хвильового рівняння в циліндричній системі координат. Тиск в каналі розряду визначався шляхом розв'язання системи диференціальних рівнянь, що описують процеси в розрядному контурі і в каналі розряду, та використовуються в моделі [1]. Розроблена модель складається з п'яти рівнянь:

рівняння балансу напруг в розрядному контурі; рівняння балансу енергії; рівняння гідродинаміки, що визначає зв'язок тиску в каналі розряду з кінематичними характеристиками його контактної границі; рівняння, яке визначає зв'язок між опором каналу розряду і питомою електропровідністю плазми; хвильового рівняння для опису розповсюдження хвилі тиску у рідині. Тестування моделі було виконано в [2] і показало коректність її застосування.

За допомогою розробленої моделі виконано чисельні дослідження деяких режимів електророзрядного впливу, які дозволили отримати епюри амплітуд хвиль тиску в досліджуваному об'ємі рідини. На підставі їх аналізу подано рекомендації, які можуть бути застосовані в декількох електророзрядних технологіях, наприклад технології руйнування і дроблення деяких матеріалів [3, 4] або електророзрядній технології видобутку нафти [5].

### Література

1. **Кривицкий, Е. В.** Динамика электровзрыва в жидкости [Текст] / Е.В. Кривицкий. – К: Наукова думка, 1986. – 208 с.
2. **Смирнов, А. П.** Тестирование математической модели электроразрядного воздействия на вязкие отложения [Текст] / А.П. Смирнов, В.Г. Жекул, С.Г. Поклонов // Электронная обработка материалов. – 2011. – №2. – С. 51-58.
3. **Ризун, А. Р.** Определение характеристик импульсного разрушения каменного угля [Текст] / А.Р. Ризун, В. М. Косенков // ЭОМ. – 2011. – №2. – С. 100-107.
4. **Ризун, А. Р.** Определение характеристик импульсного электроразрядного разрушения керамических стержней [Текст] / А.Р. Ризун, Т.Д. Денисюк, Ю. В. Голень // Процессы литья. – 2012. – №4 (94). – С. 68-73.
5. **Жекул, В. Г.** Погружные электроразрядные установки для интенсификации добычи полезных ископаемых [Текст] / В. Г. Жекул, В. В. Литвинов, Ю. И. Мельхер, А. П. Смирнов, Э. И. Тафтай, О. В. Хвощан, И. С. Швец // Нафтогазова енергетика. – 2017. – №1. – С. 23-31.



*Матеріали надійшли: 13.10.2017*



УДК 515.2

**Ісмаїлова Н.П.**

професор кафедри інженерної механіки

[nelly969@ukr.net](mailto:nelly969@ukr.net)

Одеська військова академія

## **ГРАФІЧНИЙ СПОСІБ ПРОФІЛЮВАННЯ ЕВОЛЬВЕНТНОГО АРОЧНОГО ЗАЧЕПЛЕННЯ, ЩО ВИКЛЮЧАЄ ІНТЕРФЕРЕНЦІЮ**

*У доповіді розглядаються питання створення арочної зубчастої передачі і способу її виготовлення, в якій забезпечується спряження зубів евольвентного профілю, що виключають інтерференцію.*

***Ключові слова:** Арочна зубчаста передача, інтерференція, якісні показники, квазігвинтова поверхня контакту, евольвентна поверхня.*

**Постановка проблеми.** Виявлення значних нерівномірностей умов контактування в різних точках області зачеплення, і розробка нових способів профілізації із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій.

**Аналіз досягнень і публікацій.** Спосіб формування опуклих і увігнутих сторін зубів пари спряжених зубчастих коліс здійснюється погодженим обертанням заготівлі і відповідним рухом інструменту. У основі цього процесу лежить теорема професора Подкоритова А.М., яка стверджує, що дві поверхні будуть спряженні, якщо кожна з них утворена їх відповідним відносним рухом і конгруентних посередників.

**Формулювання цілей.** Метою роботи є спроба теоретичного обґрунтування можливості спряжених поверхонь зубів зубчастого зачеплення, і розробка кінематичного способу проектування спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію.

**Основна частина.** Як відомо інтерференцією зубів називається будь-яке неправильне торкання профілів поза активною ділянкою лінії зачеплення, тобто явище, коли траєкторія крайки одного зуба у відносному русі перетинає контур спряженого зуба. При цьому зуб одного колеса врізається в тіло зуба іншого колеса. Це явище для пари зубчастих коліс зазвичай зветься підрізуванням

профілів, тоді як власне інтерференцією часто називають те ж явище при нарізуванні зубчастого колеса спряженим інструментом.

В основі графічного способу виключення інтерференції поверхонь черв'ячних передач з арочним зачепленням лежить виконання умови взаємооднозначної відповідності. У спряжених поверхнях контакту черв'ячних передач з арочним зачепленням, інтерференція буде відсутня, якщо дотримується умова взаємооднозначної і яка досліджує виникнення і поширення квазігвинтової поверхні між двома спряженими гвинтовими поверхнями, коли з'являються міліметрові і субміліметрові лінії і їх поширення підпорядковується законам геометричної оптики.

**Висновок і перспективи подальших досліджень:** Розроблено спосіб проектування арочного профілю, що виключає інтерференцію, яка дозволяє виконати процес виключення підрізання, а також підвищує в свою чергу точність і надійність зубчатого зачеплення арочного профілю на стадії проектування.

### Література

1. **Подкоритов, А. М.** Теоретичні основи спряжених квазігвинтових поверхонь, що виключають інтерференцію [Текст]: монографія / А. М. Подкоритов, Н. П. Ісмаїлова // Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2016. – 330 с.



*Матеріали надійшли:* 15.10.2017

УДК 514.18

**Колосова О.П.**

<http://orcid.org/0000-0001-7795-6412>

асистент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки

[mrskolosova@yandex.ua](mailto:mrskolosova@yandex.ua)

**Сідоров Д.Е.**

Scopus Author ID: 47861285500

ResearcherID: I-3180-2017, J-3366-2017

доцент кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

**Колосов О.Є.**

<http://orcid.org/0000-0001-8939-0591>

Scopus Author ID: 55200987000

ResearcherID: B-2418-2016

професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

[a-kolosov@ukr.net](mailto:a-kolosov@ukr.net)

**Ванін В.В.**

<http://orcid.org/0000-0001-7008-7269>

науковий керівник кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, декан фізико-математичного факультету

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ГОФРИ З РІЗНИМИ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

*Проаналізовано процес формування гофри з різними геометричними параметрами, а саме гофри вільного формування, гофри низького і високого профілю, гофри з плоским і округлим зводом, гофри з вертикальною і похилою стінкою.*

**Ключові слова:** геометричне моделювання, процес, формування, параметр, гофра.

**Вступ.** Серед погонажних виробів гофровані труби займають особливе місце. Це пов'язано з тим, що їх профіль доводиться формувати не тільки у напрямі екструзії, але і в поперечній площині. Таким чином, технологія отримання гофрованих трубних виробів має свої відмінності, тонкощі і нюанси.

За різними оцінками, на цей час понад 98% гофрованих трубних виробів до України постачається з країн Європи. У той же час існує вітчизняне виробництво, що становить приблизно 2%, базується переважно на імпортній технології і обладнанні. В країні найбільш сучасне обладнання для виробництва гофрованих трубних виробів встановлено на декількох підприємствах.

По геометричних ознаках профілю, гофри гофрованих трубних виробів можна розділити на гофри низького і високого профілю. Для перших –

відношення висоти гофри до її ширини не перевищує одиниці, для других – перевищує одиницю.

У свою чергу, за методом формування розрізняють гофри вільного формування і гофри, відформовані в порожнині формокомплекту. Перші – формуються роздуванням (пневмо- або вакуумним методом) і набувають форми зводу ("міхура") в перетині. Причому це відбувається без торкання "міхуром" металевих поверхонь формокомплекту. Формування будь-який гофри починається саме з етапу вільного формування зводу. Другі – виробляються подальшим роздуванням отриманого зводу до повного контакту поверхні "міхура" металу формокомплекту.

Таким чином, зовнішня поверхня гофри повністю повторює форму внутрішньої поверхні порожнини формокомплекту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Класичні технології післяекструзійного формування гофрованих трубних виробів реалізують технологічний процес формування гофри шляхом деформування (витяжки) трубчастої заготовки, яка знаходиться у в'язкотекучому стані, під дією внутрішнього або зовнішнього тиску, послідуєчого нанесення на відформовану гофровану заготовку другого негофрованого шару та їх наступне зварювання до моменту переходу зони контакту обох шарів до стану твердого тіла [1].

Більшість теоретичних розробок аналогічних технологічних процесів відносяться до пневмоформування одношарових виробів. Тому актуальним є розроблення теоретичної бази технології формування (математичне та геометричне моделювання відповідних процесів) двошарових гофрованих трубних виробів з термопластичних полімерних матеріалів, що одержуються екструзійним методом, та її практична адаптація до реальних виробів. Ці підходи суттєво різняться від підходів до моделювання процесів формування реактопластичних полімерних матеріалів [2]. Таким чином, розроблені методики та математичні (геометричні) моделі не матимуть аналогів.

**Постановка проблеми.** Завданням проведених досліджень було математичне та геометричне моделювання процесу формування гофри з

різними геометричними параметрами: гофри вільного формування, гофри низького і високого профілю, гофри з пласким і округлим зводом, гофри з вертикальною і похилою стінкою.

**Обговорення отриманих результатів.** Для оцінки впливу геометричних параметрів формокомплекту на результати процесу формування гофрованого трубчастого виробу визначали залежність товщини одержуваного гофрованого трубчастого виробу від ряду конструктивних параметрів.

На рис. 1 приведена типова залежність товщини стінки гофри від висоти. Досліджено формування гофри у формокомплекті низького профілю з вертикальними стінками від змінного радіусу  $R_b$  одержуваного гофрованого трубчастого виробу.

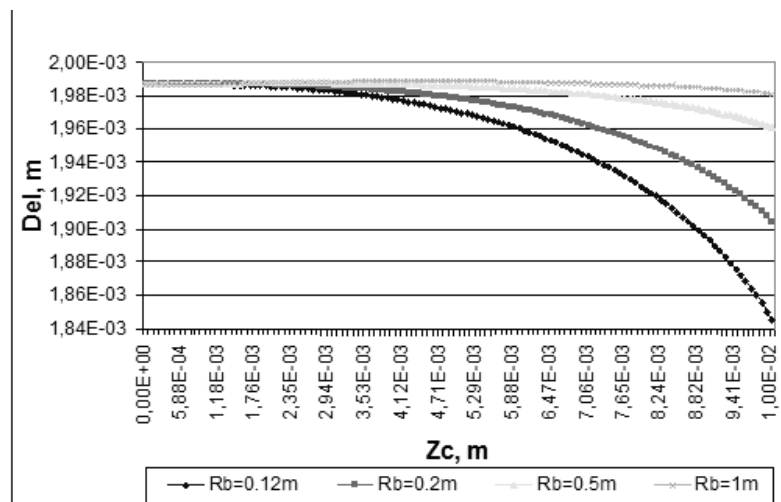


Рис. 1. Типова залежність товщини стінки  $Del$  ( $\delta$ ) гофротруби низького профілю з вертикальними стінками від висоти  $Z_c$ .

З рис. 1 видно, що збільшення внутрішнього радіусу заготовки  $R_b$  дає можливість формувати гофру з більш рівнотовщинною стінкою.

Визначимо товщину стінки гофри  $Del$  ( $\delta$ ) у процесі вільного формування у формі з похилими стінками. З метою дослідження впливу кута нахилу стінок форми гофратора  $\beta$  проаналізуємо рис. 2 і 3.

З рис. 2 і 3 видно, що збільшення кута нахилу стінки форми гофратора  $\beta$  впливає на товщину стінки  $\delta_{\min}$  у межах до 20%. Так, зокрема, при куті нахилу стінки форми гофратора  $\beta = 50^\circ$  товщина стінки  $\delta_{\min}$  складає 1,22 мм; при куті нахилу стінки форми гофратора  $\beta = 60^\circ$  товщина стінки становить  $\delta_{\min} = 1,14$

мм; при куті нахилу стінки форми гофратора  $\beta = 70^\circ$ , товщина стінки становить  $\delta_{\min} = 1,07$  мм; при  $\beta = 80^\circ$  товщина стінки становить  $\delta_{\min} = 1,02$  мм. Таким чином, можна стверджувати, що зміна товщини стінки  $\delta_{\min}$  по висоті  $Z_c$  описується лінійною залежністю.

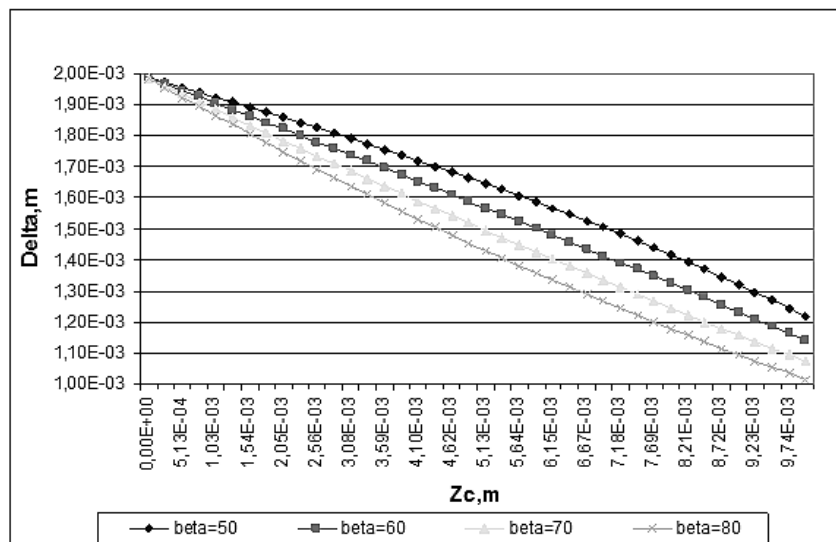


Рис. 2. Типова залежність товщини стінки гофротруби при формуванні у формі з похилими стінками від висоти  $Z_c$  при різних кутах нахилу стінок форми  $\beta$

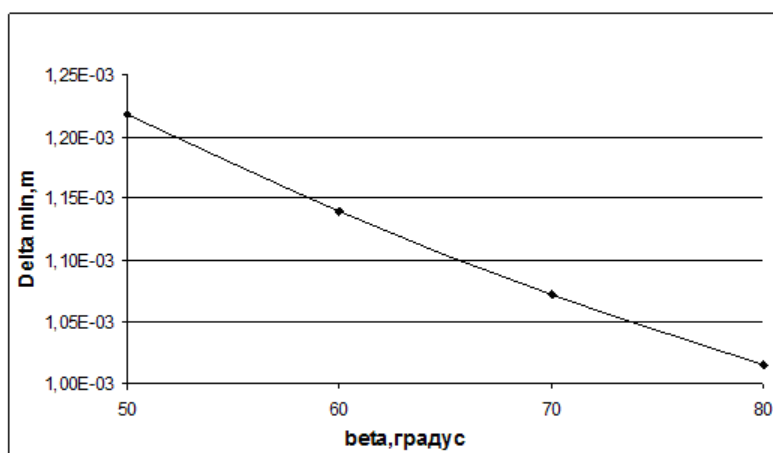


Рис. 3. Зміна мінімальної товщини стінки гофротруби  $\Delta$  ( $\delta_{\min}$ ) в залежності від кута нахилу стінки форми гофрокомплекту  $\beta$

Вплив ширини гофри на зміну товщини її стінки ілюструють рис. 4 і 5.

З наведених на рис. 4 і 5 графічних залежностей слідує, те що цей геометричний параметр (ширина гофри  $L$ ) достатньо сильно впливає на мінімальну товщину стінки труби  $\delta_{\min}$ . При зміні ширини гофри  $L$  на  $0,02$  м товщина її найтоншої зони може змінюватися приблизно на  $35\%$ , причому чим меншою буде ширина гофри  $L$ , тим меншою буде відповідне значення  $\delta_{\min}$ .

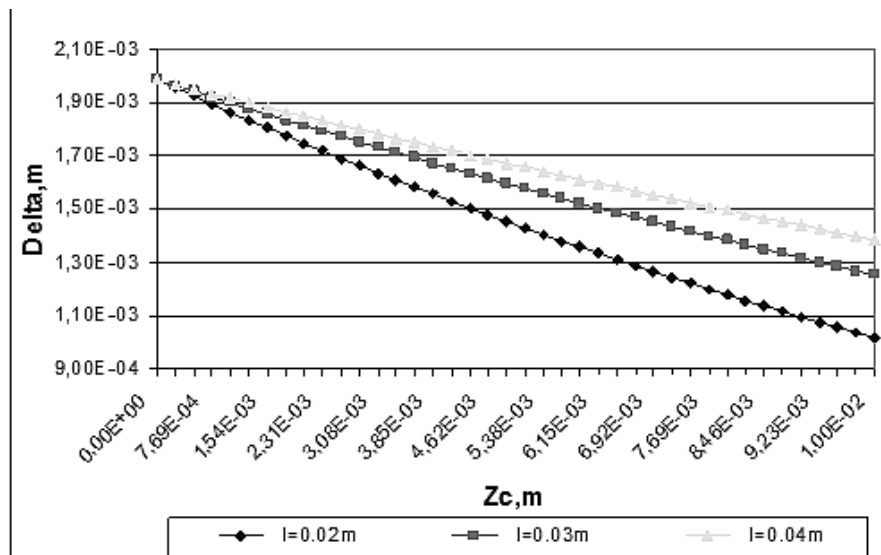


Рис. 4. Характерна залежність товщини стінки гофротруби  $\Delta$  у формі з похилими стінками від висоти  $Z_c$  при зміні ширини гофри  $L$

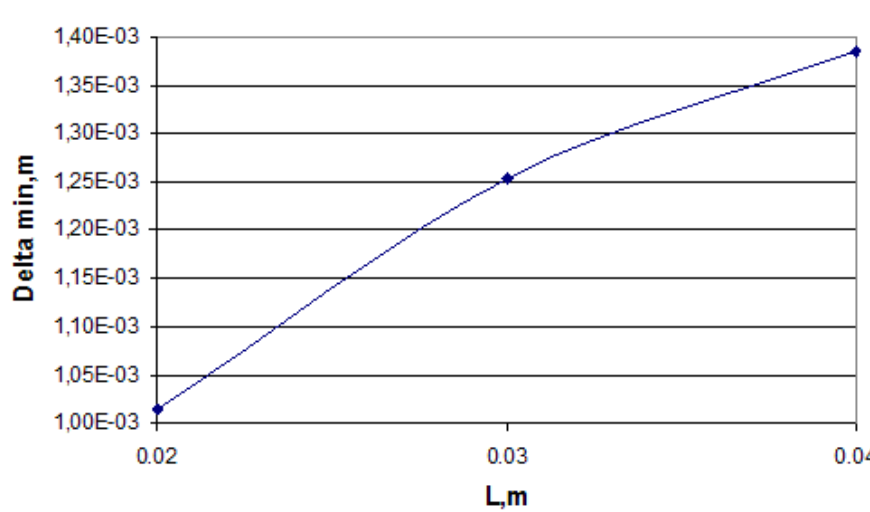


Рис. 5. Типова зміна товщини стінки гофротруби  $\Delta$  ( $\delta_{\min}$ ) у формі з похилими стінками висотою  $H$  від ширини гофри  $L$

Зокрема, при ширині гофри  $L = 20$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,02$  мм; при ширині гофри  $L = 30$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,25$  мм; при ширині гофри  $L = 40$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,38$  мм. Зміна товщини стінки  $\delta_{\min}$  від висоти  $Z_c$  є практично лінійною.

На рис. 6 показано вплив висоти гофри на товщину стінки, причому гофра формується у формі з кутом нахилу стінки  $\beta = 70^\circ$ . З рис.6 видно, що чим менше буде внутрішній радіус гофрованого виробу  $R_b$ , тим меншою буде мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min}$ . Так, при внутрішньому радіусі гофрованого виробу  $R_b = 60$  мм,  $\delta_{\min} = 0,9$  мм; при внутрішньому радіусі

гофрованого виробу  $R_B = 90$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1$  мм; при внутрішньому радіусі гофрованого виробу  $R_B = 120$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,02$  мм; при внутрішньому радіусі гофрованого виробу  $R_B = 200$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,05$  мм. При цьому зміна товщини стінки  $\delta_{\min}$  по висоті  $Z_C$  також є практично лінійною.

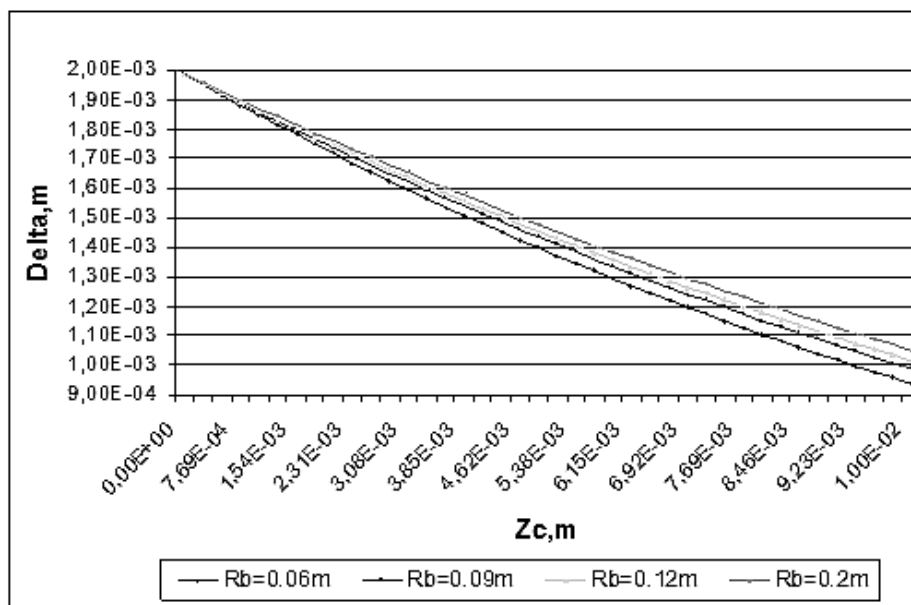


Рис. 6. Типова залежність товщини стінки гофротруби Delta ( $\delta$ ) від висоти  $Z_C$  при формуванні у формі з похилими стінками за умови зміни внутрішнього радіуса труби  $R_B$

Знайдемо товщину стінки гофротруби високого профілю з вертикальними стінками форми до торкання технологічного "міхура" верхньої стінки форми, що виражається такою нерівністю:  $Z_C \leq H - \frac{L}{2}$ . Такі вимоги еквівалентні вимогам формування округлого зводу гофри, який не має кутових зон зі зтонченою стінкою. Звод буде мати однакову товщину, яка визначається по максимальних вертикальних розмірах порожнини форми гофратора. На рис. 7-11 наведені типові графіки, які описують процес формування такого виробу.

З графіків, наведених на рис. 7 і 8 випливає, що чим меншим буде внутрішній радіус  $R_B$  виробу, тим меншою буде товщина стінки труби  $\delta_{\min}$ , яка буде отримана у процесі формування. Отже при  $R_B = 60$  мм,  $\delta_{\min} = 1,41$  мм; при  $R_B = 80$  мм,  $\delta_{\min} = 1,52$  мм; при  $R_B = 100$  мм,  $\delta_{\min} = 1,59$  мм.



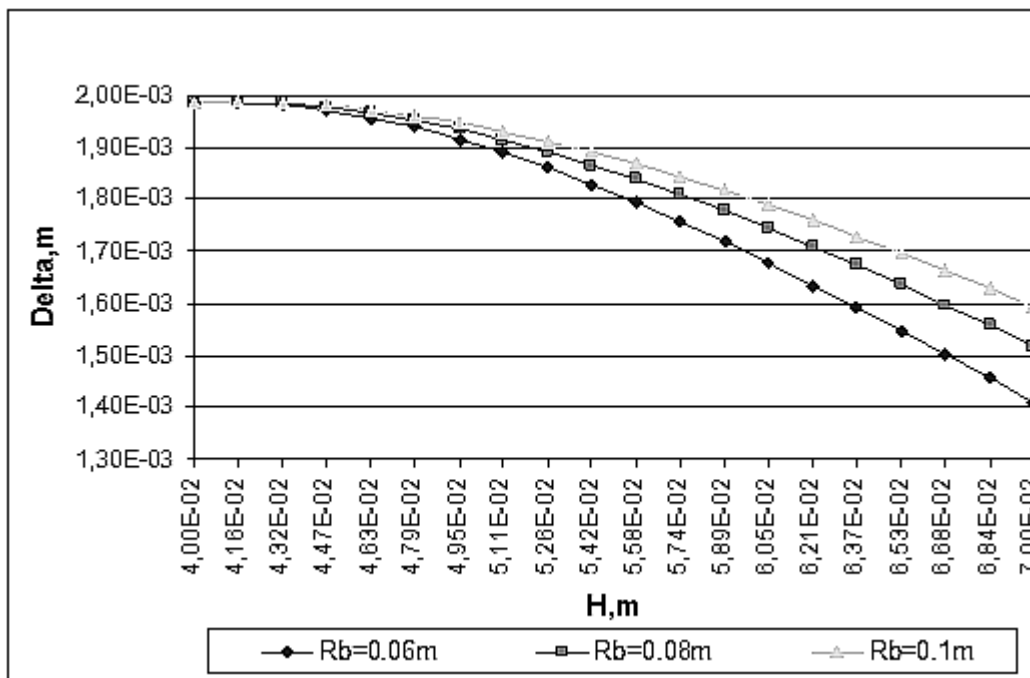


Рис. 7. Характерна залежність товщини стінки гофротруби  $\Delta$  високого профілю з вертикальними стінками до торкання технологічного "мішура" верхньої стінки форми від висоти  $H$  при зміні внутрішнього радіусу  $R_b$

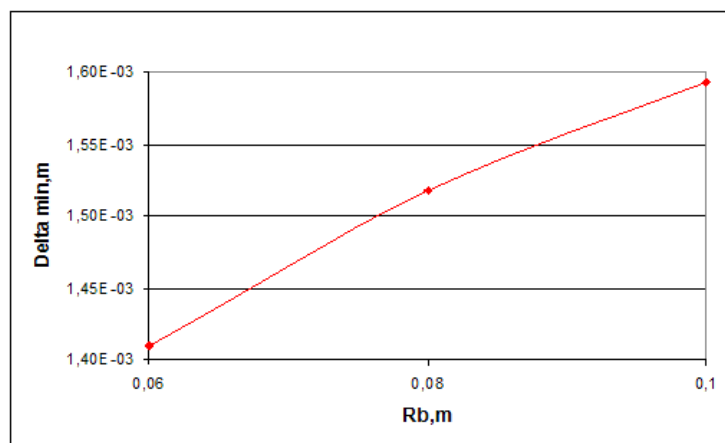


Рис. 8. Зміна товщини стінки гофрованого трубчастого виробу  $\Delta$  ( $\delta_{\min}$ ) високого профілю з вертикальними стінками до торкання "мішура" верхньої стінки форми від внутрішнього радіусу виробу  $R_b$

На рис. 9 і 10 наведено залежності товщини стінки гофрованого трубчастого виробу  $\delta$  ( $\delta_{\min}$ ) високого профілю з вертикальними стінками при формуванні округлого зводу від висоти  $H$  при зміні початкової товщини заготовки  $\delta_0$ .

Отже при товщині екструдованої трубчастої заготовки  $\delta_0 = 4$  мм товщина стінки гофротруби високого профілю  $\delta_{\min} = 1,13$  мм; при товщині екструдованої

трубчастої заготовки  $\delta_0 = 5$  мм товщина стінки гофротруби високого профілю  $\delta_{\min} = 1,41$  мм; при товщині екструдованої трубчастої заготовки  $\delta_0 = 6$  мм товщина стінки гофротруби високого профілю  $\delta_{\min} = 1,69$  мм; при товщині екструдованої трубчастої заготовки  $\delta_0 = 7$  мм товщина стінки гофротруби високого профілю  $\delta_{\min} = 1,97$  мм. Також спостерігається прямо пропорційна залежність  $\delta_{\min} = f(\delta_0)$ .

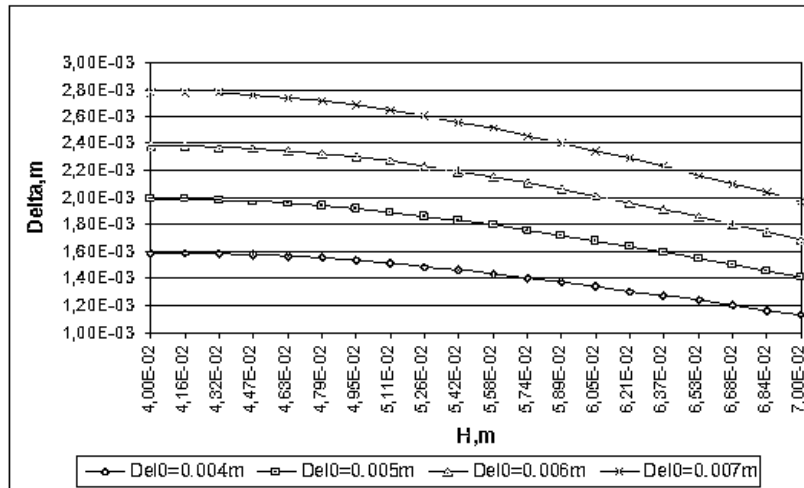


Рис. 9. Залежність товщини стінки гофротруби Delta ( $\delta$ ) високого профілю з вертикальними стінками при формуванні округлого своду від висоти  $H$  при зміні початкової товщини заготовки  $Del0$  ( $\delta_0$ )

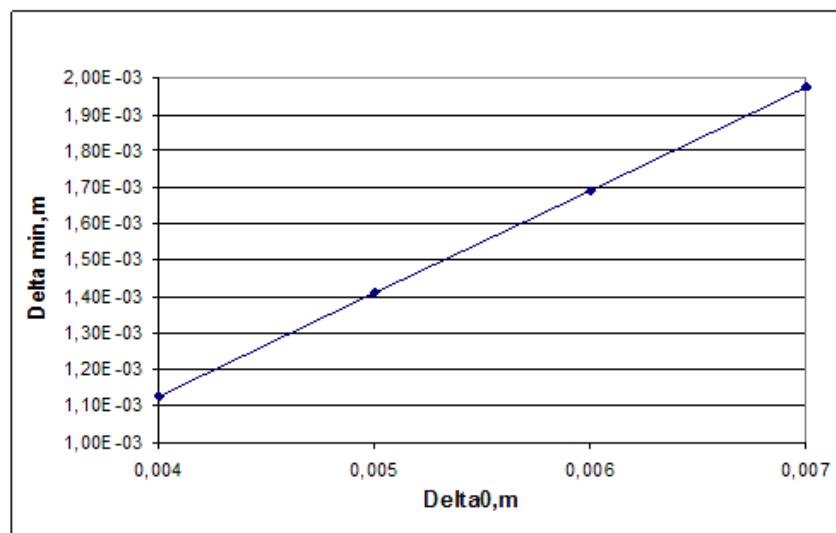


Рис. 10. Зміна товщини стінки гофротруби  $\delta_{\min}$  високого профілю з вертикальними стінками форми до торкання "міхура" верхньої стінки форми від товщини екструдованої трубчастої заготовки  $\delta_0$

Зміна початкової товщини заготовки після вільного формування в гофрі на 1,2 мм веде до зміни товщини кінцевого виробу на 0,8 мм.

Визначимо товщину стінки гофри у формі високого профілю з вертикальними стінками при висоті  $Z_c$ , що змінюється від 0 до  $H$ . Звод гофри плаский.

На рис. 11 представлена залежність товщини стінки гофри у формі високого профілю з вертикальними стінками і пласким зводом від висоти гофри при зміні внутрішнього радіусу труби  $R_b$ .

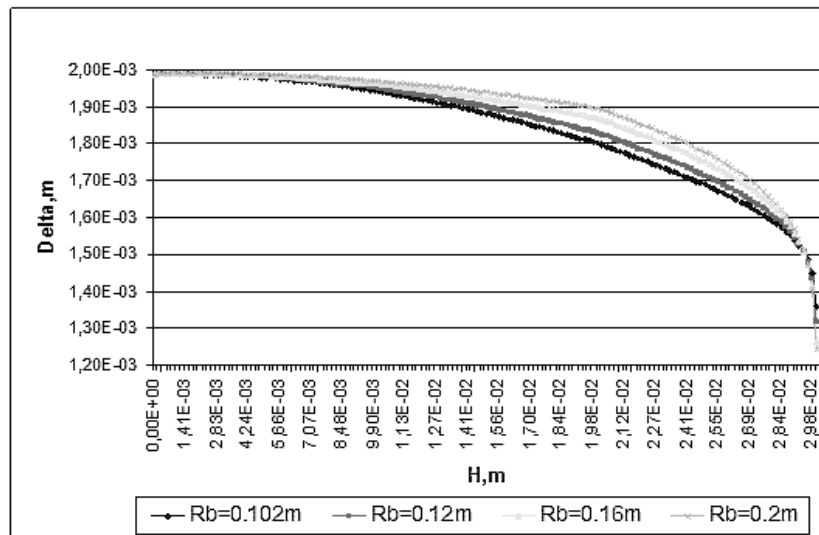


Рис. 11. Типова залежність товщини стінки гофри у формі високого профілю з вертикальними стінками від висоти гофри при зміні внутрішнього радіусу труби  $R_b$

При зміні внутрішнього радіусу трубчастого виробу  $R_b$  мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min}$  буде такою: при внутрішньому радіусі трубчастого виробу  $R_b = 102$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,36$  мм; при внутрішньому радіусі трубчастого виробу  $R_b = 120$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,32$  мм; при внутрішньому радіусі трубчастого виробу  $R_b = 160$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,27$  мм; при внутрішньому радіусі трубчастого виробу  $R_b = 200$  мм мінімальна товщина стінки труби  $\delta_{\min} = 1,24$  мм.

Слід звернути увагу на те, що за умови великих значень  $H$ , які перевищують 25 мм, спостерігається вкрай швидке зменшення товщини стінок гофри. Це відбувається в кутових зонах сполучення плаского зводу зі стінкою і

може призвести до дефектів сформованої гофри. Проте цього не відбувається при формуванні гофри з округлим зводом (див. рис. 7).

Якщо порівняти рис. 1, 6, 7 і 11, то можна побачити якісні відмінності процесу формування гофри у форму з похилими стінками і у форму з вертикальними стінками. При цьому чим більш похилі стінки, тим більш лінійним буде вплив висоти гофри на її товщину, і тим менший вплив буде мати радіус гофрованого трубчастого виробу.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Практичне застосування результатів досліджень дозволить розширити присутність вітчизняного виробника на ринку виробів і технологічного обладнання для виробництва гофрованих трубних виробів всіх необхідних типорозмірів як з первинних, так і з вторинних полімерів, збільшити кількість видів профілів, значно знизити собівартість створення нового обладнання за рахунок вилучення стадій його експериментальних доводок, знизити матеріало- та енергоємність технологічних процесів і устаткування для їх реалізації з одночасним підвищенням їх якості, наданням можливості утилізації термопластичних полімерних відходів.

### Література

1. **Сідоров, Д.Е.** Виробництво гофрованих полімерних труб [Текст] / Д.Е.Сідоров, В.І.Сівецький, О.Є.Колосов, І.О.Мікульонок – К.: ВП "Едельвейс", 2012. – 154 с.
2. **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.



*Матеріали надійшли: 15.10.2017*

УДК 514.18

**Колосова О.П.**

<http://orcid.org/0000-0001-7795-6412>

асистент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки

[mrskolosova@yandex.ua](mailto:mrskolosova@yandex.ua)

**Сокольський О.Л.**

<http://orcid.org/0000-0002-7929-3576>

Scopus Author ID: 47861385600

доцент кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

**Колосов О.Є.**

<http://orcid.org/0000-0001-8939-0591>

Scopus Author ID: 55200987000

ResearcherID: B-2418-2016

професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

[a-kolosov@ukr.net](mailto:a-kolosov@ukr.net)

**Ванін В.В.**

<http://orcid.org/0000-0001-7008-7269>

науковий керівник кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки, декан фізико-математичного факультету

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОФІЛЬНИХ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ З ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Проаналізовано деякі особливості конструювання профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів.*

*Ключові слова:* конструювання, проектування, головка, формування, геометрія, композит, термопласт.

**Вступ.** Задоволення потреб у вітчизняних виробках складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів неможливе без використання сучасних числових методів моделювання для оптимізації конструктивних і технологічних параметрів обладнання та устаткування процесів переробки полімерів і композицій з їх використанням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Остаточних параметрів (геометрична форма, розміри, фізико-механічні властивості) продукція з полімерних термопластичних композиційних матеріалів набуває на виході з т.зв. формуючого інструмента, яким оснащується технологічне обладнання для підготовки перероблюваного матеріалу до формування [1].

Зазначене обладнання для формування виробів з термопластів має свої відмінності від формуючого обладнання для реактопластів [2] внаслідок відмінностей у значеннях динамічної в'язкості перероблюваних композицій (розплавів полімерів для термопластів, що відрізняються інколи на два порядки від показника динамічної в'язкості перероблюваних рідких реактопластичних композицій).

Під час проектування формуючого устаткування для розплавів термопластів потрібно враховувати, що його робочі канали можуть мати найрізноманітнішу геометричну форму, а перероблюваний матеріал у ньому – деформаційні і теплові режими. Усе це пов'язано зі зміною реологічних властивостей перероблюваного матеріалу на стадіях пластикації та формування. При цьому в ідеалі необхідно встановлювати зв'язок геометричної форми формуючого устаткування з параметрами технологічного процесу формування і властивостями одержуваного термопластичного профільного виробу.

У свою чергу, необхідність підвищення технічного рівня, якості та конкурентоспроможності формуючих інструментів та оснастки потребує безперервного вдосконалення методів проектного розрахунку й технології їх конструювання. Це обумовлено тим, що конструктивні елементи формуючого устаткування перебувають у складному напружено-деформованому стані, який обумовлюється взаємодією з перероблюваними термопластичними матеріалами в широкому діапазоні робочих тиску і температури у в'язкотекучому, твердому або пружноеластичному стані.

Наявні аналітичні моделі процесів формування термопластичних полімерних виробів дають змогу виконувати лише приблизний проектний розрахунок геометричних параметрів робочих каналів і порожнин формуючого устаткування. Водночас ці моделі недостатньо враховують залежність реологічних параметрів перероблюваного матеріалу від локальних параметрів течії розплаву та певної форми каналів.

У свою чергу, існуючі числові методи дають змогу достатньо точно врахувати ці фактори, але мають той недолік, що проектний розрахунок

здійснюють лише багаторазовим підбором геометричних параметрів з повним розрахунком на кожному кроці, що потребує значних обчислювальних ресурсів.

Тому актуальним є розроблення методів проектного розрахунку формуючого устаткування з використанням наближених аналітичних моделей з подальшим уточненням заданих параметрів числовими методами.

**Постановка проблеми.** Завданням проведених досліджень був аналіз основних чинників, що впливають на особливості конструювання профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів.

**Обговорення отриманих результатів.** Обговорення отриманих результатів наведено окремо для профільних головок і їх підкласу у вигляді плоскощілинних головок, хоча формуюче обладнання, звісно, не обмежується наведеним устаткуванням.

**Профільні головки.** Найбільш складними для проектного розрахунку є профільні головки, оскільки канали в них можуть бути дуже різними за розміром, а отже, відрізнятимуться в'язкість і температура розплаву через різну швидкість зсуву та умови теплообміну. Основні труднощі процесу – вирівнювання об'ємної швидкості різних потоків розплаву в головці по всьому поперечному перерізу профілю.

Навіть за наявності сучасної обчислювальної техніки і спеціального програмного забезпечення, наприклад, у Німеччині у середині 1990-х рр. для створення нової профільної головки в середньому було потрібно сімнадцять доведень "в залізі". Для кінцевого вирівнювання швидкостей застосовують спеціальні насадки: дросельні або перфоровані шайби та ін.

Прямотечійні головки використовують для виготовлення трубних, порожнистих, камерних і суцільних профілів. Трубоподібні профілі отримують на звичайних трубних головках з використанням такого самого формуючого інструменту, що і для виготовлення звичайних труб. Формування профілю потрібної геометрії здійснюється у вакуумному калібрувальному пристрої методом пластичної деформації. Калібратор може бути довгомірним або

представляти собою втулку, установлену на вході у вакуумну ванну. Трубчаста заготовка поступово перетворюється на виріб потрібної форми на ділянці між головкою й калібратором.

Метод пластичної деформації (post-forming) часто застосовують для формування деяких видів профілів із заготовок простого поперечного перерізу. Наприклад, відомий виріб "сайдинг" одержують з використанням щілинної головки завширшки 250–400 мм і двох послідовно установлених калібраторів для попереднього та остаточного формування сайдинг-панелі або комплектувального профілю до панелі. Текстурування поверхні панелі здійснюють відразу після головки в тиснільних валках, робоча поверхня яких має різноманітний малюнок.

Головки для виготовлення порожнистих і камерних профілів схожі з головками для виробництва труб. Відрізняються вони складнішою конструкцією дорну, іноді дорнотримача, загальною компоновкою деталей, а також зазвичай відсутністю регулювання зазорів між мундштуком (фільєрою) і дорном. Головки блендової конструкції мають циліндричний адаптер і корпус головки, до якого приєднуються прямокутні проміжні деталі й формуюча частина (фільєра). Переважно всі деталі виконують нерознімними, що полегшує і здешевлює їх виготовлення.

До камерних профілів належать також "віконні" профілі, з яких складають пластмасові вікна та двері. Головки для їх виготовлення також виконують блендовими. Подачу повітря в порожнині профілю здійснюють крізь отвори в спицях дорнотримача й дорну. Зазвичай подача повітря у внутрішню порожнину профілю передбачається завжди, але іноді під час екструзії деяких високов'язких розплавів (наприклад, непластифікованого ПВХ) отвори в дорні не виконують, якщо немає небезпеки зварювання близько розташованих стінок профілю між собою.

Товщина стінок профілю має бути по можливості однаковою й відносно невеликою. Основним завданням під час проектування головок є забезпечення рівності швидкостей у всіх поперечних перерізах профілю. За різної товщини



профілю доводиться регулювати довжину каналів на різних ділянках. Після охолодження такого профілю можуть утворитися залишкові напруження, що виявляється у викривленні або розтріскуванні виробу.

Основні складнощі виникають під час проектування й виготовлення перехідних каналів від круглого або кільцевого перерізу на вході до кінцевого профілю (рис. 1 і 2). Часто їх утворюють декілька деталей, тобто матриця виконується складеною. При цьому перехід має бути плавним, без різких змін поперечного перерізу й застійних зон, технологічним у виготовленні, експлуатації і складанні-розбиранні.

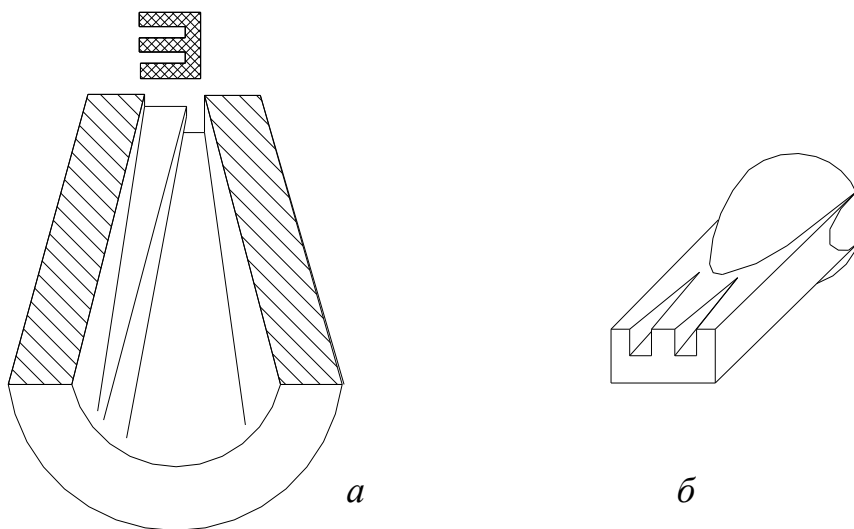


Рис. 1. Оснастка для формування Ш-подібного профілю:  
*а* – геометрія мундштука;  
*б* – зліпок перехідного і формуючого каналів в блендовій конструкції

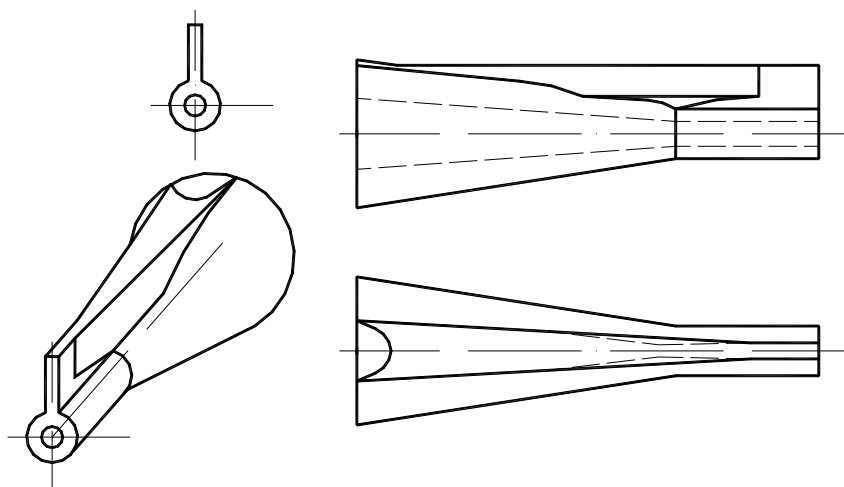


Рис. 2. Зліпок і проекції перехідного і формуючого каналів для екструзії профілю "рояльна петля"

Лінії стику деталей матриці не повинні потрапляти на лицьові поверхні виробу, а краще за все розташовуватися на кутах. Кути по можливості не мають бути гострими, а мати мінімальний радіус (0,2 – 0,4) мм. Вигини профілю під гострим кутом і майже замкнуті контури робити в головці небажано – це можна довести в калібрувальному пристрої.

**Плоскощілинні формуючі головки.** Плоскощілинні головки призначені для одержання листів, плівок і нанесення покриттів. Вони можуть бути прямокутними й кутовими. Основне завдання таких головок – перетворення потоку розплаву з круглого перерізу на вході в широку плоску щілину на виході за умови рівності вихідних швидкостей по всій ширині. Для дотримання останньої умови має бути забезпечена рівність опорів по всіх лініях току розплаву. При цьому довжина ліній току має бути мінімальною для зменшення маси головки й часу перебування в ній.

Оскільки довжина ліній току поблизу подовжньої осі і на периферії різна, необхідно створити більший опір потоку поблизу осі. Цього можна досягти, змінюючи довжини каналів або їх висоту, а також комбінуючи ці способи. Альтернативний шлях – збільшити температуру розплаву від осі до країв.

Існують дві основні конфігурації плоскощілинних головок (рис. 3): трикутні й колекторні.

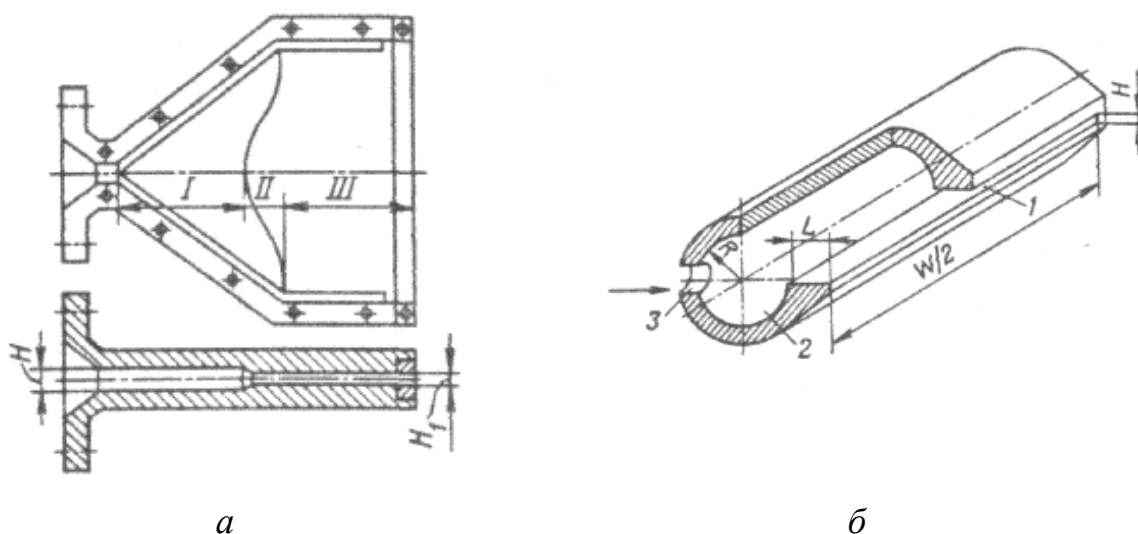


Рис. 3. Схеми плоскощілинних головок:  
*a* – трикутна, *б* – колекторна

У трикутних головках розподільний канал має вид щілини більшої висоти, ніж вихідний, з трикутною в плані формою (риб'ячий хвіст).

Вхідну зону I виконують у вигляді каналу, що розширюється в щілину від вхідного отвору, переходить у зону II вирівнювання гідравлічного опору по ширині формуючого каналу й потім у зону формуючого каналу III постійної заданої ширини й висоти. Вирівнювання потоку досягається за рахунок зміни співвідношення довжин розподільного й вихідного каналів на ділянці II (рис. 3, а) або установкою на цій ділянці елемента опору типу "острівець" з висотою, що зменшується від осі до країв (рис. 4).

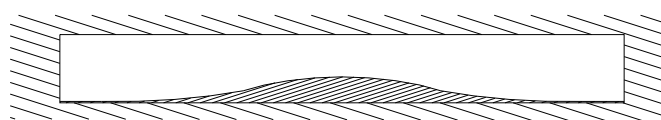


Рис. 4. Переріз перехідної ділянки з елементом опору типу "острівець"

Основний недолік трикутних головок полягає в тому, що геометрія зон I і II обумовлює велику площу каналів в плані. Під впливом тиску в них верхня й нижня стінки головки деформуються, що спричинює зміну висоти формуючого каналу і, відповідно, товщини виробу. Для запобігання цього складність конструкції і матеріалоемність головки значно збільшується. Ще одним недоліком є великий час перебування розплаву в головці, що обмежує можливості переробки нетермостабільних матеріалів.

У колекторних головках розплав від центрального отвору підводиться до щілини крізь трубу-колектор з бічним виходом і закритими торцями (рис. 5). Натепер це найбільш поширений тип головок. Поперечний переріз колектора може бути різним, найчастіше круглим, прямокутним, трикутним, краплеподібним.

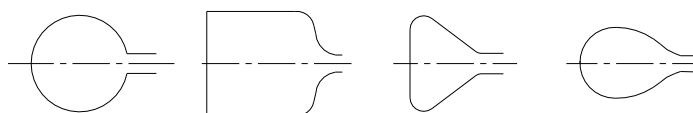


Рис. 5. Теоретично можливі варіанти перерізів колектора

Для забезпечення рівності опорів по ширині на будь-якій координаті  $z$  має бути виконана умова постійної суми протитисків колектора та щілини

$$P_z^{\text{кол}} + P_z^{\text{щ}} = \text{const.}$$

У колекторі відбувається одночасно два види рухів: вздовж його осі до краю, і з колектора в щілину (рис. 6).

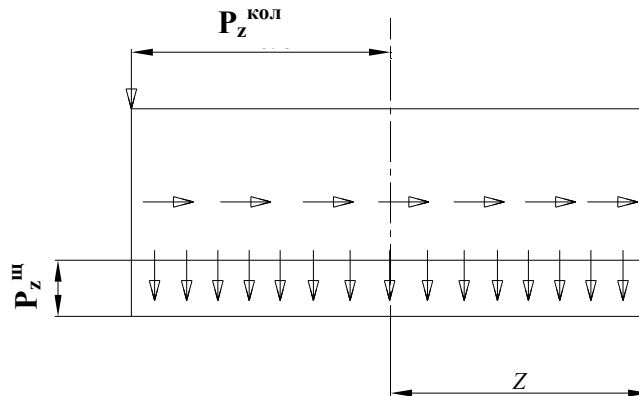


Рис. 6. Схема течії розплаву в колекторі і щілині

З одного боку, в кожному перерізі колектора витрата становить

$$Q_z^{\text{кол}} = K_{\text{кол}} \frac{dp}{dz},$$

де  $K_{\text{кол}}$  – коефіцієнт геометричної форми колектора.

Інтегрувати це рівняння по всій ширині не можна, оскільки похідна  $dp/dz$  безперервно змінюється. З іншого боку, з умови рівності витрати крізь щілину по ширині, витрата крізь ділянку щілини від краю до координати  $z$  пропорційна цій точці перерізу

$$Q_z^{\text{щ}} = \frac{Q}{W} z,$$

причому він рівний витраті крізь колектор у цій точці перетину.

Виходячи з припущення, що залежність швидкості зсуву від дотичного напруження в розплаві підлягають степеневому закону в формі:

$$\dot{\gamma} = m\tau^n,$$

рівняння витрати в щілинному каналі:

$$Q = \frac{m}{n+2} \left( \frac{\Delta P}{L} \right)^n \frac{fH^n}{2^{n+1}},$$

де  $f$  – площа поперечного перерізу каналу;  $H$  – висота щілини;  $L$  – довжина щілини;  $m$  та  $n$  – реологічні константи.

Витрата для колектора, наприклад, круглого перерізу радіусом  $R$ :

$$Q = \frac{\pi m R^{n+3}}{(n+3)(2z)^n} \Delta P^n.$$

Після цього, прирівнявши між собою витрати в двох останніх формулах, отримаємо рівняння, яке можна розв'язати для кожного  $z$  відносно довжини щілини  $L$ , отримавши шукану залежність  $L(z)$  – рис. 7.

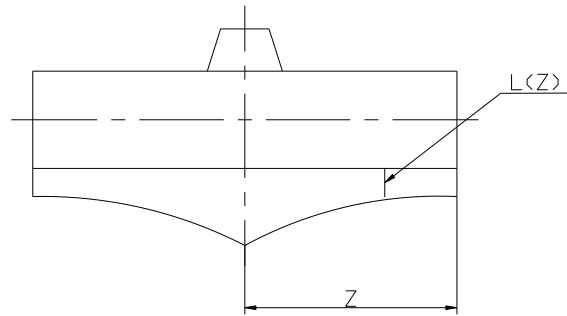


Рис. 7. Схема розрахункової конфігурації каналу плоскощілинної головки

Проте в такий спосіб головки не виготовляють, оскільки, по-перше, внаслідок зниження витрати крізь колектор поблизу краю утворюється застійна зона, а по-друге, через різні точки виходу розплаву з щілини відбуватиметься викривлення виробу, оскільки застигання розплаву буде неодноразовим. Тому крайка щілини має бути плоскою.

Для усунення першого недоліку радіус колектора має зменшуватися від центру до краю за певним законом, наприклад з умови постійної вздовж колектора швидкості течії  $U_z^{\text{кол}}$  або швидкості зсуву  $\dot{\gamma}_z^{\text{кол}}$

$$U_z^{\text{кол}} = \text{const} \text{ або } \dot{\gamma}_z^{\text{кол}} = \text{const}.$$

В останньому випадку закон зміни радіуса колектора матиме вигляд

$$R(z)^{\text{кол}} = R_o \left( \frac{W-z}{W} \right)^{1/3},$$

де  $R_o$  – радіус колектора на вході; при цьому радіус на виході має бути не меншим від 0,75 висоти щілини.

Для усунення другого недоліку колектор розташовують під кутом до осі, зберігаючи залежність  $L$  від  $z$ . У результаті отримуємо головку конфігурації, подібної до плечиків для одягу (рис. 8).

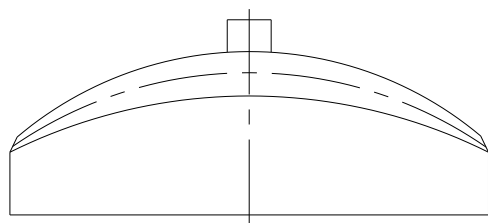


Рис. 8. Схема конфігурації каналу головки типу "вішалка"

Для спрощення виготовлення колектора його форму часто випрямляють (рис. 9).

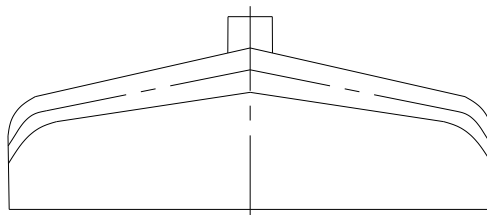


Рис. 9. Схема спрощеної конфігурації каналу головки

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Використання отриманих результатів геометричного моделювання обладнання для формування погонажних (профільних) виробів складної геометрії з термопластичних полімерних композиційних матеріалів дозволяє істотно скоротити спектр необхідних натурних експериментів, а також суттєво зменшити фінансові та часові витрати на їх проведення.

### Література

1. **Сокольський, О. Л.** Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас: навч. посіб. [Текст] / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонок. – К.: НТУУ "КПІ", 2014. – 148 с.
2. **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.





Секція 2  
Інформаційні технології моделювання  
об'єктів, явищ і процесів



УДК 519.816

**Антипова Е.А.**

<http://orcid.org/0000-0002-9012-5290>

аспирантка кафедры программного обеспечения автоматизированных систем

[rinaredka@gmail.com](mailto:rinaredka@gmail.com)

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

## СППР ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР

*В работе приведено краткое описание системы поддержки принятия решений, которая может быть применена в задачах выбора оптимальной организационной структуры управления предприятием. Отличительной особенностью данной СППР является наличие базы моделей экспертных свидетельств, базы методов принятия решений и базы правил выбора метода анализа свидетельств.*

*Ключевые слова:* организационные структуры, система поддержки принятия решений, формы экспертных свидетельств.

Одной из важнейших задач формирования организационных систем является выбор их оптимальных структур, который может быть описан и формализован в виде многокритериальной задачи принятия решений. Эффективным средством повышения уровня информационного обеспечения руководителей и экспертов при подготовке и принятии решений являются системы поддержки принятия решений (СППР), которые классифицируются по целому ряду признаков [1, 2]. Отличительной особенностью СППР, предлагаемой в данной работе, является наличие трех блоков:

- база моделей экспертных свидетельств (суждений) о предъявляемой организационной структуре (БМЭС);
- база методов принятия решений по выбору оптимальной организационной структуры (БМПР);
- правила выбора необходимого метода анализа групповых экспертных оценок.

Необходимость наличия в составе СППР БМЭС обусловлена тем, что в процессе проведения групповой экспертизы по анализу организационных



структур экспертные оценки могут принимать различные формы: они могут быть согласованными, эквивалентными, совместимыми, произвольными, несвязными и др. Такие формы могут быть представлены моделями на основе теоретико-множественного подхода. БМНР составляют методы принятия решений на указанных выше моделях [3]: вероятностный вывод, теория свидетельств Демпстера-Шейфера, теория правдоподобных и парадоксальных рассуждений Дезера-Смарандаке, теория перераспределения конфликтов и др. В основе правил выбора методов анализа экспертных оценок лежит учет определенных моделей взаимодействия экспертов. Так, например, если такие модели представлены согласованными, эквивалентными и совместимыми формами экспертных суждений, то для их анализа используются методы вероятностного вывода. В случае наличия объединений и пересечений определенных подмножеств экспертных оценок, то целесообразно применять методы теорий Демпстера-Шейфера, Дезера-Смарандаке. Предложенная СПНР позволит повысить качество принимаемых решений при выборе оптимальных организационных структур.

### Литература

1. **Петровский, А.Б.** Компьютерная поддержка принятия решений [Текст] / А.Б. Петровский // Системные исследования, 1996. – №24. – С. 146-178.
2. **Трахтенгерц, Э.А.** Компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений [Текст] / Э.А. Трахтенгерц. – Проблемы управления, 2003. – №1. – С. 13-28.
3. **Коваленко, И.И.** Методы качественного анализа в задачах судостроения, судоремонта и судоходства: учебное пособие [Текст] / И.И. Коваленко, Т.В. Пономаренко, А.В. Швед и др. – Николаев: Илион, 2014. – 220 с.



УДК 681.121

**Коробко І.В.**

професор кафедри приладобудування

[i.korobko@kpi.ua](mailto:i.korobko@kpi.ua)

**Писарець А.В.**

доцент кафедри приладобудування

[anna.v@ukr.net](mailto:anna.v@ukr.net)

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського"

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ РІДИНИ ТА ГАЗУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ CFD-ТЕХНОЛОГІЙ**

Особливість сьогодення полягає у необхідності обліку витрати енергоносіїв з високою точністю і достовірністю.

Надпроблемою у цьому контексті постає побудова такої системи проектування вимірювальних перетворювачів, яка б створила умови для комплексного розв'язання проблеми створення вимірювальних систем із високими метрологічними показниками. В свою чергу, це передбачає побудову досконаліших розрахункових схем, які б описували складну обопільну дію плинних вимірюваних потоків і елементів приладів, що забезпечує точні розрахунки, особливості структури проектуємих елементів конструкції. Надзвичайно важливим є питання дослідження асиметрії потоку, продукуюваної місцевими гідравлічними опорами різної просторової конфігурації (коліна, конфузори, дифузори, раптові розширення та звуження, тіла обтікання та інше, які породжують зміну градієнтів швидкості потоку), впливу забруднення та обраного місця монтажу приладів на вимірювальній ділянці, вивчення характеру і ступеня зворотного впливу на контролюємий потік елементної бази приладу через специфіку його конструкції і чисельна його оцінка.

Оцінювання впливу неоднорідності потоків на точність витратомірів, враховуючи складність та трудомісткість процесів натурних досліджень, проведено шляхом чисельного моделювання на базі програмного комплексу ANSYS CFX, що реалізує метод кінцевих елементів і дозволяє з високою

ймовірністю визначити проекції векторів швидкостей у дискретних точках потоку, як за поперечним перерізом, так і по його протяжності [1 – 2].

У доповіді представлені результати досліджень ультразвукових перетворювачів витрати рідиннофазних потоків із різною динамікою їх плинну застосовуючи можливості CFD-технологій. При цьому, для реалізації комп'ютерного моделювання гідродинамічної обстановки у вимірювальній камері перетворювача витрати було: створено геометричні моделі приладів, накладено сітку на створену модель, призначено зони входу і виходу середовища крізь прилад, обрано гідродинамічну модель потоку, призначено межові умови на вході, виконано ініціалізацію і проведення обчислювального процесу, здійснена оцінка отриманих результатів розподілу основних параметрів, зокрема швидкості, тиску, температури по витратомірній ділянці на предмет дослідження метрологічних характеристик витратоміра. [1, 3 – 4].

### Література

1. **Гришанова, І.А.** Системи CAD/CAE. ANSYS FLUENT [Текст]: підруч. для вузів / І. А. Гришанова, І. В. Коробко. – К.: Дія ЛТД, 2012. – 208 с.

2. **Рак, А. М.** Переваги застосування чисельного моделювання при розробці вимірювальних перетворювачів витрати паливно-енергетичних ресурсів та води [Текст] / А. М. Рак, І. В. Коробко // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ 2012: стан і перспективи: тез. доп. X наук.-техніч. конф., 24-25 квітня 2012 р. – Київ, 2012. – С. 256-257.

3. **Коробко, І. В.** Застосування методів геометричного моделювання при проектуванні вимірювальних перетворювачів витрат та кількості рідин і газів [Текст] / І. В. Коробко // ПРИЛАДОБУДУВАННЯ 2007: стан і перспективи: тез. доп. VII наук.-техніч. конф., 28-29 квітня 2009 р. – Київ, 2009. – С. 208-209.

4. **Коробко, І. В.** Проектування вимірювальних перетворювачів витрат газу із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій [Текст] / І. В. Коробко, П. К. Кузьменко // Вимірювання витрати та кількості газу: матеріали VI Всеукр. наук.-техніч. конф., Івано-Франківськ, 20-21 жовтня 2009 р. – С. 31-32.



*Матеріали надійшли: 04.10.2017*

УДК 004

**Гнатушенко В.В.**

професор

[trip@ukr.net](mailto:trip@ukr.net)**Сердюк В.В.**

студент

[vvserdiuk@gmail.com](mailto:vvserdiuk@gmail.com)

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

## МЕТОДИКА РОЗПІЗНАВАННЯ НАПІВТОНОВИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТЕКСТУ

Оптичне розпізнавання тексту дозволяє редагувати текст, здійснювати пошук слів чи фраз, зберігати його в більш компактній формі, демонструвати або роздруковувати матеріал, не втрачаючи якості, аналізувати інформацію [1-3]. Оптичне розпізнавання тексту є актуальною проблемою в областях розпізнавання образів та комп'ютерного зору. Процедура попередньої обробки використовується після отримання інформації, і являє собою застосування операцій усереднення і вирівнювання гістограм, різного типу фільтрів для запобігання перешкод та зовнішніх шумів. Під сегментацією розуміється процес поділу зображення на окремі символи. Кінцевий етап обробки – розпізнавання. Для цього етапу вхідними даними є зображення, отримані в результаті шумозаглушення та процесу сегментації [3, 4].

Однією з основних задач обробки та аналізу зображень є сегментація зображення. Сегментація – це процес поділу зображення на кілька сегментів. Мета сегментації полягає в спрощенні і/або зміні представлення зображення, щоб його було простіше і легше аналізувати. Сегментація зображень зазвичай використовується для того, щоб виділити об'єкти і кордони (лінії, криві, і т. п.) на зображеннях. Результатом сегментації зображення є множина сегментів, які разом покривають все зображення, або множина контурів, виділених з зображення. Всі пікселі в сегменті схожі за деякою характеристикою або обчисленою властивістю, наприклад, за кольором, яскравістю або текстурою. Сусідні сегменти значно відрізняються за цією характеристикою. Алгоритм виділення рядків зводиться до знаходження верхньої і нижньої межі рядка тексту. Сегментація рядків ґрунтується на тому, що середня яскравість в зображеннях міжрядкових проміжках істотно

нижче середньої яскравості в зображеннях текстових рядків. При фільтрації яскравість кожної точки вихідного зображення, спотвореного перешкодою, замінюється деяким іншим значенням яскравості, яке визнається в найменшій мірі спотвореним перешкодою. Для виконання фільтрації необхідно виробити принципи таких перетворень, які ґрунтуються на тому, що інтенсивність зображення змінюється за просторовим координатам повільніше, ніж функція перешкод. В інших випадках, навпаки, ознакою корисного сигналу є різкі перепади яскравості.

Щоб результат розпізнавання був досить високим, необхідно застосувати до кожного рядка кілька різних фільтрів, при цьому не змінюючи вхідне зображення, тобто до кожної лінії застосовується метод з фільтрів, після чого лінія вирушає на розпізнавання. Після проходження однією лінією деякою кількістю методів з фільтрів, вибирається той результат розпізнавання та метод, який дав максимальну якість розпізнавання. Найважливішим етапом після розпізнавання є вибір найкращого результату для однієї лінії, що надає собою рядок тексту, яка пройшла ряд методів з фільтрів і після кожної фільтрації зображення був виданий результат розпізнавання. Для того, щоб результат розпізнавання був обраний коректно, було прийнято рішення встановити у кожного результату оцінки якості, за якими обирається той результат, сума оцінок яких є найвищою.

### Література

1. **Гонсалес, Р.** Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс // Москва.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. **Прэтт, У.** Цифровая обработка изображений. Кн.1. [Текст] / У. Прэтт. – М.: Мир, 1982. – 312 с.
3. **Реконструкция** изображений [Текст]: Пер. с англ. / Под ред. Г.Старка. – М.: Мир, 1992. – 636 с.
4. **Кирсанов, М.Н.** Модификация и анализ фильтров выделения контуров изображений [Текст] / М.Н. Кирсанов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015г – том 5. – № 33. – С. 201-206.



*Матеріали надійшли: 05.10.2017*

УДК 004.021: 57.087.1

**Chuiko G. P.**

professor

[genchuiko@gmail.com](mailto:genchuiko@gmail.com)

**Dvornik O.V.**

associate professor

**Shyian I.A.**

post-graduate student

Faculty of Computer Sciences, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv

## **INFORMATION TECHNOLOGY IN MEDICINE: AN EXAMPLE OF A COMPUTER ANALYSIS OF SELF-MONITORING OF BLOOD GLUCOSE**

**Background.** Self-monitoring of the blood glucose (SMBG) is a healthcare technology of the last decades. The systematic and detailed review asserts that SMBG may to improve the glycemic control. Factual, an SMBG is a short and noised time series like to other medical signals.

Singular Spectrum Analysis (SSA) is a new computerized technique for series processing. SSA is especially valid for short series. Here it means the series with the length never exceeding few hundred samples. The advantage of SSA is a much more accurate forecast for trends and variability as for such series. A case study is offered in this report. Our aim is the demonstration of the power of SSA in application to an SMBG case study. The computations, programming and visualizations were performed with Maple 18 tools

**Measurements and methods.** The patient is a 67-year-old male with the long history of type 2 diabetes (T2D). The measurements were performed three times per week. The stable scheme: “Monday-Wednesday-Friday” was exploiting. The total duration was 176 weeks that is the time series has the total length  $N=528$  samples. All trials were before a morning meal with the glucose meter ‘SensoLite Nova’ of Hungarian production.

The obtained signal looks as one with a middle noise. Nevertheless, the standard deviation is out of the range declared in the technical passport of the device.

**Results.** The normalized statistical autocorrelation function of the signal showed the serious contribution of a slow oscillation in the initial signal.

The sum of the smooth trend, slowest oscillations, and the noise ensures a good SSA approximation for the SMBG series. The period of slowest oscillations was equal about half of year. Poincarè plot analysis confirms the random nature of the short-term variability of series. The long-term variability was caused by slowest oscillations as well as the noise. Besides, the results of the SSA, the autocorrelation analysis and Poincarè plot analysis are in good agreement.

The trend line of SMBG was a bit, but obvious convex. It allows the detecting of the so called change-point. A certain delay was found between the starting point for the multi-dose insulin treatment and the change-point of the trend. This delay was close to the period of slowest oscillations (about half a year). We cannot take a liberty for discussions about of a value of this delay for endocrinologists. Yet, we invite to pay attention to the interesting fact. Medics prefer to deal with the groups of homogeneous patients and consider a case study as the waste of time. However, the situation is changes systematically. Here we take in mind the concept of the person-centered medicine popular in the last time in the connection with the idea of the Internet of Things.

**Conclusions.** Let summarize all said above as few points.

1. The Singular Spectrum Analysis is an excellent processing technique for short time series. This statement is in force for Self-monitoring of Blood Glucose data too. The trend and slowest oscillation are easily extractable from SMBG by SSA.
2. The results of SSA are in good accordance with outcomes of other methods (such as autocorrelation and Poincare analysis).
3. The short-term variability of the SMBG has mainly the random nature. The long-term variability ensured by slow oscillations as well as by the noise but in the less measure.
4. A certain delay has existed between the start of the multi-dose insulin (MDI) treatment and the change-point of the trend. This delay was close to the period of slowest oscillations (about half a year).



УДК 519.14+519.168

**Тимофієва Н.К.**

провідний науковий співробітник

[Tymnad@gmail.com](mailto:Tymnad@gmail.com)

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

## ПРО УТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ У ЖИВІЙ ПРИРОДІ

*Оговорено, що геометричні форми в живій природі утворюються за законами комбінаторики. Це твердження доводиться з використанням знакових комбінаторних просторів, які існують в двох станах: згорнутому (спокої) та розгорнутому (динаміці) і мають фрактальну структуру.*

*Ключові слова:* комбінаторика, знакові комбінаторні простори, фрактали, комбінаторні числа в біології.

**Вступ.** В літературі описано багато способів дослідження геометрії як неживої так і живої природи, зокрема симетрії біологічних об'єктів [1]. Але ці дослідження не пояснюють природу утворення геометричних форм. Нижче проводиться спроба пояснити утворення біологічних форм з використанням знакових комбінаторних просторів.

**Основна частина.** Виходячи з утворення та впорядкування комбінаторних конфігурацій, сформулюємо аксіоми, яким задовольняють знакові комбінаторні простори [2].

1. Знакові комбінаторні простори існують в двох станах: спокої (згорнутий) та динаміці (розгорнутий); 2. Згорнутий простір задається інформаційним знаком  $\mathfrak{R}=\langle A, T, \mathfrak{S}, \mathfrak{E} \rangle$ , який містить властивості розгорнутого простору певного типу, де  $A$  – одна або кілька базових множин, з елементів, яких утворюються розгорнуті комбінаторні простори;  $T$  – тип знакового комбінаторного простору;  $\mathfrak{S}$  – правила розгортання знакового комбінаторного простору;  $\mathfrak{E}$  – правила згортання знакового комбінаторного простору; 3. Утворення із згорнутого розгорнутих знакових комбінаторних просторів проводиться за рекурентними правилами. Точкою розгорнутого простору є комбінаторна конфігурація певного типу; 4. Згортання знакового



комбінаторного простору проводиться з точок як одного так і кількох просторів. Згорнутий простір має властивості просторів, з яких він згорнувся.

Знаковим комбінаторним просторам властива фрактальна структура. Вони самоподібні, одночасно скінченні та нескінченні, містять зменшені копії розгорнутого простору, які назвемо частково розгорнутим.

*Знакові біологічні простори.* В біології існують явища, пов'язані з комбінаторними числами. При формуванні суцвіття деяких квітів, луски шишок, розміщенні листя дерев та інших рослин утворюються правильні спіралі, число рядів яких збігається з числами Фібоначчі. Насінину чи клітину розглянемо як згорнутий знаковий біологічний простір, який задамо інформаційним знаком  $\mathfrak{R} = \langle A, T, \mathfrak{Z}, \mathfrak{E} \rangle$ . Останній містить базові множини та систему правил, за допомогою яких комбінацією елементів цих множин розгортається живий організм – розгорнутий біологічний простір. Його можна змоделювати з використанням фрактальної геометрії. Як і в комбінаторних просторах при його розгортанні утворюється частковий розгорнутий простір (зменшена геометрична копія повного розгорнутого простору).

**Висновок.** Отже, розгортанню знакових біологічних просторів (утворенню геометричних форм у біології) характерні властивості комбінаторики. Оскільки біологічні простори мають фрактальну структуру, то при рості рослини на довільному етапі утворюється геометрична форма, яка містить в собі зменшені її копії.

### Література

1. **Петухов, С.В.** Геометрии живой природы и алгоритмы самоорганизации [Текст]. – М.: Знание, Серия "Математика кибернетика". – 1988, № 6. – 48 с.
2. **Тимофієва, Н.К.** Знакові комбінаторні простори та штучний інтелект [Текст] / Н.К. Тимофієва // Штучний інтелект. 2015. – 1-2 (67-68). – С.180-189.



*Матеріали надійшли: 07.10.2017*

УДК 004.412:519.237

**Приходько С.Б.**

завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Макарова Л.М.**

доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Смикодуб Т.Г.**

старший викладач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Ульянов К.К.**

студент магістратури кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

## **ПОБУДОВА РІВНЯННЯ ТРАНСФОРМОВАНОГО ЕЛІПСУ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЗА ДАНИМИ ТРУДОМІСТКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОЕКТІВ**

В основі статистичних методів аналізу двовимірних даних лежить еліпс [1, 2]. Коли розмір вибірки досить великий, еліпс передбачення, зокрема, часто є добрим способом виявлення викидів у двовимірних даних, і його часто використовують для цієї мети в інформаційних технологіях, програмній інженерії, фінансах тощо. Проте відомі статистичні методи (наприклад, виявлення викидів, що базуються на еліпсі передбачення) використовуються при припущенні, що дані мають розподіл Гаусу. Але це припущення справедливе тільки в поодиноких випадках. Це призводить до необхідності перетворення еліпсу передбачення для двовимірних негаусівських даних та побудови рівняння трансформованого еліпсу для конкретного набору даних.

В роботі розглядаються дані трудомісткості 145 програмних проектів в залежності від кількості функціональних точок [3]. Ці дані мають розподіл, який суттєво відрізняється від нормального. За зазначеними даними в роботі побудовано рівняння трансформованого еліпсу передбачення за методом, що був запропонований в [4]. Суть цього методу полягає у наступному. Спочатку двовимірні негаусівські дані нормалізують (перетворюють у такі, розподіл яких наближається до нормального) за допомогою бієктивного двовимірного нормалізуючого перетворення. Далі за нормалізованими даними будують рівняння еліпсу передбачення. І наостанок, будують рівняння трансформованого еліпсу передбачення для двовимірних початкових даних на

основі рівняння еліпсу передбачення для нормалізованих даних та нормалізуючого перетворення, за яким здійснювалася нормалізація даних.

В роботі для побудови рівняння трансформованого еліпсу передбачення за вказаним методом було використано двовимірне перетворення Джонсона сім'ї  $S_U$ . Оцінювання параметрів цього перетворення здійснювалося за методом максимальної правдоподібності

**Висновки.** Вперше було отримано рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними трудомісткості програмних проектів в залежності від кількості функціональних точок на основі двовимірного нормалізуючого перетворення Джонсона сім'ї  $S_U$ , що дає змогу підвищити достовірність оцінювання наявності викидів у подібних наборах даних.

### Література

1. **Chew, V.** Confidence, prediction and tolerance regions for the multivariate normal distribution [Text] / V. Chew // Journal of the American Statistical Association, Vol. 61. – 1966. – P. 605-617.

2. **Friendly, Michael** Elliptical Insights: Understanding Statistical Methods Through Elliptical Geometry [Text] / Michael Friendly, Georges Monette, John Fox // Statistical Science, Vol. 28. – 2013. – No. 1. – P. 1-39.

3. **Kitchenham, B.** An empirical study of maintenance and development estimation accuracy [Text] / B. Kitchenham, S. L. Pfleeger, B. McColl, S. Eagan // The Journal of Systems and Software. – 2002. – 64. – P. 57-77.

4. **Prykhodko, S.B.** Constructing the transformed prediction ellipses on the basis of normalizing transformations for bivariate non-Gaussian data [Text] / S. B. Prykhodko, N. V. Prykhodko, O. O. Kudin, T. G. Smykodub // Проблемы информационных технологий. – 2017. – № 1 (021). – С. 134-138. – ISSN 1998-7005



УДК 004.9

**Любкевич К.О.**

студент

[katy-lyubkevic@yandex.ru](mailto:katy-lyubkevic@yandex.ru)

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

## МЕТОД ОДНОЧАСНОЇ НАВІГАЦІЇ І ПОБУДОВИ КАРТИ

*Ключові слова:* *simultaneous location and mapping (SLAM), локалізація, карта місцевості.*

Однією з важливих проблем всіх нині існуючих мобільних апаратів, які прямують самостійно, без управління з боку людини, залишається навігація.

Мобільні автономні робототехнічні системи в даний час є досить великою областю робототехніки. Основним напрямком досліджень при розробці таких систем було і залишається позиціонування робота в просторі. Дану задачу можна розділити на дві складові: побудова карти і локалізація робота на місцевості.

Перше завдання полягає в побудові карти навколишнього простору, тобто роботу необхідно відомим йому способом відзначити різного роду об'єкти, перешкоди і мітки, які він може розпізнати і занести всю інформацію в деяке сховище, яке згодом буде використано для вирішення роботом його безпосередніх завдань. Для вирішення даного завдання дуже важливо, щоб робот міг точно визначити своє положення в просторі щодо інших об'єктів.

Визначення свого місця розташування робот може виконувати як на підставі апріорно наявної карти простору (місцевості), так і на підставі своїх спостережень.

В ідеальному випадку є можливість завантажити роботу карту навколишнього простору, однак на практиці така можливість є не завжди (найчастіше вона відсутня), тому постає природне завдання: навчити робота будувати карту місцевості і одночасно визначати своє положення на цій місцевості і траєкторію руху. Галузь знань, що описує методи вирішення даного завдання отримала назву SLAM (Simultaneous Localization And Mapping).

Основна ідея більшості алгоритмів SLAM проста. Перебуваючи в деякому положенні, робот починає виявляти об'єкти навколо. Зробивши перші виміри відстаней він їх запам'ятовує і рухається в напрямку інших об'єктів. Після того, як всі об'єкти в деякому приміщенні знайдені і відстань до них виміряна робот повертається на вихідну позицію. Швидше за все він потрапить в інше місце, а не в те, в якому знаходився спочатку. Відбувається це через помилки одометра. Далі робот починає друге коло вимірювань, на якому помилка скорочується.

На даний момент найбільш популярні методи, засновані на розширеному фільтрі Калмана і на фільтрі часток. Поступово другий підхід витісняє перший. Основним недоліком розширеного фільтра Калмана є його квадратична обчислювальна складність від числа об'єктів на карті. Фільтр частинок же (зокрема алгоритм DP-SLAM) має логарифмічну складність (залежить від кількості осередків на карті і числа частинок).

**Висновки.** SLAM – це проблема побудови карти і локалізації робота на цій карті. На практиці, ці дві проблеми не можуть бути вирішені незалежно одна від одної. Перш ніж робот зможе відповісти на питання про те, як виглядає навколишнє середовище (виходячи із серії спостережень), він повинен знати, де ці спостереження були зроблені. У той же час, важко оцінити поточний стан робота без карти.

## Література

1. **Собченко, М.И.** Алгоритмы SLAM: обзор существующих решений [Текст] / М.И. Собченко, В.И. Ухандеев // Информационные технологии и программное обеспечение. Электронные информационные системы. – 2004. – №1 – С. 69-78.
2. **Технологии.** SLAM [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/technology/724.html>.



*Матеріали надійшли: 08.10.2017*

УДК 51-77

**Березький О.М.**

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

[ob@tneu.edu.ua](mailto:ob@tneu.edu.ua)

**Березька К.М.**

доцент кафедри економіко-математичних методів

[km.berezka@gmail.com](mailto:km.berezka@gmail.com)

**Ляшук С.В.**

магістрант освітнього ступеня "Комп'ютерна інженерія"

Тернопільський національний економічний університет

## АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВСТУПУ АБИТУРІЄНТІВ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ПРОСТОРОВОЇ ЕКОНОМЕТРИКИ

*На основі статистичних даних кількості вступників з напрямку підготовки "Комп'ютерна інженерія" ТНЕУ здійснено оцінку просторової близькості за допомогою квадрантів діаграми розсіювання. Для відображення зв'язків між регіонами, їх інтенсивності та формалізації припущення, що регіон просторово зв'язаний з сусідніми регіонами, використано матрицю просторових ваг граничних сусідів.*

***Ключові слова:** вступники, матриця просторових ваг, статистика Морана, діаграма розсіювання, просторові кластери.*

Статистичний аналіз результатів вступної кампанії 2017 року в м. Тернополі показав, що більшість випускників шкіл, які склали зовнішнє незалежне тестування на 180 балів і вище обрали ведучі університети столиці та регіональних центрів. Тому, природно зменшується кількість студентів в малих обласних центрах і таким чином проходить "вимивання інтелекту". Це є одним із суттєвих недоліків правил вступу у виші України. у великі міста. Для цього необхідно ефективніше проводити профорієнтаційну роботу.

В попередніх дослідженнях [1] нами здійснено кластеризацію районів Тернопільської області за кількістю вступників. Для збільшення кількості вступників нами в першу чергу проводилася профорієнтація в школах районів, що попали в II-й і III-й кластери. В даній роботі розширено дослідження на прилеглі області.

Метою дослідження є оцінка рівня диспропорцій розподілу кількості вступників у Тернопільський національний економічний університет на спеціальність "Комп'ютерна інженерія" в областях, прилеглих до Тернопільської області, на основі методів просторової економетрики.

Методами дослідження є методи просторової економетрики, статистика Морана [1].

Нашим дослідженням охоплюється період з 2013 по 2017 рр., що є достатнім часовим періодом для виявлення залежностей. Виділено 17 регіональних міст з прилеглих областей України до яких є пряме сполучення (автобус чи поїзд) та підрахована кількість вступників для кожного з них.

В I-ий кластер діаграми розсіювання Морана – районів з великою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів теж з великою кількістю вступників – за матрицею граничних сусідів попали м. Рівне, Радивилівський район, м. Тернопіль.

В II-ий кластер – районів з невеликою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів з великою кількістю вступників – за матрицею граничних сусідів попали: м. Кам'янець-Подільський, м. Стрий, м. Жидачів м. Калуш, м. Нововолинськ, Ратнівський район.

В III-ій кластер – районів з невеликою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів теж з невеликою кількістю вступників ввійшли: міста Долина, Ковель, Меденичі, Самбір, Хмельницький, Волочиський район.

В IV-ий кластер – районів з великою кількістю вступників, які знаходяться в оточенні районів з невеликою кількістю вступників – за матрицею граничних сусідів попали міста Червоноград та Дубно.

На основі статистичних даних результатів вступу абітурієнтів спеціальності "Комп'ютерна інженерія" з використанням статистики Морана здійснено кластеризацію регіональних міст з прилеглих областей України, між якими є пряме сполучення з Тернополем за кількістю вступників.

Для збільшення кількості вступників необхідно в першу чергу проводити профорієнтацію в містах і прилеглих до них селах, що попали в II-й і III-й кластери. Перспективним напрямом досліджень є використання моделей просторового аналізу.

## Література

1. **Березький, О.** Використання методів просторової економетрики для аналізу результатів вступу абітурієнтів [Текст] / Олег Березький, Катерина Березька, Василь Неміш // Геометричне моделювання та інформаційні технології. – 2016. – №1. – С. 5-9.



УДК 004

**Ємельянов С.І.**

магістрант кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

[sviatoslavem@gmail.com](mailto:sviatoslavem@gmail.com)**Погромська Г.С.**<http://orcid.org/0000-0002-6779-3995>

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

[pas012@ukr.net](mailto:pas012@ukr.net)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО ТИПУ СКУПЧЕНЬ ГАЛАКТИК

Вивчення особливостей морфології як галактик, так і скупчень галактик автоматичними методами, тобто без участі людини неможливо. При цьому, визначення морфологічного типу скупчення галактик базується на чисельних критеріях, що визначаються відповідно до особливостей розподілу галактик у полі скупчення.

Окреслимо поетапно задачу визначення морфологічного типу скупчення галактик [1]:

1. Побудова карти скупчення у прямокутних координатах. Оскільки галактики мають різні розміри, форми та зоряні величини, їх потрібно показувати на карті символами відповідної форми та орієнтації. Розміри символів розраховуються на базі вхідного каталогу за формулою  $m' = 3 \cdot 2^{0.6(18.5-m)} + 6$  (де  $m'$  – діаметр зображення галактики на карті;  $m$  – зоряна величина галактики відповідно до каталогу). Далі визначаються велика та мала осі зображення з урахуванням еліптичності галактики  $E$  (з вхідного каталогу):

$$A = \frac{m'}{\sqrt[4]{1 - 2E + E^2}}; \quad B = \frac{(m')^2}{A}.$$

2. Це дозволяє візуалізувати вхідні дані для попередньої класифікації. Додатково можна відмітити найяскравіші галактики темнішим тоном.

3. На наступному кроці потрібно визначити ступінь концентрації скупчення до центру. Для цього проводиться пошук області максимальної густини галактик. Розмір області задається дослідником у долях діаметру



скупчення з побудовою відповідної гістограми. Це робиться в автоматичному режимі.

4. Далі за необхідністю проводиться пошук смуги максимальної концентрації галактик з побудовою відповідної гістограми. Ширину смуги також задає дослідник. Розрахунки та пошук орієнтації смуги максимальної концентрації також робиться в автоматичному режимі.

5. В деяких скупченнях спостерігаються дві смуги, що перетинаються або смуга непрямолінійної форми. У цьому випадку проводиться пошук двох або чотирьох секторів з підвищеною відносно середнього значення густиною галактик з побудовою відповідної гістограми. Кут сектору обирає дослідник.

6. На останньому кроці проводиться аналіз форм галактик у скупченні. В автоматичному режимі будується гістограма розподілу еліптичностей галактик для візуальної оцінки.

Для наочної демонстрації визначення морфологічного типу скупчень галактик нами було розроблено програмне забезпечення "Cluster Cartography". Програмний продукт створено мовою програмування C++ у середовищі C++ Builder 6. Вигляд робочої області програмного забезпечення (ПЗ) "Cluster Cartography" наведено на рис. 1.

До базових функцій пропонованого ПЗ "Cluster Cartography" віднесено:

- сортування галактик за обраним параметром за допомогою опції "Sort" (за замовчуванням дані не відсортовані);
- побудова мапи, на якій буде показано як зоряну величину, так і форму галактик "С.М.1";
- побудова мапи з розмірами символів відповідно до їх зоряних величин "С.М.2";
- відображення тільки положення галактик "С.М.3".
- аналізу скупчення за концентрацією до центру "С-І-О", за певними критеріями;
- пошук проявів ліній та поясів "L-F", за певними критеріями;
- побудова гістограми скупчень за еліптичністю "Е";

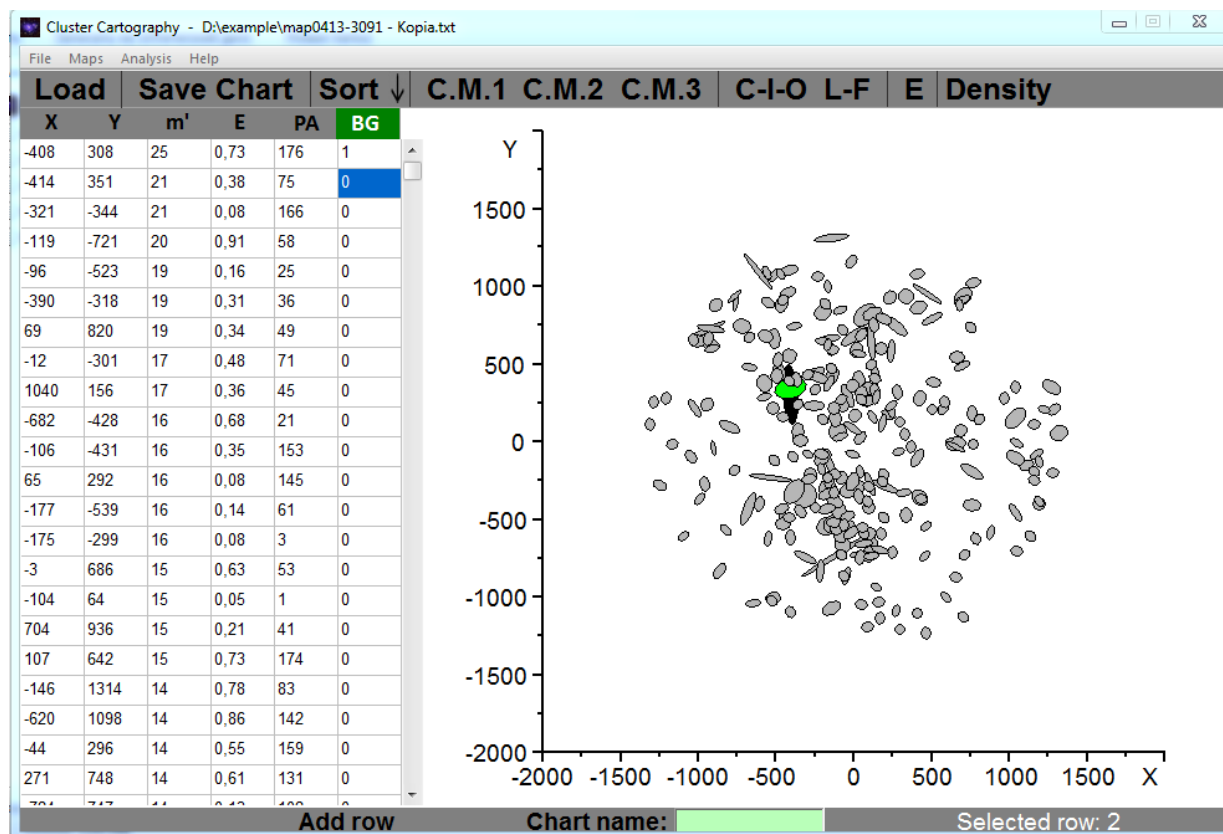


Рис. 1. Робоча область ПЗ "Cluster Cartography"

- відображення найбільш насичені ділянки скупчення "Density";
- завантаження файлу формату txt, який заздалегідь підготовлений завдяки "Load";
- зберігання мапи та гістограми завдяки "Save Chart" у форматі bmp.

Таким чином, визначення морфологічного типу скупчення галактик проводиться об'єктивно та за мінімальний час. За допомогою пропонованого ПЗ "Cluster Cartography" реалізований процес розв'язання задачі визначення морфологічного типу скупчення галактик з елементами аналізу та візуалізації.

### Література

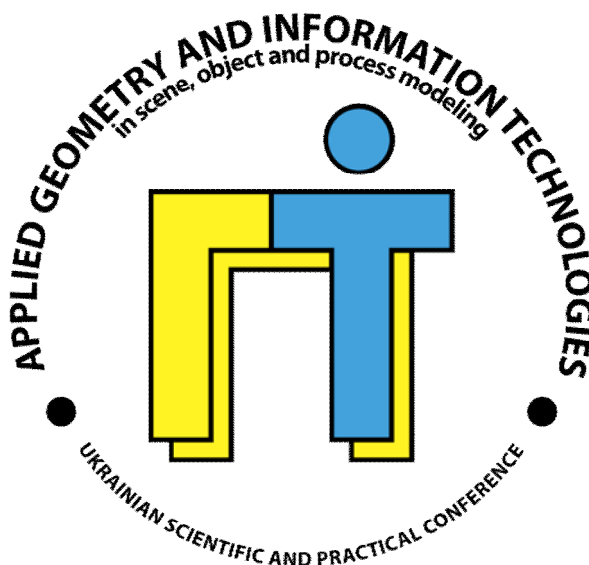
1. **Панько, Е.** Особенности морфологии изолированных скоплений галактик [Текст] / Е. Панько, С. Емельянов // Матеріали XVI Всеукраїнської конференції з космічних досліджень. – Одеса, 2016. – С. 88.



Матеріали надійшли: 16.10.2017



Секція 3  
Комп'ютерна та програмна інженерія  
в сучасних умовах



УДК 004

**Погромська Г.С.**

<http://orcid.org/0000-0002-6779-3995>

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

[pas012@ukr.net](mailto:pas012@ukr.net)

**Махровська Н.А.**

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

[bronnatan@gmail.com](mailto:bronnatan@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ СИНТАКСИЧНОГО АНАЛІЗУ SQL-ЗАПИТІВ

*Для мови SQL характерна надмірність форм подання запитів, для більшості завдань може існувати більше одного раціонального SQL-запиту. Пропонований синтаксичний аналізатор SQL-запитів призначений для вивчення в навчальних цілях особливостей написання раціональних SQL-запитів (на прикладі запитів на вибірку). Після розробки декількох проектів, у програмістів виробляються навички написання більш "швидких" запитів.*

Невід'ємною частиною більшості складних ІТ-систем є реляційні бази даних і алгоритми доступу до даних на основі мови структурованих запитів SQL. У той же час традиційне навчання мові SQL, втім, як і багатьом іншим складним темам в умовах масового виробництва, як правило, не дає необхідної якості підготовки кожного студента [1]. Причина тому – недостатність індивідуального і адаптивного підходу до кожного студента. На думку багатьох дослідників вихід слід шукати в створенні та впровадженні комп'ютерних навчальних програм, що мають практично необмежену пам'ять і розвинені інтелектуальні здібності.

Синтаксичний аналізатор SQL-запитів призначений для вивчення в навчальних цілях особливостей написання раціональних SQL-запитів (на прикладі запитів вибірки) та організований у формі гри. Мета синтаксичного аналізу полягає в автоматичній побудові функціонального дерева фрази, тобто знаходження взаємозалежностей між різнорівневими елементами речень [2].

Пропонована система аналізатора запитів на SQL містить наступну функціональність:

- Перевірка SQL запиту на функціональність.
- Перевірка запиту на правильність порядку слів.
- Перевірка запиту на правильність побудови логічних схем.
- Облік виконаних завдань кожним користувачем.
- Облік завдань, підготовленим адміністратором системи.
- Управління користувачами.

Робота з системою починається зі стартової сторінки. Після вибору пункту меню (режиму роботи програми) необхідно ввести запит SQL у спеціально призначене для цього поле.

Кожне завдання, яке надається користувачу, характеризується двома типами параметрів: прихованими і відкритими. До прихованих параметрів можна віднести ті параметри, які користувачу необхідно відобразити в написаному SQL-запиті, наприклад, імена таблиць, полів, значення полів, умови і т. п. Відкритими параметрами є умова завдання, схема таблиць і їх зв'язків в базі даних; вони показуються користувачу і на їх основі він вирішує поставлене завдання.

Після генерації нового завдання (його прихованих і відкритих параметрів) користувачу на робочу форму програми виводиться текст (умова) завдання, схема бази даних і поле для введення власного SQL-запиту. Після натискання кнопки підтвердження відповіді система зчитує SQL-запит з текстового поля і аналізує його.

Після перевірки запиту додаток показує його результат (позитивний чи негативний результат перевірки запиту). Перелік можливих помилок наведено в окремому вікні програми. Для режиму роботи з базою даних потрібно ввести параметри підключення додатка до бази даних.

Система складається з бази даних MySQL і додатка для взаємодії з базою даних, реалізованого на мові програмування PHP і з використанням HTML.

Робота з системою здійснюється через будь-який браузер. Дерево виклику програмних модулів має структуру, представлену на рис. 1.

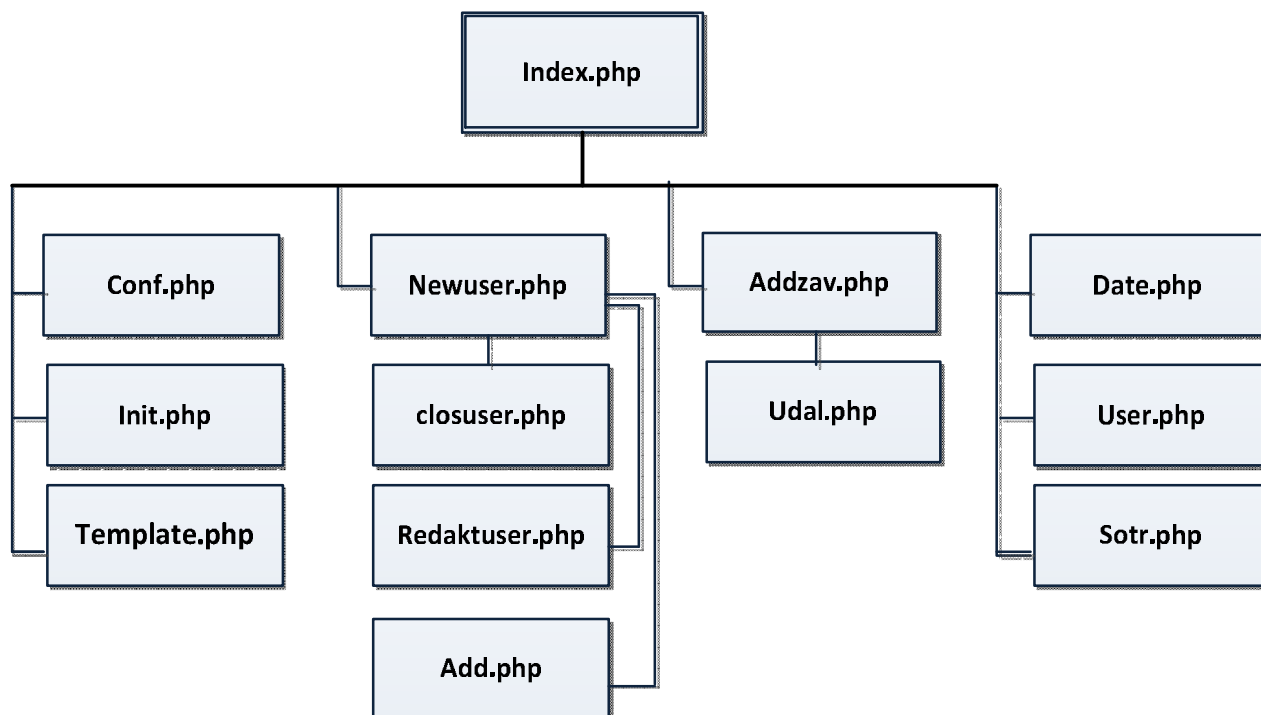


Рис. 1. Дерево виклику програмних модулів проекту

Апробація впровадження програмної системи "Синтаксичний аналізатор SQL-запитів" відбувалась під час навчального процесу в МНУ імені В.О.Сухомлинського в 2016-2017 н. р. у межах дисципліни "Бази даних та інформаційні системи". Результати впровадження показали збільшення продуктивності використання навчального часу на 52% під час засвоєння матеріалу модуля "Вивчення мови SQL" у вказаному курсі.

### Література

1. **Автоматизированные** информационные технологии в экономике: Учебник [Текст] / Под ред. Г. А. Титоренко. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 399 с.
2. **Погромська, Г. С.** Синтаксичний аналізатор мови SQL [Текст] / Г. С. Погромська // "Інноваційний розвиток науки нового тисячоліття" (м. Ужгород, 21-22 квітня 2017 р.). – Херсон: Видавничий дім "Гельветика", 2017. – С. 43-46.



Матеріали надійшли: 26.09.2017

УДК 004.383

**Левчук В.В.**

магістрант

[levchuk.victoria@stud.onu.edu.ua](mailto:levchuk.victoria@stud.onu.edu.ua)

**Гунченко Ю.О.**

професор кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем

[gunchenko@onu.edu.ua](mailto:gunchenko@onu.edu.ua)

**Ємельянов П.С.**

аспірант

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ ТРІЙКОВИХ УНАРНИХ ФУНКЦІЙ

*В роботі запропонована структура універсального пристрою, на основі якого можна побудувати усі можливі трійкові унарні функції.*

*Ключові слова: трійкова логіка, елемент трійкової логіки, універсальний пристрій.*

Трійкова логіка – логіка, що має три значення: "так", "ні", "не знаю". Вона має найбільшу щільність запису інформації (наприклад, можливих унарних функцій у трійкової логіки – 27, у той час, як у двійковій логіки – 4), полегшує представлення від'ємних чисел, спрощує структуру пристроїв та збільшує їх швидкодію. Однак трійкова логіка не досліджувалась на достатньому рівні, тому на сьогоднішній день не існує ніяких стандартів, методів, рішень та елементів, що дозволять реалізувати трійкову логіку на необхідному рівні.

Ціль роботи – розробка структури для проектування та синтезу трійкових унарних логічних елементів.

Пропонується використовувати структуру на основі багатопорогового елемента багатозначної логіки з двома порогамі. В ході дослідження розроблено структуру універсального пристрою (УП), який має вхід для трійкової змінної, 8 вихідних сигналів, а також джерело струму, яке призначене для зсуву вихідного сигналу на "+1" або "-1". В залежності від поєднання виходів УП та константи, що формується джерелом струму (при необхідності) можливо реалізувати будь-яку трійкову унарну функцію.

В ході дослідження, за допомогою УП, побудовані структурні схеми всіх 27 можливих трійкових унарних функцій.



Матеріали надійшли: 05.10.2017

УДК 004.421.2:519.17

**Устенко І.В.**<http://orcid.org/0000-0003-1541-2414>

доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Вітіннік Д.С.**

магістрант

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

## ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГРАФОВИХ СТРУКТУР

Графи є одним з найбільш зручних та наочних засобів представлення складних структур, що дозволяють застосовувати їх у різноманітних галузях науки і техніки. В програмній інженерії теорія графів широко застосовується в системах обробки інформації для паралельних та розподілених обчислень; в системах підтримки прийняття рішень; для моделювання різних аспектів процесу розробки програмного забезпечення та багатьох інших.

На даний момент у галузі програмної інженерії існує проблема якості автоматичної візуалізації UML діаграм, представлених у вигляді графів, які часто використовуються для моделювання програмного забезпечення. Однією з найбільш важливих та затребуваних діаграм при розробці ПЗ є діаграма класів, яка може бути застосована як для побудови інформаційної моделі предметної галузі, так і для отримання статичної моделі програмного забезпечення. При розробці складних програмних систем граф, який відображає діаграму класів, виявляється достатньо складним та насиченим. Отримане за допомогою існуючих засобів зображення у більшості випадків не задовольняє основним критеріям наочності, таким як, кількість перетинів ребер та мінімізація площі графа.

Таким чином, існує необхідність вдосконалення існуючої моделі візуалізації UML діаграм для покращення якості отриманого зображення та, як наслідок, процесу розробки програмного забезпечення. Для цього, по-перше, необхідно провести аналіз існуючої моделі візуалізації UML діаграм. По-друге, обравши необхідний набір критеріїв якості побудувати цільову функцію та мінімізувати її, використовуючи для цього генетичний алгоритм. Таким чином, буде отримана вдосконалена модель візуалізації UML діаграм на основі генетичного алгоритму.





УДК 004

**Видойник Л.М.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ТЕХНОЛОГІЯ GPON – ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

GPON (GigabitPON) – це пасивна оптична мережа, що забезпечує багатофункціональний широкосмуговий доступ в Інтернет з якісним і надійним з'єднанням на безпрецедентно високих швидкостях – до 1 Гбіт/сек [1]. Одним оптоволоконним кабелем, проведеним безпосередньо в будинок, абонент отримує послуги передачі даних і телефонії з гарантованою якістю обслуговування.

Забезпечення доступу в Інтернет за технологією GPON передбачає заміну застарілих мідних кабелів на більш прогресивні оптоволоконні, що володіють значно більшою пропускною здатністю. Сигнал таким кабелем проходить за допомогою світлового, а не електричного імпульсу. Світловий імпульс проходить оптоволоконном, забезпечуючи більш надійний сигнал і високу швидкість при низьких енерговитратах.

Технологія GPON передбачає прокладання оптоволоконного кабелю безпосередньо до абонента, що гарантує постійну швидкість доступу в Інтернет і виключає збої в роботі через перевантаження мережі. Для підключення до технології GPON абоненту безкоштовно встановлюється модем – ONT (Optical Network Terminal), завдяки якому підключення всіх послуг у подальшому відбувається віддалено та в одному пристрої [2]. Можлива установка моделей ONT з підтримкою Wi-Fi.

GPON стрімко розвивається в США, Японії, Кореї, ОАЕ і деяких європейських країн як найбільш перспективна технологія доступу.

В Україні GPON поки відстає за відсотковими показниками охоплення, однак динаміка розвитку відповідає світовим тенденціям. У великих містах, таких як Дніпро, Одеса та інші, кількість абонентів обчислюється десятками тисяч, а в Харкові і Києві— сотнями тисяч чоловік.

В табл. 1 наведено основні характеристики стандартів пасивних оптичних мереж [3].

Табл. 1. Класифікація стандартів PON

Технології	APON	BPON	EPON (GEPON)	GPON
Стандарт	G.983	ITU G.983	IEEE 802.3ah	ITU G.984.6
Полоса пропускання для низхідного потоку	155 Мбіт/с	622 Мбіт/с	1,244 Гбіт/с	2,488 Гбіт/с
Полоса пропускання для висхідного потоку	155 Мбіт/с	155 Мбіт/с	1,244 Гбіт/с	1,244 Гбіт/с
Ємність		32	32	128
Максимальна довжина передачі, км		20	20	60
Затухання лінії PON			26 дБ	22 дБ

Сьогодні з упевненістю можна сказати, що технологія GPON не тільки йде в ногу з часом, але і багато в чому випереджає його, розширюючи межі можливого. Новий стандарт швидкостей дозволить постійно поповнювати пакет послуг. Відеоспостереження, віддалений доступ, охоронно-пожежна сигналізація та інші послуги за допомогою технології GPON стають доступні для абонентів. Ресурси технології дозволяють говорити про перспективи розробки та впровадження безлічі інших послуг для кращої якості життя.

### Література

1. **Оптичні** мережі доступу (xPON) : Навч. посіб. [Текст] / П. М. Однорог, Є. В. Михайленко, М. О. Котенко, О. Б. Омецінська. – Київ, 2006. – 65 с.
2. **Мережі** та обладнання широкосмугового доступу за технологіями xDSL: Навч. посіб. [Текст] / [В.О. Балашов та інші]. – Одеса: Вид. центр ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 208 с.
3. **Петренко, И.И.** Пассивные оптические сети PON: Часть 1 – Архитектура и стандарты [Текст] / И.И. Петренко, Р.Р. Убайдуллаев // LIGHTWAVE Russian Edition. – 2004. – № 1. – 22-28 с.



УДК 004

**Клюшніченко В.В.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕФОНІВ**

Важливою складовою частиною сучасних мобільних телефонів є акумулятори. Від їх якості залежить не тільки надійність і безпека зв'язку, але і безпека роботи пристроїв. Час роботи акумуляторів може бути істотно продовжено при правильній експлуатації, своєчасному контролі або тестуванні характеристик.

Не існує жодного практичного методу для кількісної оцінки всіх параметрів акумуляторних батарей. Ступінь працездатності акумулятора (State of Health – SoH) не може бути виміряна сама по собі, її лише можна оцінити різною точністю на основі наявних симптомів [1]. При тестуванні акумуляторів повинна бути оцінена симптоматика трьох SoH індикаторів:

- 1) Ємність, як здатність накопичувати енергію.
- 2) Внутрішній опір, що відповідає за підтримку розрядних струмів.
- 3) Саморозряд, що відображає механічну цілісність і ступінь зносу.

Існує кілька видів літій-іонних батарей. Незважаючи на те, що вони схожі на перший погляд, ці батареї розрізняються за продуктивністю і вибору активної речовини, яка і визначає їх унікальні особливості [2]:

1) Літій-кобальтовий акумулятор (LiCoO<sub>2</sub>). Високий показник питомої енергоємності робить літій-кобальтові акумулятори популярним вибором для мобільних телефонів, ноутбуків і цифрових камер. Недоліком літій-кобальтових акумуляторів є відносно короткий термін служби і обмежені можливості навантаження (питома потужність).

2) Літій-нікель-кобальт-алюміній-оксидний акумулятор (LiNiCoAlO<sub>2</sub>) виділяється високою питомою енергоємністю, досить доброю питомою

потужністю і тривалим терміном служби. Слабкими місцями є безпека і вартість. Електрохімічна система являє собою подальший розвиток літій-нікелевої, додавання алюмінію дало підвищення стабільності.

Визначальним фактором працездатності акумулятора є ємність, вимір якої має кількісне визначення можливості накопичення енергії.

Коректним вважається тестування з рівнем точності "дев'ять" з "десяти". Технологія QuickSort™ від компанії Cadex для Li-ion показує навіть ще кращі результати, але вона обмежена тільки одноелементними акумуляторами з ємністю до 1.500 мАч.

Тестер акумуляторних батарей Cadex C5100 адаптований під повсякденні потреби, що не вимагає для роботи з ним спеціальної підготовки. Прилад здатний зарядити акумулятор, швидко оцінити його стан і провести повний цикл заряд/розряд для визначення ємності. Cadex C5100 обслуговує тільки один тип акумуляторів: літій-іоннові, з номінальною напругою 3.6В (3.7В) і ємністю від 500 до 1500 мАч, тобто акумулятори, які використовуються у всіх сучасних моделях телефонів, КПК, у багатьох моделях фотоапаратів.

Отже, як було зазначено спочатку, при правильному періодичному тестуванні літій-іонних акумуляторів, можна істотно збільшити термін їх служби. В результаті аналізу існуючих пристроїв тестування, виникає задача розробки універсального пристрою для визначення технічного стану акумуляторів мобільних пристроїв без зміну режиму їх роботи.

## Література

1. Скундин, А. М. Современное состояние и перспективы развития и исследований литиевых аккумуляторов [Текст] / А. М. Скундин, О. Н. Ефимов, О. В. Ярмоленко // Успехи химии. – 2002. – Т. 71, № 4. – С. 378-398.
2. Bin, W. Summary of Lithium-Ion Battery Polymer Electrolytes [Text] / W. Bin, F. Chun // Advanced Materials Research. – 2012. – Vol. 535–537. – P. 2092-2099. doi:10.4028/www.scientific.net/amr.535-537.2092



Матеріали надійшли: 13.10.2017

УДК 004

**Рябова А.С.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОБУДОВИ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Рекомендаційні системи з'явилися на сучасному ринку ІТ як механізм для заміни статичному списку рекомендацій при пошуку або покупках на веб-сайтах. Ці системи формують рейтинговий перелік об'єктів (товарів, фільмів, музичних композицій) на основі різних критеріїв: релевантність, популярність, історія оцінок тощо. Дослідженнями у цьому напрямку займалися: Д. Пайн, Д.Бріз, П. Реснік, Д. Констан, Б. Сауа.

Рекомендація продукту може ґрунтуватися на основі продажу найбільш популярних товарів на сайті, демографічних даних замовника, на основі аналізу попередніх покупок клієнта та прогнозування майбутніх. Така система автоматизує процес персоналізації на веб-сайті, що дозволяє використовувати індивідуальний підхід для кожного клієнта.

Рейтинги діляться на явні та неявні. Явна оцінка – це оцінка, якою користувач показав зацікавленість даним товаром в межах своєї системи оцінювання. Неявні рейтинги вираховуються з історії покупок або поведінки користувачів (час, витрачений на читання статті, посилання на товар в інших джерелах – наприклад алгоритм ранжування сторінок Google).

У більшості рекомендаційних систем використовується один з двох математичних методів: колаборативна фільтрація (collaborative filtering) - процес фільтрації інформації або зразків за допомогою методів за участю співробітництва між декількома агентами, точками зору, джерелами даних тощо, та контентна фільтрація (content-based filtering) – пристрій або програмне забезпечення для фільтрації сайтів за їх вмістом, що не дозволяє отримати доступ до певних сайтів або послуг мережі Інтернет [1]. Система

дозволяє блокувати веб-сайти з вмістом, що не призначені для перегляду. Також існує клас методів, що базується на поєднанні двох основних – гібридна фільтрація (hybrid filtering). Гібридний підхід є найпоширенішим, так як він допомагає подолати обмеження початкового оригінального підходу (заснованого на сусідстві) і поліпшити якість прогнозів. Цей підхід також дозволяє подолати проблему розрідженості даних і втрати інформації.

Під час дослідження проведено порівняльну характеристику реалізацій рекомендаційних технологій на базі деяких платформ інтернет-магазинів, таких як eBay, Amazon та інші, для більш глибокого розуміння розвитку рекомендаційних систем [2, 3].

Функція "Оцінка" в даних системах дозволяє клієнтам дати зворотний зв'язок про товар, з яким вони ознайомилися. Відвідувачі можуть оцінити продукт за вказаною шкалою на сайті, від найнижчої оцінки "я ненавиджу" до "моя улюблена". Після оцінки певної кількості товару, можливо сформувати персональні рекомендації і визначати, що може сподобатися конкретному клієнту. Оцінені користувачем товари корелюють з його смаками, що у свою чергу створює певний рейтинг для зручності використання.

Все частіше сайти надають рекомендації клієнтам безпосередньо на основі текстових коментарів інших клієнтів. Amazon та eBay надають клієнтам можливість писати коментарі, дозволяючи їм залишати свою думку про ті товари які їм цікаві й переглядати коментарі інших користувачів. Це надає неупереджену інформацію про товари й послуги.

Рекомендації також можуть бути доставлені безпосередньо до клієнта через електронну пошту. Наприклад, функція поштової розсилки Amazon дозволяє повідомити абонентам, коли новий рекомендований товар стає доступний в магазині. Повідомлення поштою дозволяють тримати клієнта в курсі новинок на сайті, або товарів, які вони пропустили при перегляді.

Пол Резник, система соціальної фільтрації якого GroupLens в 1992 році була першою рекомендаційною системою, і Річард Цекенхаузер провели емпіричні дослідження на основі "великої вибірки даних з 1999 року", які

показали, що, незважаючи на фізичне відсутність учасників на аукціоні eBay, "Довіра виникає завдяки зворотному зв'язку або системі репутацій". Особливості Профілю зворотного зв'язку eBay дозволяє як покупцям, так і продавцям впливати на профіль інших користувачів, з якими вони мали справу. Зворотній зв'язок складається з рейтингу задоволеності і конкретного відгуку про клієнта.

Також на eBay застосований метод формування груп взаємопов'язаних товарів, які можуть пропонуватися "пакетом" (Related Items Management API).

Таким чином, усі магазини використовують схожі технології для надання користувачам рекомендацій, але якщо звернути увагу на статистику відгуків про якість рекомендаційної систем цих інтернет-сервісів, Amazon має більш розвинену інфраструктуру та якість систем, що корелюють дані користувачів для надання рекомендацій. Адже Amazon використовує більшу кількість рекомендаційних сервісів на базі гібридної фільтрації, що дає їм більше можливостей для надання релевантніших рекомендацій.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку веб-додатку "Блог Інтернет-конференцій" із інтегрованою рекомендаційною системою. Крім основного функціоналу, веб-додаток буде забезпечувати оцінювання статей користувачами, реалізацію методів для прогнозування рекомендацій.

## Література

1. **Математические** методы и алгоритмы решения задач бизнес-информатики – [Электронный ресурс] - <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritmy-dlya-rekomendatelnoy-sistemy-tehnologiya-lenkor>.
2. **Офіційний** сайт платформи інтернет-магазину Amazon - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.amazon.com>.
3. **Офіційний** сайт платформи інтернет-магазину eBay – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ebay.com>.



УДК 004

**Шилов І.А.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## "ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ": ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Інтернет речей (англ. Internet of Things, IoT) – це мережа, що складається із взаємозв'язаних фізичних об'єктів (речей) або пристроїв, які мають вбудовані датчики, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу та обмін даними між фізичним світом й комп'ютерними системами за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку [1]. Крім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої (актюатори), вбудовані у фізичні об'єкти й пов'язані між собою через дротові і бездротові мережі. Ці взаємопов'язані об'єкти (речі) мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів.

У загальному вигляді Інтернет речей можна записати у вигляді такої символічної формули:

$$\text{IoT} = \text{Сенсори (датчики)} + \text{Дані} + \text{Мережі} + \text{Послуги}.$$

Використовують три способи взаємодії з Інтернет-речами: прямий доступ; доступ через шлюз; доступ через сервер.

У разі прямого доступу Інтернет-речі повинні мати власну IP-адресу або мережевий псевдонім, за яким до них можна звернутися з будь-якого клієнтського додатку і вони повинні виконувати функції веб-сервера. Інтерфейс з такими речами зазвичай виконаний у вигляді web-ресурсу з графічним інтерфейсом для управління за допомогою веб-браузера.

Якщо Інтернет-речі не мають вбудованої підтримки протоколів IP і HTTP, а підтримують приватні протоколи, наприклад Bluetooth або ZigBee, то для взаємодії з ними можна використовувати спеціальний Інтернет-шлюз.

Третя форма взаємодії пристроїв в IoT через сервер має на увазі наявність посередника між Інтернет-речами і користувачем і може бути реалізована за



допомогою посередницької платформи даних. Даний підхід передбачає наявність централізованого сервера або групи серверів, в основні функції яких входить:

- прийом повідомлень від Інтернет-речей і передача їх користувачам;
- збереження прийнятої інформації та її обробка;
- забезпечення призначеного для користувача інтерфейсу з можливістю двостороннього обміну між користувачем й Інтернет-реччю.

Для передачі даних від пристрою до оброблювача подій використовуються такі технології:

- GSM/GPRS/CDMA;
- Bluetooth;
- радіочастотна ідентифікація RFID (Radio Frequency IDentification);
- бездротова сенсорна мережа WSN (Wireless Sensor Network);
- комунікація малого радіусу дії NFC (Near Field Communication);
- міжмашинна комунікація M2M (Machine-to-Machine).

На основі Інтернету речей можуть бути реалізовані "розумні" (smart) додатки в різних сферах діяльності й життя людини [2]:

1) "Розумна планета" – людина зможе буквально "тримати руку на пульсі" планети: своєчасно реагувати на забруднення та інші екологічні проблеми, ефективно розпоряджатися невідновлюваними ресурсами.

2) "Розумне місто" – міська інфраструктура та супутні муніципальні послуги, такі як освіта, охорона здоров'я, громадська безпека, житлові-комунальні господарства, стануть більше пов'язаними й ефективними.

3) "Розумний будинок" – система буде розпізнавати конкретні ситуації, що відбуваються в будинку, і реагувати на них відповідним чином, що забезпечить мешканцям безпеку, комфорт й ресурсозбереження.

4) "Розумна енергетика" – буде забезпечена надійна і якісна передача електричної енергії від джерела до приймача в потрібний час та в необхідній кількості.

5) "Розумний транспорт" – переміщення пасажирів з однієї точки простору в іншу стане зручнішим, швидшим і безпечнішим.

6) "Розумна медицина" – лікарі й пацієнти зможуть отримати віддалений доступ до дорогого медичного обладнання або до електронної історії хвороби в будь-якому місці, буде реалізована система віддаленого моніторингу здоров'я.

ІоТ відкриває багато можливостей, але водночас і безліч проблем (табл. 1).

Табл. 1. Рушійні та стримуючі фактори впровадження ІоТ

Рушійні фактори	Стримуючі фактори
Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій	Необхідність прийняття загальних стандартів
Мода на смартфони, планшети та інші мобільні пристрої	Повільний перехід до протоколу IPv6
Логістика і управління постачанням	Ризик закритості приватних мереж
Підвищення безпеки та зручності автотранспорту	Несумісність ряду компонентів
Необхідність збереження навколишнього середовища та зниження енергозатрат	Проблема захисту персональних даних та безпеки
Підтримка держав та дії інноваторів	Порівняно висока вартість інтеграції

Однією з найбільших проблем є безпека. Це актуальна тема навіть сьогодні, тому можна тільки уявити, як вона буде загострюватися, коли мова йтиме про мільярди підключених пристроїв.

Таким чином, концепція ІоТ відіграє визначальну роль у подальшому розвитку інформаційно-комунікаційної галузі. Це підтверджується як позицією Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ) і Європейського Союзу в даному питанні, так і включенням Інтернету речей в перелік проривних технологій в США, Китаї та інших країнах. І хоча на міжнародному рівні дана концепція вже набуває рис такої, що сформувалася, для неї ведуться активні роботи в області стандартизації архітектури, технічних компонентів, додатків.

### Література

1. **Інтернет Речей** [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет\\_речей](https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет_речей) (дата звернення 07.09.2017).

2. **Jacob, Morgan** A Simple Explanation Of "The Internet Of Things" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#74c99c391d09> (дата звернення 07.09.2017).



Матеріали надійшли: 13.10.2017

УДК 004

**Мартиненко В.С.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАМОДЕЛЕЙ ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУР БАЗ ДАНИХ**

Класична методика проектування баз даних (БД) – це створення окремої таблиці для кожної описаної моделі даних сутності, потім – в процесі нормалізації – виділення окремих таблиць для зберігання атрибутів сутностей (таблиць-довідників). Такий підхід добре працює для БД з відносно невеликою кількістю об'єктів (десятків) і при нескладних та статичних зв'язках між ними. Однак будь-яка зміна структури збережених даних призводить до внесення змін в структуру таблиць, які ці дані відображають. Нескладна на етапі розробки, ця операція стає дуже проблематичною при великих обсягах даних і за відсутності у розробника прямого доступу до БД.

Тому, все більшої популярності набувають наступні підходи до проектування БД:

1. Однотабличне наслідування (SingleTable Inheritance) – шаблон проектування, що дозволяє перенести модель об'єктно-орієнтованого наслідування на одну таблицю реляційної бази даних [1]. За допомогою даного патерну можна створювати об'єкти, які містять ідентичний набір полів, але мають різну поведінку.

2. Спадкування з таблицями кінцевих класів (Concrete Table Inheritance) – ієрархія спадкування класів у вигляді структури БД, в якій одна таблиця цілковито відповідає одному класу. Кожен клас/підклас з оголошеними властивостями має свою власну таблицю. Таблиці для підкласів містять стовпці тільки для неуспадкованих властивостей (властивостей, оголошених у даному підкласі) разом з первинним ключем, який також є зовнішнім ключем таблиці базового класу, тобто між базовою таблицею та похідними таблицями реалізовано зв'язок "один до одного" [1].

3. Метамоделі: модель Entity-Attribute-Value (EAV/CR), модель Тенцера.

4. Неструктуровані (Not Only SQL). Якщо проводити аналогії з мовами програмування, то даний підхід можна віднести до "не типізованих", – в окремому рядку або документі можна додати довільне поле без попередньої декларативної зміни структури всієї таблиці.

Для розв'язання задач, в яких необхідно передбачити зміну структури даних, які зберігаються, доцільніше при проектуванні БД використовувати метамоделі.

Одним з основоположників метамоделі є Анатолій Тенцер. Він описав п'ять основних тез, на яких повинна будуватися проектована база даних [1].

Така БД не прив'язана ні до якої бізнес-моделі і дозволяє реалізувати "над собою" практично будь-яку бізнес-логіку. Логіка виділяється в окремий програмний шар і, як правило, реалізується на сервері додатків, де за запитом клієнта створюються об'єкти, які завантажили інформацію про себе з БД і реалізують "поведінку" об'єктів реального світу. У той же час, в силу одноманітності моделі зберігання, ці об'єкти досить легко створюються на основі базових класів, інкапсулюючих функціональність завантаження та збереження властивостей і зв'язків в БД.

Модель бази даних EAV представляє собою універсальну структуру даних, в якій дані зберігаються в одному лінійному списку.

У EAV кількість критеріїв, які можуть бути використані, є потенційно великою, а кількість таблиць у базі даних при цьому не змінюється.

Складові моделі: 1) сутність – абстрактний елемент моделі, який не має чітко виражених характеристик і спроможний додавати до себе будь-які критерії; 2) атрибут – це конкретний критерій (характеристика), що додається до сутності; 3) значення – це елемент, який відображає можливі значення конкретного критерію (характеристики).

Застосування підходу з використанням шаблону EAV приводить до наступних недоліків:

– неможливість застосування вбудованих засобів забезпечення цілісності (кожен атрибут відповідає рядку в таблиці, а не полю, як того вимагає реляційна модель);

– обмеження на використання SQL-типів даних (класичний шаблон EAV передбачає єдиний тип даних для збережених значень – строковий, однак, існують способи обходу цього обмеження).

При існуючих недоліках шаблон проектування EAV має ряд переваг:

- зменшення тимчасових витрат на проектування і розробку простих структур даних в порівнянні з класичним процесом нормалізації;
- легкість розширення словника збережених атрибутів даних, які можуть додаватися "на льоту" без перепроєктування схеми даних;
- можливість написання універсальних інтерфейсних компонентів доступу до даних.

В роботі Д.В. Гмарь, Ю.О. Ігнатової показано, що при використанні спеціалізованих підходів модель EAV дозволяє забезпечувати продуктивність, яку можна порівняти із продуктивністю реляційної моделі, а в деяких випадках значно її перевершує [2].

Виходячи з вищевикладеного, завдання вибору структур даних БД в залежності від вирішуваних завдань зберігання даних і вимог до проекту, що розробляється, є актуальною і потребує подальших досліджень.

## Література

1. **Тенцер, А.** База данных – хранилище объектов [Электронный ресурс] – М.: "КомпьютерПресс", 2001. – Режим доступа: [www.compress.ru/article.aspx?id=11515](http://www.compress.ru/article.aspx?id=11515).
2. **Fowler, M.** Patterns of Enterprise Application Architecture [Text] // Martin Fowler, 2003. – URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/7de2/0692c774798016e06d2eb0ade959c61df350.pdf>
3. **Эффективные** методы работы с вертикальной моделью данных [Электронный ресурс] // Д.В. Гмарь, Ю.А. Игнатова, Э.В. Цуранов, К.И. Шахгельдян. – Информационные технологии и вычислительные системы. – 2015. – с. 16-26. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/30069936-Effektivnye-metody-raboty-s-vertikalnoy-modelyu-dannyh.html>



*Матеріали надійшли: 13.10.2017*

УДК 004.627

**Лукьянчиков С.Д.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[lsd57@ukr.net](mailto:lsd57@ukr.net)**Євдокимов С.О.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## МЕТОДИ ЗБЕРІГАННЯ ЗВУКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ВТРАТАМИ ТА БЕЗ ВТРАТ

Звукова інформація, яка зберігається в пам'яті ЕОМ, це набір частотно-часових відліків звукового сигналу. Іншими словами, звук зберігається у вигляді фрагментів за допомогою пар значень "частота-тривалість" і відтворюється за допомогою стандартного динаміка ПЕОМ, керованого найпростішою схемою. Схема управління динаміком відтворює звуковий сигнал за допомогою тактового генератора, який генерує звуковий сигнал заданої частоти протягом заданого відрізка часу [1]. Цей механізм досі використовується в BIOS ПЕОМ для генерації звукових повідомлень про помилки.

Природно, що так можна було зберігати синтезований звук, але ніяк не складні музичні композиції. Тому був розроблений формат цифрового представлення звуку RIFF WAVE, в основі якого лежить принцип імпульсно-кової модуляції звукового сигналу.

Звукова інформація в форматі RIFF WAVE крім, власне, значень семплів містить також спеціальний заголовок, в якому вказані параметри звукової інформації (частота дискретизації, розрядність семплів, кількість звукових каналів).

Безсумнівною перевагою формату RIFF WAVE є практично аналогова якість звуку при максимальних частотах дискретизації. Але у цього методу є істотний недолік: значний об'єм звукової інформації. Неважко підрахувати, що при параметрах 48000Гц, 16 біт (2 байта) на семпл, стерео, для зберігання однієї секунди звучання необхідно виділити  $48000 * 2 * 2 = 192000$  байт інформації.

Очевидно, що при часі звучання 5 хвилин (середня тривалість музичної композиції) звукова інформація в форматі RIFF WAVE займе  $5 * 60 * 192000 = 57600000$  байт, або майже 58 мегабайт (!). Тобто, формат RIFF WAVE є, м'яко кажучи, надмірним. Все вищесказане наводить на думку про стиснення звукової інформації в форматі RIFF WAVE з метою зменшення її об'єму.

Однією із спроб стиснення звукової інформації була розробка формату зберігання звукової інформації, який носить назву ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation – Адаптивна Диференціальна Імпульсно-Кодова Модуляція). Цей формат передбачає зберігання в кожен дискретний момент не амплітуди звукового сигналу, а відхилення від попередньої амплітуди. У ADPCM під відхилення виділяється кількість біт в 2 рази менше, ніж під значення семплів. При цьому звукові дані зменшуються в об'ємі в 2 рази. Однак, найчастіше стиснути звукову інформацію в 2 рази без втрат неможливо, тому ADPCM неточно передає деякі відхилення через недостатню розрядність. Це призводить до втрат якості звуку.

Дослідження, що проводяться асоціацією MPEG (Motion Picture Experts Group) в області психоакустики дали свої плоди: був розроблений метод стиснення звуку MPEG Layer-3 (або MP3).

Психоакустика вивчає особливості сприйняття звуку людиною. З'ясувалося, що в спектрі чутних людиною частот (умовно від 20Гц до 20кГц) можна виділити частотні смуги, так звані критичні смуги (в англійській термінології – critical bands). Це дає можливість квантування звуку по амплітуді всередині критичних смуг у відповідності з роздільною здатністю вуха.

На цьому принципі і працює MP3. Спочатку звукова інформація фільтрується по критичним смугам, потім усередині кожної смуги звук квантується. При цьому "несуттєві" семпли, які незначно впливають на звучання, просто видаляються, а що залишилися після фільтрації стискаються за методом Хаффмена. Фактично, MP3 звужує спектр сигналу, виключаючи з нього "несуттєві моменти", за рахунок чого і відбувається стиснення звукової інформації.

Одним з альтернативних психоакустичних методів стиснення звуку є OggVorbis. Цей метод стиснення за своїми принципами нагадує MP3, однак має істотну відмінність – змінний бітрейт, варійований в заданих межах.

Ще одним психоакустичним методом, альтернативним MP3, є метод AAC (Advanced Audio Coding – Покращена Кодування Аудіо). AAC стискає якісніше, ніж MP3, і дозволяє стискати багатоканальний звук, що особливо важливо сьогодні, коли широко використовуються акустичні системи стандарту 5.1 (5 динаміків-сателітів + басовий динамік-сабвуфер). В даний час AAC широко використовується для кодування звукових доріжок DVD-фільмів.

На даний момент існує вже досить багато AAC-кодеків, серед яких найбільш відомим є AAC LC, застосовуваний в технології Apple QuickTime. Також поширений Nero AAC, використовуваний в пакеті Nero Burning Rom. В даний час зростає число апаратних плеєрів, що підтримують формат AAC, найбільш популярним з яких є Apple iPod.

До психоакустичних методів стиснення звуку також відноситься метод MusePack. Цей метод дає найкращу серед усіх психоакустических алгоритмів якість звучання відтвореного звукового сигналу. MusePack дозволяє стискати звук зі змінним бітрейтом, що значно підвищує ступінь компресії.

Алгоритм MusePack дозволяє налаштувати якість кодування звуку за допомогою декількох типових психоакустичних пресетів (попередніх), які задають межі зміни бітрейта. Найкращої якості звуку, при використанні пресету "braindead" (бітрейт в межах 232..278 кбіт / с).

Останнім часом розроблено кілька методів безвтратного стиснення звукової інформації. Такі методи стиснення характерні тим, що забезпечують відновлення закодованої звукової інформації без будь-яких втрат або спотворень.

Методи безвтратного стиснення звуку часто застосовуються для стиснення музичних композицій, коли якість відіграє основну роль. Такі методи стиснення не забезпечують високих ступенів компресії, як, наприклад, психоакустичні методи, але зберігають первинну якість стискання оригіналу.



До методів безвтратного стиснення звуку відносяться FLAC, WavPack і Monkey's Audio.

Одним з напрямків розвитку методів стиснення звуку останнім часом є стиснення звуку на основі математичних методів. До таких методів стиснення відносяться: методи стиснення на основі вейвлетів, фрактальні методи стиснення, методи стиснення на основі стохастичних диференціальних рівнянь (СДУ). В основі СДУ-методів лежить ідея апроксимації звукового сигналу за допомогою СДУ [2]. Замість апроксимованих ділянок звукового сигналу зберігаються параметри СДУ, за рахунок чого і відбувається стиснення.

Як і фрактальні методи, СДУ-методи стиснення дають дуже високі ступеня компресії (1: 1000 і вище), але великі втрати в якості звуку. Також дуже великий час стиснення.

Підводячи підсумки, можна відзначити наступне. Методи представлення та зберігання звукової інформації в ЕОМ за останні 20-30 років зазнали значних змін – від простого частотно-часового подання та імпульсно-кодової модуляції до складних форматів стиснення.

### Література

1. **Скэнлон, Л.** Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера [Текст] // Пер. с англ. – 2-е изд., стереотип. – М.: Радио и связь. 1991. – 336 с.
2. **Приходько, С.Б.** Сжатие звука на основе стохастических дифференциальных уравнений второго порядка [Текст] / С.Б. Приходько // Вестник Херсонского государственного технического университета. – Херсон: ХГТУ. – 2002. – Вып. 2 (15). – С. 386-388.



УДК 004.932

**Лукьянчиков С.Д.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[lsd57@ukr.net](mailto:lsd57@ukr.net)

**Геленко Ю.В.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІРИДОДІАГНОСТИКИ**

Діагностика хвороб по радужці ока має багату історію. Найдавніші зображення радужки з указівкою зв'язків зон радужки з органами людського тіла знайдені в печерах Малої Азії. Більш 3 тисяч років тому ескулапи Індії і Китаю особливе місце відводили діагностиці по змінах ока. Відомі описи радужки, зроблені Гіппократом [1]. У ряді європейських країн, а пізніше в Америці, Канаді і Японії були створені школи і центри по вивченню клінічних основ іридодіагностики. Суспільства і секції іридологів сьогодні функціонують на всіх континентах, видаються періодичні журнали, монографії, скликаються міжнародні конференції і симпозіуми по іридодіагностиці [2].

В Україні іридодіагностика зобов'язана своїм становленням В.В.Кривенко, що створив в інституті проблем онкології ім. Р.Е. Кавецького АН УРСР лабораторію іридодіагностики. Тут проведені численні дослідження проблем взаємин іридодіагностики і фітотерапії, вивчалися і продовжують вивчатися симптоми радужки при онкологічних захворюваннях і радіаційному впливі. Сьогодні в Україні і за її межами іридодіагностикою займаються сотні учнів В.В. Кривенко. Групою авторів у складі В.В. Кривенко, Г.С. Лисовенко, Г.П. Потєбні і Т.А. Сядро в 1991 році підготовлений до публікації довідник по іридодіагностиці [3].

В даний час курс іридодіагностики викладається в Київському медичному інституті Української асоціації народної медицини (УАНМ). Завідувачка курсом іридодіагностики, кандидат біологічних наук, доцент Т.А.Сядро – учень і соратник В.В.Кривенко, давній ентузіаст комп'ютерної іридодіагностики. Ще наприкінці 80-х років вона брала участь у розробці перших українських комп'ютерних іридодіагностичних програм. У 1995-96 р. Т.А.Сядро виконувала роль експерта при розробці комп'ютерної іридодіагностичної програми ESID-2, а в 2000-2001р. брала участь у розробці значно більш досконалої програми ESID-3 [4].

Популярність іридіодіагностики обумовлена рядом істотних її достоїнств: повнота обстеження (обстежаться всі органи і системи організму); швидкість обстеження (10-20 хвилин); безболісність (що особливо важливо при обстеженні дітей); можливість виявлення захворювань на ранніх, доклінічних стадіях; безпека (організм пацієнта не піддається опроміненню або впливу електромагнітних полів); практично повна відсутність протипоказань.

Приведений перелік досить переконливий, щоб рекомендувати іридіодіагностику не тільки як ефективний метод профілактичних обстежень дорослого населення, але і як один з основних методів моніторингу стану здоров'я школярів.

Разом з тим, аналіз світового досвіду показує, що можна використовувати для проведення іридіодіагностики спеціальні інформаційно-довідкові або експертні системи [2]. За допомогою таких комп'ютерних іридіодіагностичних систем високоякісний висновок може бути підготовлений медичним фахівцем середньої кваліфікації. А замість іридоскопа чи щілинної лампи можна використовувати навіть звичайну плівкову фотокамеру, фотографуючи радужку ока в режимі макрозйомки.

Такі висновки підтверджуються і власним досвідом фахівців Київського Фінансового ліцею, що, починаючи з 1998 року, апробують щорічне іридіологічне обстеження ліцеїстів із застосуванням комп'ютерної програми ESID-2, а з 2000 року – експертної системи ESID-3 [2], розробленої співробітниками кафедри акустики й акустoeлектроніки факультету електроніки НТУУ (КПІ) і медичного інституту Української асоціації народної медицини. Нарешті, з 2002 року, після придбання цифрової фотокамери і комп'ютерної програми-фоторедактора GIDRA, стало можливим говорити про створення власного АРМ'а іридіолога [5, 6]. Приведений приклад свідчить про те, що сучасний рівень розвитку інформаційних технологій зробив принципово можливим створення АРМ'а іридіолога силами фахівців навіть невеликих медичних центрів і середніх шкіл.

Перспективним напрямком розвитку комп'ютерної іридіодіагностики є введення й обробка кольорових зображень радужних оболонок око з застосуванням цифрових фотокамер. Іридіологу зручно мати перед очима одночасно і кольорове зображення радужки, і елементи інтерфейсу комп'ютерної діагностичної програми. Як показали експерименти з цифровими фотокамерами, прийнятний дозвіл досягається для камер з матрицями світлочутливих елементів не менш 1024x768. Якість передачі кольору також залежить від вибору камери й у ряді випадків може вважатися цілком задовільним.

Разом з тим, є підстави сумніватися в ефективності технічного рішення, заснованого на застосуванні телевізійних відеокамер – як показують експериментальні дослідження, їхня здатність, що дозволяє, недостатня для одержання якісних зображень.

У Інтернеті з'явилося повідомлення про канадську комп'ютерну програму Vexel IRINA Version 2.0. Ця програма сертифікована в Кореї і, якщо вірити рекламній інформації, забезпечує 80% вірогідність діагностики.

Однак, при автоматичному аналізі кольорових зображень радужки варто очікувати значного відсотка "браку" у виді невірних чи неточних висновків. Як наслідок, іридолог змушений буде уважно перевіряти всі автоматично зроблені висновки.

Діагностика за допомогою Internet з використанням можливостей віддаленого доступу до інформації в комп'ютерній іридодіагностиці – це перспективна задача. Найближчим часом можливе застосування в рамках локальних мереж.

### Література

1. **Вельховер, Е.С.** Клиническая иридология [Текст] / Е.С. Вельховер. – М.: "Орбита", 1992. – 431с.
2. **Продеус, А.Н.** Экспертные системы в медицине: Учебное пособие [Текст] / А.Н. Продеус, Е.Н. Захрабова. – Киев, ТОО "ВЕК+", 1998. – 326с.
3. **Кривенко, В.В.** Иридодиагностика. Справочник [Текст] / В.В. Кривенко, Г.С. Лисовенко, Г.П. Потеня, Т.А. Сядро. – К., "Украинская Советская Энциклопедия" имени М.П.Бажана, 1991. – 140 с.
4. **Продеус, А.Н.** Особенности разработки программы ESID-3 для компьютерной иридодиагностики [Текст] / А.Н. Продеус, Т.А. Сядро. – Электроника и связь, №9. – 2000. – С. 74-77.
5. **Продеус, А.Н.** АРМ школьного врача-иридолога [Текст] / А.Н. Продеус, Т.А. Сядро, Ю.В. Шукевич // Труды международной дистанционной научно-практической конференции "Автоматизированное рабочее место врача". – Днепропетровск, 2002.
6. **Продеус, А.Н.** Компьютерная иридодиагностика в контексте валеологизации школьного образования [Текст] / А.Н. Продеус, Т.А. Сядро, Ю.В. Шукевич // Труды международного конгресса "Единый мир – здоровый человек". – Крым-Ялта, 2004.



*Матеріали надійшли: 13.10.2017*

УДК 531

**Мельник В.А.**

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СФЕРИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА ДЛЯ СИСТЕМИ ЦИФРОВОГО ГІДРОАКУСТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Для вирішення широкого класу задач з обміну даними з підводними апаратами, океанографічними приладами та іншим підводним обладнанням, яке вимагає дистанційного керування і є джерелом або одержувачем інформації, використовуються імпульсні випромінювачі, що дозволяють ефективно моделювати виконавчі сигнали [1].

Сферичний випромінювач являє собою порожню оболонку з введеними в нього разрядниками в ізоляторах, з постійним або регульованим іскровим проміжком між ними. В доповіді розглядається задача про генеруванні і поширення нестационарних хвиль, що виникають в результаті функціонування такого акустичного випромінювача. Рух рідини у внутрішній області описується основними рівняннями гідродинаміки, доповненими рівнянням стану води і умовами на каналі розряду у вигляді рівняння балансу енергії.

На внутрішній поверхні оболонки задовольняються умови динамічної сумісності між нормальними швидкостями рідини і тіла, що деформується та тиском на поверхні розриву. Для зовнішньої задачі використовується акустичне наближення і рух рідини описується хвильовим рівнянням. На кордоні забезпечується умова безвідриного обтікання. Оскільки зовнішня задача вирішується в лінійній постановці в припущенні малості переміщень оболонки в порівнянні з її характерними розмірами, гранична умова задається на нерухомій поверхні

Істотна нелінійність явищ, що виникають при електрогідралічному розряді, змушує використовувати чисельні методи для вирішення внутрішньої задачі гідродинаміки електричного розряду в порожнині. Тому в роботі використовувалися методи кінцевих різниць і метод С.К. Годунова, основна

ідея якого полягає в інтегруванні основних рівнянь за обсягом розрахункової осередки [2].

Штучне обмеження зовнішньої розрахункової області викликає необхідність введення граничних умов особливого типу, фізичний зміст яких полягав би в повному пропущенні падаючих на кордон хвиль. Алгоритм завдання невідображаючих граничних умов будується виходячи з того, що розрахунок поля тиску нестационарного випромінювача можна здійснити якщо відомі значення звукового тиску, а також його просторові і часові похідні на умовній сферичній поверхні, що охоплює випромінювач. Зазначені величини виходять з рішення задачі про поширення хвиль в обмеженій області чисельним методом.

Початкове положення кордону зовнішньої розрахункової області задається поблизу оболонки. Визначення нестационарного сигналу на значній відстані від довільного джерела збурень, засновано на застосуванні інтеграла Кирхгофа, який розраховується методом чисельного інтегрування по умовній поверхні значень тиску і його похідної по нормалі, взятих з вже розрахованого граничного шару.

### Література

1. **Кебкал, К. Г.** Анализ путей развития средств цифровой гидроакустической связи. Монография [Текст] / К. Г. Кебкал, В. С. Дидковский. – Севастополь, 2010. – 168 с.
2. **Численное** решение многомерных задач газовой динамики [Текст] / Под ред. С.К.Годунова. М.: Наука, 1976. – 400 с.



УДК 531

**Мельник В.А.**

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

**Хіврич Д.В.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ШВИДКОПЛИННИХ ПРОЦЕСІВ**

Осцилографування та швидкісна фотореєстрація (ШФР-зйомка) – це основні засоби реєстрації сигналів при дослідженні швидкоплинних процесів у наукових лабораторіях. Фіксація результатів робиться на фотоплівку за допомогою стандартних фотоприладів до осцилографу або спеціальних фотокамер для швидкісної зйомки. При обробці результатів особлива увага приділяється поліпшенню і реставрації зображення сигналу, виділенню контурів, отриманню цифрових значень їх точок та проведення спектрального аналізу [1].

Для вирішення цих задач створена програма, що відкриває графічний файл форматом BMP, виконує обробку зображення сигналу шляхом накладення на нього різних матричних лінійних фільтрів: високочастотних та низькочастотних фільтрів, фільтрів Лапласа і низькочастотного фільтру Гауса [2].

Основні функції програми:

- додає до зображення шум (пікселі з випадковими кольірними значеннями);
- виробляє інверсію кольору зображення;
- налагоджує математичні фільтри: розмірністю 3x3 і 5x5 (фільтр низьких частот, високих частот, фільтр Лапласа і низькочастотний Гауса);
- розраховує координати виділених контурів

Створена програмне забезпечення може здійснювати обробку, інформації, представленої у вигляді фотознімків екранів приладів, які важко зв'язати з комп'ютером безпосередньо. При цьому автоматизується операції поліпшення

якості знімків, виділення контурів осцилограм і одержання координат кривих, що дозволяє вводити в комп'ютер цифрову інформацію про фізичні параметри процесів для використання їх у математичному моделюванні.

За допомогою цієї програмної системи оброблялися фотохронограми підводного іскрового розряду, та виділявся контур каналу розряду, що дозволило провести чисельні розрахунки швидкості його розширення.

У разі безперервного вхідного сигналу найчастіше першою процедурою зміни типу сигналу є його дискретизація [3]. Отримано результати оцифровки і спектрального аналізу періодичного акустичного сигналу.

### Література

1. **Обработка** изображений и цифровая фильтрация [Текст] / Под редакцией Т. Хуанга. – М.: Издательство "Мир", 1979.
2. **Прэтт, У.** Цифровая обработка изображений [Текст] / У. Прэтт. – М.: Мир, 1982. – т. 1, 2.
3. **Солонина, А.И.** Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов [Текст] / А.И. Солонина, Д.А. Улахович, Л.А. Яковлев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.





УДК 531

**Мельник В.А.**

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

**Євдокимов С.О.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **УНІВЕРСАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ДАТЧИКІВ**

Однією з областей застосування комп'ютерних технологій є лабораторні дослідження, в яких персональний комп'ютер (ПК) використовується для автоматизації проведення фізичного експерименту і обробки отриманих даних. Використовуючи обчислювальні потужності ПК можна в найкоротші терміни, знімати і обробляти великі масиви даних одержуваних за допомогою різних датчиків.

Універсальний лабораторний стенд призначений для попередньої обробки аналогових сигналів датчиків різних типів і передачі їх в цифровому вигляді в ПК. Головними частинами структурної схеми стенду є аналогові та цифрові входи та мікропроцесор.

В якості базового мікропроцесору можна обрати популярну зараз макетну плату Arduino Uno з аналогово-цифровим перетворювачем сигналу і програмним забезпеченням, що реалізує алгоритми його попередньої цифрової обробки. Для деяких сигналів можна запропонувати 32 розрядну плату, з більшою тактовою частотою Arduino DFROBOT MEGA2560 з мікропроцесором ATmega 1280 [1].

За допомогою стенду можна робити наступні дії:

- оцифровку сигналу;
- накопичення даних при повторюваних реалізаціях експерименту і їх осереднення;
- отримання спектра сигналу, його фільтрацію;
- передачу в комп'ютер для подальшої інтерпретації результатів експерименту на базі математичної моделі процесу або явища.

Цифрова обробка сигналів (ЦОС) – це одна з комп'ютерних наук, яка динамічно розвивається і охоплює як технічні, так і програмні засоби. Основним завданням ЦОС є виділення сигналу на тлі шумів і перешкод різної фізичної природи.

Програмне забезпечення лабораторного стенду створено на основі ефективних алгоритмів отримання спектра сигналу [2], при цьому застосовані наступні алгоритми:

- швидке перетворення Фур'є для отримання спектра сигналу;
- фільтрація і зрушення смуги частот сигналу;
- зворотне швидке перетворення Фур'є;
- розрахунок кореляційної функції вихідного і отриманого сигналу;
- цифро-аналогове відновлення сигналу.

Швидке перетворення Фур'є, зменшує кількість розрахунків майже вдвічі. Для придушення шуму використовується фільтрація сигналу, яка здійснюється шляхом обчислення згортки сигналу з частотною функцією фільтра.

Алгоритми обробки реалізовані як на мові C++ для комп'ютера, так і в середовищі програмування Arduino IDE. Для цього розроблені програми (скетчі) дискретизації сигналів, дискретного перетворення Фур'є за алгоритмом швидкого перетворення Фур'є. Ці програми застосовуються для знаходження згортки, кореляція і фільтрації сигналів.

### Література

1. **Блум, Д.** Изучаем ARDUINO [Текст] / Д. Блум. – Санкт-Петербург: “БХВ-Петербург”, 2015.
2. **Блейхут, Р.** Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов [Текст] / Р. Блейхут. – М.: "Мир", 1989.



УДК 531

**Мельник В.А.**

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИФРАКЦІЇ АКУСТИЧНОЇ ХВИЛІ НА НЕОДНОРІДНОМУ ЦИЛІНДРІ**

Задачі про дифракцію акустичної хвилі на циліндрі або сімействі циліндрів виникають при проектуванні акустичних антен, шумоподавляючих екранів та інших акустичних приладів. Розв'язок цих задач особливо ускладнюється при неоднорідності середовища всередині циліндру [1].

В даний час отримано обмежена кількість точних рішень задачі про розсіяння хвилі на неоднорідному циліндрі. Основні труднощі пов'язані з необхідністю побудови рішення диференціальних рівнянь в приватних похідних зі змінними коефіцієнтами. Точні аналітичні рішення для радіально неоднорідних розсіювачів були побудовані для ряду моделей неоднорідних середовищ: електромагнітного поля, неоднорідного циліндру, згинально-деформованої пластини [2].

Розроблений алгоритм та складена по ньому програма дозволяє отримати рішення хвильового рівняння всередині неоднорідного циліндру для конкретних випадків зміни щільності в залежності від хвильового числа набігаючої хвилі.

Розв'язок цієї задачі зводиться до розв'язання крайової задачі для диференційного рівняння другого порядку з змінними коефіцієнтами. Переход до кінцевих різниць зводить задачу до розв'язання діагональної системи лінійних рівнянь методом прогонки [3].

Складена програма може застосовуватися для реалізації чисельних методів розв'язання задач про дифракцію акустичної хвилі на датчиках мембранного типу.

### **Література**

1. **Хенл, Х.** Теория дифракции [Текст] / Х. Хенл, А. Мауэ, К. Вестпфаль // пер. с нем. – М., 1964.
2. **Фок, В. А.** Проблемы дифракции и распространения электромагнитных волн [Текст] / В. А. Фок. – М., 1970.
3. **Дьяконов, Е. Г.** Разностные методы решения краевых задач [Текст] / Е. Г. Дьяконов. // в. 1-2. – М., 1971-72.



УДК 531

**Мельник В.А.**

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

**ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВУЗЬКОСПРЯМОВАНОГО  
ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ВИПРОМІНЮВАЧА**

Електрогідравлічний вузькоспрямований випромінювач дозволяє ефективно здійснювати ехолокацію в заданому напрямку. Він являє собою жорсткий циліндр з пружним прямокутним екраном на бічній поверхні. При цьому розташований в ньому розрядник зрушений відносно центральної осі.

В результаті функціонування такого акустичного випромінювача генеруються нестационарні хвилі, що виникають в рідині, яка оточує випромінювач. Рух рідини описується основними рівняннями гідродинаміки, доповненими рівнянням стану води і умовами на каналі розряду у вигляді рівняння балансу енергії.

Таким чином, математична формулювання внутрішньої завдання включає: 1) хвильове рівняння в області, зайнятою рідиною; 2) умову непротікання на жорстких стінках камери і поверхнях електродів; 3) умову на нижній і верхній підставах циліндру, що представляє собою канал розряду; 4) умову на поверхні пружної панелі.

Зважаючи на те, що канал розряду зрушений щодо центральної осі, задача вирішувалась в біциліндричній системі координат. Заміна змінних відображає внутрішність камери випромінювача на паралелепіпед в просторі декартових координат. Ця обставина спрощує процедуру дискретизації сформульованої задачі, чисельне рішення якої здійснюється за явною кінцеворізничною схемою "хрест".

Істотна нелінійність явищ, що виникають при електрогідравлічному розряді, змушує використовувати чисельні методи для вирішення внутрішньої задачі гідродинаміки електричного розряду в порожнині випромінювача. Тому в роботі використовувалися методи кінцевих різниць і метод Годунова [2].

**Література**

1. **Карлик, Я.С.** Рыбопромышленовая гидроакустика [Текст] / Я.С. Карлик, Ю.В. Марапулец. – Петропавловск-Камчатский, 2011.
2. **Применение** схемы С.К.Годунова к решению задач электровзрывного деформирования осесимметричных конструкций [Текст] / Кубенко В.Д., Барбашова Г.А., Билянский Ю.С. и др. // Тр. Всесоюз. совещ. по числ. методам в задачах волн, гидродинамики. – Красноярск: ВЦ СО АН СССР, 1991. – С.122-127.

*Матеріали надійшли: 13.10.2017*

УДК 004.415.2

**Лукьянчиков С.Д.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

[lsd57@ukr.net](mailto:lsd57@ukr.net)

**Некрилов Д.І.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ПІДСИСТЕМА АНАЛІЗУ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ПОТРЕБ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Підсистема аналізу паливно-енергетичних ресурсів для потреб опалення та гарячого водопостачання є частиною автоматизованої комп'ютерної системи керування підприємством, що займається виробленням і постачанням тепла для потреб населення. У даному конкретному випадку – це Обласне комунальне підприємство "Миколаївоблтеплоенерго".

На підприємстві виникла необхідність створити підсистему обліку користувачів теплоносієм для щоденного заповнення показників по кожному абоненту теплопостачальників міста і області у зв'язку з тим, що майже всі теплопостачальники переведені на використання газу, як основного виду палива. Природний газ, який постачається в Україну з інших країн має високу ціну, тому вкрай необхідно знати, скільки треба закуповувати газу, щоб його вистачило на всі потреби, але й водночас з тим, щоб не купувати зайвого. Метою роботи є автоматизувати усі необхідні чинники для цих розрахунків.

Миколаївська область і місто Миколаїв розбиті на теплові райони, що мають у своєму складі одну чи декілька котелень, що забезпечують теплом весь тепловий район і декілька ЦТП (централізований тепловий пункт), ІТП (індивідуальний тепловий пункт) і бойлерних. Фактична температура повітря та холодної води записується щоденно по кожному тепловому району, для розрахунку нормативного та уточненого плану по опаленню, гарячому водопостачанню, вентиляції та технології (пару) по кожному абоненту.

В свою чергу по кожному теплопостачальнику, завдяки приладам обліку паливно-енергетичних ресурсів, ведеться щоденний запис фактичних показників витрат палива, електричної енергії, води, теплової енергії. Усі ці показники подаються на існуючі вузли обліку, з яких потім вираховується фактичне використання кожним абонентом тепла на опалення, гаряче водопостачання, вентиляцію та технологію (пар). Якщо у абонента немає вузла обліку, то

розрахунки ведуться на основі нормативного навантаження для кожного абонента з урахуванням фактичних показників по теплопостачальникам. Треба відзначити, що також при розрахунках враховуються відключення тепла, гарячого водопостачання та інші чинники, що впливають на той чи інший показник (записи по абонентам також ведуться щоденно), наприклад для опалення – це температура внутрішня у приміщенні, площа та об'єм опалювальної площі, для гарячого водопостачання – кількість жильців, час постачання води, коефіцієнт змінності гарячої води, норма та кількість гарячої води, коефіцієнт опалення ванн тощо.

Вихідні документи розробленої підсистеми є:

- нормативний план;
- уточнені нормативні плани по опаленню та гарячому водопостачанню;
- аналіз витрат палива;
- аналіз витрат електроенергії;
- аналіз витрат холодної води;
- аналіз витрат енергоносіїв;
- погодинні, подобові, змінні витрати палива;
- баланс покупного тепла по нормам, водомірам та температурі гарячої води.

Для рішення поставленої задачі створена база даних що містить набір довідників, форм та звітів, необхідних для усіх вищеназваних розрахунків. Для довідників отримуються реальні дані в технічному відділі ОКП "Миколаївоблтеплоенерго" і імпортуються в підсистему.

Співробітники технічного відділу наповнюють підсистему даними, що надходять до диспетчерського комп'ютера з датчиків, встановлених на теплопостачальниках та у абонентів. Співробітники інших відділів (відділ матеріально-технічного постачання, відділ паливно-енергетичних ресурсів), використовуючи розрахунки підсистеми, можуть планувати кількість палива, необхідного для діючого та наступних опалювальних сезонів для забезпечення безперебійної роботи теплопостачальників міста й області під час опалювального сезону.

Підсистема дозволяє повністю автоматизувати ведення аналізу ресурсів від одержання первинних даних (з урахуванням введення пропонованої автоматизованої системи контролю віддалених об'єктів) до одержання аналітичних звітів по використаних паливно-енергетичних ресурсах.



УДК 004.422

Устенко С.А.

<http://orcid.org/0000-0003-4968-1233><http://www.researcherid.com/rid/K-2490-2015>

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

[ustenko.s.a@gmail.com](mailto:ustenko.s.a@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ВИКЛИК У КЕРОВАНОМУ КОДІ C# МЕТОДІВ НАЩАДКІВ АБСТРАКТНИХ КЛАСІВ ІЗ НЕКЕРОВАНОГО КОДУ C++

Дуже часто в задачах, для яких критична швидкодія, основні функції або класи реалізовані у некерованому кодї C++. При цьому сама задача реалізується за допомогою керованого коду, наприклад в C#. Як відомо, для звернення до некерованого коду в C# використовується механізм P/Invoke (Platform Invoke). Для цього некерований код огортається в Dll (тобто всі його функції робляться експортованими) і викликається за допомогою атрибута DllImport.

У C# можна реалізувати делегат функції C++ за допомогою `Marshal.GetFunctionPointerForDelegate`, але відсутня можливість реалізувати методи абстрактного класу. Опису абстрактного класу з чисто віртуальними методами на C++ відповідає інтерфейс мови C#.

Для вирішення поставленої задачі необхідно реалізувати в C# макет пам'яті (з таблицею віртуальних методів VTBL) аналогічний макету пам'яті об'єкта C++, що реалізує чисто віртуальні методи (рис. 1).

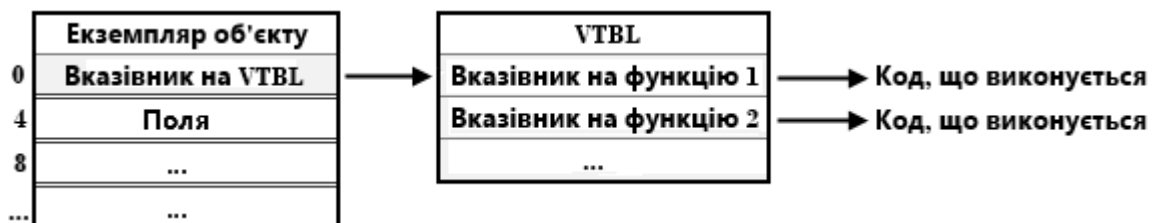


Рис. 1. Макет пам'яті об'єкту C++

З рисунку видно, що перше значення вказівника на об'єкт C++, який реалізує чисто віртуальні методи, є вказівником на VTBL. А в самій таблиці йдуть вказівники на реалізації методів класу.

Таким чином, для можливості передавати зворотний виклик інтерфейсу C++, реалізований на C#, в некерований метод, потрібно реалізувати аналогічний макет інтерфейсу в пам'яті.

Спочатку потрібно визначити інтерфейс в C#, аналогічний абстрактному класу з чисто віртуальними методами C++:

```
// C++
class IMyAGIT2017
{
public:
    virtual void Method1(...) = 0;
    virtual void Method2() = 0;
    ...
};
// C#
public interface IMyAGIT2017
{
    void Method1(...);
    void Method2();
    ...
}
```

Далі на його базі створюється клас, наприклад MyAGIT2017, в середині якого потрібно створити клас, що буде створювати макет інтерфейсу в пам'яті аналогічний макету пам'яті об'єкта C++:

```
internal class MyAGIT2017Callback
{
    public IntPtr _nativePointer;
    public MyAGIT2017Callback(IMyAGIT2017 callback)
    {
        IMyAGIT2017 _callback = callback;
        IntPtr[] methods = new IntPtr[2 /* кількість віртуальних методів */]
        {
            ((MyAGIT2017)callback).Method1(),
            ((MyAGIT2017)callback).Method2(),
            ...
        };
        // 1 + кількість віртуальних методів
        _nativePointer = Marshal.AllocHGlobal(IntPtr.Size * 3 /* !!! */);
        IntPtr vtblPtr = IntPtr.Add(_nativePointer, IntPtr.Size);
        Marshal.WriteIntPtr(_nativePointer, vtblPtr);
        Marshal.WriteIntPtr(
            vtblPtr,
            Marshal.GetFunctionPointerForDelegate(
                new Method1CallBack(
                    (IntPtr thisPtr, ...) =>
                    {
                        Marshal.GetDelegateForFunctionPointer
                            <Method1Delegate>(methods[0])(...);
                    }
                )));
        Marshal.WriteIntPtr(
            IntPtr.Add(vtblPtr, IntPtr.Size),
            Marshal.GetFunctionPointerForDelegate(
```



```

        new Method2Callback(
            (IntPtr thisPtr) =>
            {
                Marshal.GetDelegateForFunctionPointer
                    <Method2Delegate>(methods[1])();
            }));
        ...
    }
    [UnmanagedFunctionPointer(CallingConvention.StdCall)]
    delegate void Method1Callback(IntPtr thisPtr, ...);
    [UnmanagedFunctionPointer(CallingConvention.StdCall)]
    delegate void Method2Callback(IntPtr thisPtr);
    ...
}

```

Тут виділяється некерована пам'ять, яка буде містити вказівник на VTBL об'єкта та саму VTBL (рис. 2).



Рис. 2. Макет пам'яті інтерфейсу C#

Крім того, в класі MyAGIT2017 потрібно реалізувати конструктор, віртуальні заглушки для методів, делегати для виклику методів та їх реалізацію:

```

MyAGIT2017Callback p;
public MyAGIT2017()
{
    p = new MyAGIT2017Callback(this);
}
public virtual void Method1(...) { }
public virtual void Method2() { }
...
delegate void Method1Delegate(...);
delegate void Method2Delegate();
...
public IntPtr Method1()
{
    return Marshal.GetFunctionPointerForDelegate(
        new Method1Delegate(Method1));
}
public IntPtr Method2()
{
    return Marshal.GetFunctionPointerForDelegate(
        new Method2Delegate(Method2));
}
...

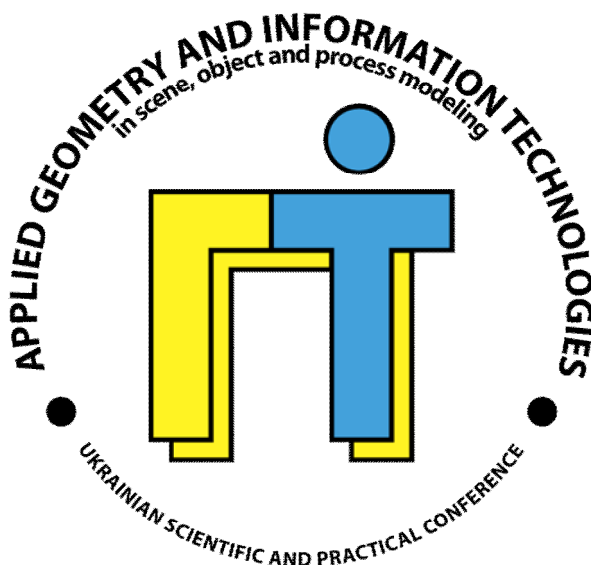
```

Отже, в роботі запропоновано механізм, що дозволить здійснити виклик у керованому кодї C# методів нащадків абстрактних класів із некерованого коду C++.





Секція 4  
Системний аналіз та комп'ютерні науки  
в сучасних умовах



УДК 004.9

**Тулученко Г.Я.**

професор кафедри вищої математики і математичного моделювання  
[tuluchenko.galina@ukr.net](mailto:tuluchenko.galina@ukr.net)

**Шульженко М.А.**

студентка факультету інженерії та транспорту  
[us1gfw@ukr.net](mailto:us1gfw@ukr.net)

**Титаренко Ю.В.**

студент факультету інженерії та транспорту  
[yuriy.titarenko.97@gmail.com](mailto:yuriy.titarenko.97@gmail.com)  
Херсонський національний технічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЯВИЩА ТИПУ ГІББСА ПРИ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ЗА СХЕМОЮ ЕРМІТА СИГМОЇДАЛЬНИХ КРИВИХ

*У роботі досліджуються умови виникнення особливої поведінки інтерполяційного поліному при наближенні сигмоїдальних кривих, яка є аналогічною до поведінки частинних сум ряду Фур'є при наближенні розривних функцій. Вивчаються можливості усунення негативних осциляцій при інтерполяції функцій за схемою Ерміта.*

**Постановка проблеми.** Сигмоїдальні криві знаходять широке застосування при моделюванні різноманітних процесів. Для опису  $S$ -подібних кривих можуть використовуватися різні функції, але всі вони є нелінійними відносно своїх коефіцієнтів, що обумовлює відомі труднощі в задачах апроксимації та інтерполяції емпіричних залежностей такого типу. Виконання поліноміальної апроксимації (інтерполяції)  $S$ -подібних залежностей приводить до виникнення паразитарних осциляцій на ділянках між стрімким та повільним зростанням досліджуваної залежності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У даній роботі для наближення сигмоїдальних кривих застосовуються поліноми, що побудовані за ієрархічною схемою ермітової інтерполяції, які розглядалися у попередніх публікаціях авторів [1-2].

**Формулювання цілей публікації.** Дослідити умови побудови оптимальних сіток при інтерполяції за схемою Ерміта сигмоїдальних кривих.

**Основний матеріал.** Загальна поточкова оцінка похибки інтерполяції Ерміта для  $(n + 1)$  раз диференційованої функції  $f(x)$  визначається нерівністю:

$$|f(x) - H_n(x)| \leq \frac{\max |f^{(n+1)}(x)|}{(n+1)!} \cdot \left| \prod_{i=1}^m (x - x_i)^{n_i} \right|,$$

де  $H_n(x)$  – інтерполяційний поліном Ерміта степеня  $n$ ,  $x_i$  – вузли інтерполяції,

$$\sum_{i=1}^m n_i = n + 1.$$

Ця нерівність є ключовою для побудови оптимальної нерівномірної сітки вузлів інтерполяції для конкретної досліджуваної кривої.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Авторами розроблено програмний модуль для усунення паразитарних осциляцій при ермітовій інтерполяції  $S$ -подібних кривих за рахунок адаптивного вибору сітки вузлів, починаючи з їх рівномірного розподілу. Подрібнення сітки відбувається на ділянках стрімкого зростання функції та її розрідження на ділянках із повільним ростом функції.

### Література

1. **Тулученко, Г.Я.** Еквівалентні форми поліномів ермітової інтерполяції [Текст] / Г.Я. Тулученко, Т.А. Селуянова, Н.В. Старун // Матеріали XVIII Міжнародної конференції з математичного моделювання, присвяченої 100-річчю з дня народження академіка Ю.О. Мітропольського (м. Херсон, 18-22 вересня 2017 р.). – Херсон: ХНТУ, 2017. – С. 137-138.

2. **Тулученко, Г.Я.** Ієрархічні схеми в задачах ермітової інтерполяції [Текст] / Г.Я. Тулученко, Т.А. Селуянова, Н.В. Старун // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2017. – Вип. 3 (62). – Т. 2. – С. 342-347.



УДК 681.5.09

**Kovalenko A.E.**

assistant professor

[an2kov@ukr.net](mailto:an2kov@ukr.net)

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

## SYSTEM STATE SPACE COMPLEXITY OF TYPICAL DIAGNOSIS STRUCTURES FOR PMC-MODEL

*An important properties state space complexity of PMC system-level diagnosis model are discussed. Fault identification in this system in great extent depends on the number of fault patterns under given system syndrome. Some new of these complexity evaluations are given in this work.*

**Keywords:** System-level diagnosis, PMC model, fault-tolerant systems.

Autonomic, fault-tolerant self-managing systems rely on the technical states of system units (modules, services of built-in self-diagnosis) [1, 2]. In PMC diagnosis system-level model the structure distributed system may be defined by diagnostic graph  $G(V, E)$ , where  $V$  is the set of system autonomic units and  $E$  is the set of directed links  $(v_i, v_j)$ ,  $v_i, v_j \in V$ , between these units. Every graph  $G(V, E)$  may be decomposed on regular sub graphs  $G_j$  – structures  $L_j$ , in such a way, that

$$G(V, E) = \bigcup_j G_j, \quad G_j = (V_j, E_j), \quad n_j = |V_j|, \quad V_j \subseteq V, \quad E_j \subseteq E, \quad V = \bigcup_j V_j, \quad E = \bigcup_j E_j.$$

Diagnostic syndrome  $A_j = \{A_j^i\} \mid |A_j^i| \leq |E_j|, \quad A_j^i = \{a_{xy} \mid \exists (v_x, v_y) \in E_j\}$  must be processed, where  $a_{xy}$  is the state test result for a unit pair  $(v_x, v_y)$ .

For every structure  $L_j$  and there are syndrome compatible set (SCS) of unit states for the every syndrome. The maximum number of SCS for structure  $L_j$  is called as maximum syndrome appreciation (MSA).

The diagnostic system structure  $S$  with  $n$  units may be expanded by means of link to  $n + 1$ -th new element (unit). Let as  $N_0, N_1$  is a number of system states with  $v_i = 0$  or  $v_i = 1$ . Thus we have following lemmas.

**Lemma 1.** The number of admissible state patterns  $N_x$ ,  $x = 0$  or  $x = 1$  for interacted -system  $S$  with element  $v_i \in S$  with directed links  $(v_i, v_j), (v_j, v_i)$  with test results  $a_{ij} = 1$  or  $a_{ji} = 1$  for PMC-model is defined as:

$$N_1(n + 1) = N_0(n) + N_1(n);$$

$$N_0(n + 1) = N_1(n).$$

**Lemma 2.** The number of admissible state patterns  $N_x$ , ( $x = 0$  or  $x = 1$  is an element state) for interacted -system  $S$  with element  $v_i \in S$  with directed links  $(v_i, v_j)$  with the test result  $a_{ij} = 0$  for PMC-model is defined as:

$$N_1(n + 1) = N_1(n), N_0(n + 1) = N_0(n) + N_1(n).$$

**Lemma 3.** The number of admissible state patterns  $N_x$ ,  $x = 0$  or  $x = 1$  for interacted -system  $S$  with element  $v_i \in S$  with directed links  $(v_j, v_i)$ , with test result  $a_{ji} = 0$  for PMC-model is defined as:

$$N_0(n + 1) = N_0(n);$$

$$N_1(n + 1) = N_0(n) + N_1(n).$$

Typical chain structures with homogeneous links are often used in considering the system states. Then the following lemmas may be defined.

**Lemma 4.** The number  $N$  of admissible state patterns  $N$  for the -system  $S$  with  $n$  element,  $v_i, v_{i+1} \in S, i = 1, \dots, n - 1$  with directed links  $(v_i, v_{i+1}), (v_{i+1}, v_i)$  with test result  $a_{i,i+1} = 1$  or  $a_{i+1,i} = 1$  for PMC-model is defined as:

$$N = f_{n+2}, f_i = f_{i-1} + f_{i-2}, f_1 = f_2 = 1.$$

**Lemma 5.** The number  $N$  of admissible state patterns  $N$  for the -system  $S$  with  $n$  element,  $v_i, v_{i+1} \in S, i = 1, \dots, n - 1$  with directed links  $(v_i, v_{i+1})$  and test result  $a_{i,i+1} = 0$  for PMC-model is defined:

$$N = n + 1.$$

**Lemma 6.** The number  $N^n$  of admissible  $i$  fault elements  $N(i)$  in state patterns for the system  $S$  with  $n$  elements,  $v_i, v_{i+1} \in S, i = 1, \dots, n - 1$  with directed links  $(v_i, v_{i+1})$  and test result  $a_{i,i+1} = 0$  for PMC-model is defined as:

$$N^n = N(0) + \sum_{i=1}^n N(i) = n + 1.$$

## References

1. **Kovalenko, A.E.** Distributed information systems [Text] / A.E. Kovalenko. – Kyiv: NTUU "KPI", 2008. – 244 p. (In Ukrainian)



Матеріали надійшли: 15.10.2017

УДК 004.056.55

**Махровська Н.А.**

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

[bronnatan@gmail.com](mailto:bronnatan@gmail.com)

**Броніцька Т.О.**

студентка 4 курсу механіко-математичного факультету

[tayabro09@gmail.com](mailto:tayabro09@gmail.com)

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## КОМБІНАТОРНІ АЛГОРИТМИ У ПРОГРАМУВАННІ

Комбінаторна математика є досить давньою дисципліною. Вона отримала своє найменування в 1666 році від Лейбніца. Комбінаторика є важливим розділом математики, що досліджує закономірності розташування, впорядкування, вибору і розподілу елементів з фіксованої множини. При великій кількості можливих варіантів таких дій способи прямого перебору можливих варіантів малоефективні. Саме тоді на допомогу приходять комбінаторні алгоритми.

Комбінаторні алгоритми з їх акцентом на розробку, аналіз і реалізацію отримали широке застосування після винайдення обчислювальних машин.

Предмет теорії комбінаторних алгоритмів – обчислення на дискретних математичних структурах. А це вже досить новий напрям наукових досліджень. Останніми роками почала формуватися система знань про розробку, реалізацію та аналіз алгоритмів, в основі яких закладено комбінаторні алгоритми.

Зараз важко назвати розділ теоретичної інформатики, в якому протягом останніх десяти років було б досягнуто більших успіхів ніж в конструювання та аналізі комбінаторних алгоритмів.

Наприклад, комбінаторика, вперше згадана Лейбніцем, розглядає так звану "задачу про сім мостів", яка дала початок теорії графів, і на основі якої створені мережеві протоколи динамічної маршрутизації. Розв'язування задачі про найкоротший шлях на графі, яка теж є комбінаторною задачею, лежить в основі маршрутизації в мережах. Також комбінаторика є невід'ємною частиною створення штучних нейронних мереж, що є частиною розвитку галузі штучного інтелекту. Також застосовується і в криптографії.

Таким чином, метою нашої роботи є розгляд, вивчення, розробка та аналіз комбінаторних алгоритмів. Зокрема, саме алгоритми модульної арифметики, які представляють особливий практичний інтерес.

Криптографію і захист мереж на даний момент слід розглядати як цілком сформовані дисципліни, на основі яких вже розроблено масу додатків, які забезпечують захист мереж і їх продовжують розробляти та вдосконалювати.

Математичною основою більшості сучасних методів захисту інформації є модульна арифметика. При розробці алгоритмів шифрування використовується ряд понять та алгоритмів модульної арифметики.

Корисною для практичного застосування модульної арифметики є китайська теорема про залишок, яка стверджує, що можна відновити число із певного діапазону чисел з множині його залишків від ділення на число із деякого набору попарно взаємно простих чисел. Для оптимального знаходження дільників складених чисел використовується імовірнісний алгоритм Полларда.

В сучасних шифруючих пристроях зазвичай мають справу з великим обсягом інформації, записаною в цифровому вигляді, тобто у вигляді знаків деякої обраної системи числення. У процесі переробки інформації доводиться виконувати ті чи інші операції: логічні, арифметичні, функціональні та інші

При цьому виникає завдання використання ефективних алгоритмів обробки інформації їх виконання і оцінки ефективності використовуваних методів. До даних алгоритмів модульної арифметики можна віднести наступні: піднесення числа до степеня за модулем, розрахунок факторіалу за модулем, знаходження остачі від ділення та ділення в полі за модулем, конгруенція чисел за модулем, тощо.

Таким чином, в нашій роботі ми розглядаємо, вивчаємо, розробляємо та аналізуємо комбінаторні алгоритми. Зокрема, саме алгоритми модульної арифметики, які представляють особливий практичний інтерес.





УДК 004.93

**Лахижа Р.М.**

аспірант кафедри математичного моделювання та соціальної інформатики

[roman.lakhyzha@gmail.com](mailto:roman.lakhyzha@gmail.com)

Вищий навчальний заклад Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі"

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ**

*Наведено класифікацію методів розпізнавання. Розглянуто декілька алгоритмів розпізнавання об'єктів. Висунуто вимоги та проведено порівняльний аналіз ефективності цих алгоритмів.*

**Ключові слова:** розпізнавання об'єктів, класифікація, метод, ефективність.

Завдяки швидкому розвитку потужності комп'ютерних систем розпізнавання об'єктів отримало застосування у все більшій кількості практичних сфер (обробка зображень, технічна та медична діагностика, ідентифікаційні системи, обробка текстів та ін.). Тому дослідження існуючих та створення нових ефективних алгоритмів і моделей розпізнавання об'єктів є надзвичайно актуальними.

В роботах [1, 2] наведені різні варіанти класифікації методів розпізнавання. Виділимо наступні групи:

1. Методи, основані на цілісному аналізі об'єкта (Appearance-based). Наприклад, метод головних компонент (МГК) (Principal Component Analysis) та лінійний дискримінантний аналіз (ЛДА) (Linear Discriminant Analysis).

2. Методи, основані на аналізі специфічних характеристик об'єкта (Feature-based). Аналіз характеристик може відбуватися на основі всього об'єкта (Global feature), а також лише невеликої його частини (Local feature). Наприклад, Scale-Invariant Feature Transform (SIFT) і Speeded-Up Robust Features (SURF).

3. Штучні нейронні мережі (Artificial Neural Networks). Наприклад, згортова нейронна мережа (ЗНМ) (Convolutional Neural Network).

При аналізі ефективності розпізнавання висунемо наступні вимоги до алгоритмів: надійність, інваріантність, точність, обчислювальне навантаження та використання пам'яті.

В роботах [3, 4] було здійснено порівняння роботи алгоритмів та отримано результати, згідно з якими можливо зробити наступні висновки.

Найсильніша сторона алгоритму SIFT – відносно високий рівень розпізнавання, однак його швидкість обробки є низькою. SURF перевершує інші алгоритми у швидкості та обчислювальній складності, але він має недостатній рівень розпізнавання.

МГК, загалом, не досягає високої точності, але в деяких особливих випадках він перевершує інші алгоритми. Головною його перевагою є те, що він зменшує розмірність і тому часто використовується у поєднанні з іншими підходами. ЛДА має хороші результати у використанні пам'яті та обчислювальному навантаженні.

Однак найкращих результатів досягає ЗНМ. Використовуючи спеціальні архітектури, можливо досягти результату точності біля 95%. Але величезні тренувальні набори даних і велика кількість параметрів призводять до дуже високої обчислювальної складності.

### Література

1. **Bishop, C.M.** Pattern Recognition and Machine Learning [Text] / C.M. Bishop. – Springer-Verlag, 2006. – 738 p.
2. **Treiber, M.** An Introduction to Object Recognition, Advances in Pattern Recognition [Text] / M. Treiber. – Springer-Verlag London, 2010. – 216 p.
3. **Juan, L.** A Comparison of SIFT, PCA-SIFT and SURF [Text] / L. Juan, O. Gwun. – International Journal of Image Processing, Vol. 3, 2009. – pp. 143-152.
4. **Josifovski, J.** Object recognition: Sift vs convolutional neural networks. [Text] / J. Josifovski. – Lecture Intelligent Robotics WS 2015/16, University Hamburg, 2015. – 20 p.



## Автори

1	<i>Chuiko G. P.</i>	Information technology in medicine: an example of a computer analysis of self-monitoring of blood glucose	C2 85
2	<i>Dvornik O. V.</i>	Information technology in medicine: an example of a computer analysis of self-monitoring of blood glucose	C2 85
3	<i>Kovalenko A. E.</i>	System state space complexity of typical diagnosis structures for PMC-model	C4 140
4	<i>Shyian I. A.</i>	Information technology in medicine: an example of a computer analysis of self-monitoring of blood glucose	C2 85
5	<i>Андрієнко А.В.</i>	Математичне моделювання конденсатора теплового насосу	C1 46
6	<i>Антипова Е.А.</i>	СППР для выбора оптимальных организационных структур	C2 79
7	<i>Басік О.В.</i>	Денне світло: світлові люки, шахти та тунелі	C1 30
8	<i>Березька К.М.</i>	Аналіз результатів вступу абітурієнтів на основі методів просторової економетрики	C2 93
9	<i>Березький О.М.</i>	Аналіз результатів вступу абітурієнтів на основі методів просторової економетрики	C2 93
10	<i>Бєлозьорова О.М.</i>	Графічні методи складання векторів	C1 4
11	<i>Бідніченко О.Г.</i>	Графічні методи складання векторів	C1 4
12	<i>Борисенко В.Д.</i>	До побудови перехідних кривих залізничного шляху	C1 33
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Моделювання кривих ліній з кубічною залежністю кривини від довжини дуги	C1 21
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Моделювання кривих у натуральній параметризації з синусоїдальною залежністю їх кривини від довжини дуги	C1 24
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Моделювання середньої лінії профілю лопатки осьового компресора кривими у натуральній параметризації	C1 9
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Побудова перехідної кривої для існуючих ділянок залізничного шляху	C1 17
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Подання батоксів теоретичного креслення корпусу судна кривими з лінійною залежністю кривини від довжини їх дуги	C1 6
13	<i>Броніцька Т.О.</i>	Комбінаторні алгоритми у програмуванні	C4 142

14	<i>Ванін В.В.</i>	Аналіз процесу формування гофри з різними геометричними параметрами	<b>C1</b> <b>58</b>
	<i>Ванін В.В.</i>	Особливості проектування профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів	<b>C1</b> <b>68</b>
15	<i>Видойник Л.М.</i>	Технологія GPON – переваги та перспективи	<b>C3</b> <b>104</b>
16	<i>Вітіннік Д.С.</i>	Деякі проблеми візуалізації графових структур	<b>C3</b> <b>103</b>
17	<i>Геленко Ю.В.</i>	Дослідження розвитку методів комп'ютерної іридодіагностики	<b>C3</b> <b>121</b>
18	<i>Гилко М.В.</i>	Подання батоксів теоретичного креслення корпусу судна кривими з лінійною залежністю кривини від довжини їх дуги	<b>C1</b> <b>6</b>
19	<i>Гнатушенко В.В.</i>	Методика розпізнавання напівтонових цифрових зображень тексту	<b>C2</b> <b>83</b>
20	<i>Гунченко Ю.О.</i>	Пристрій для побудови трійкових унарних функцій	<b>C3</b> <b>102</b>
21	<i>Даниленко В.Я.</i>	Визначення оглядовості транспортних засобів з допомогою панорамних рельєфів	<b>C1</b> <b>15</b>
22	<i>Данілін О.М.</i>	Алгоритм побудови умов неперитинання еліпсів	<b>C1</b> <b>27</b>
23	<i>Дармосюк В.М.</i>	Сума елементів мінімальної матриці показників	<b>C1</b> <b>42</b>
24	<i>Драчук О.О.</i>	Дослідження впливу параметрів потоку на вимірювальні перетворювачі витрати газу	<b>C1</b> <b>40</b>
25	<i>Друзь Є.І.</i>	Моделювання середньої лінії профілю лопатки осьового компресора кривими у натуральній параметризації	<b>C1</b> <b>9</b>
26	<i>Євдокимов С.О.</i>	Методи зберігання звукової інформації з втратами та без втрат	<b>C3</b> <b>117</b>
	<i>Євдокимов С.О.</i>	Універсальний лабораторний стенд для цифрової обробки сигналів датчиків	<b>C3</b> <b>128</b>
27	<i>Ємельянов П.С.</i>	Пристрій для побудови трійкових унарних функцій	<b>C3</b> <b>102</b>
28	<i>Ємельянов С.І.</i>	Візуалізація особливостей алгоритму визначення морфологічного типу скупчень галактик	<b>C2</b> <b>95</b>
29	<i>Зеленський О.В.</i>	Сума елементів мінімальної матриці показників	<b>C1</b> <b>42</b>
30	<i>Зубенко В.М.</i>	Удосконалення математичної моделі для розпізнавання фрагментів музичних творів та розробка програмного забезпечення для її реалізації	<b>C1</b> <b>48</b>

31	<i>Ісмаїлова Н.П.</i>	Графічний спосіб профілювання евольвентного абочного зачеплення, що виключає інтерференцію	<b>C1 56</b>
32	<i>Клюшніченко В.В.</i>	Огляд обладнання для визначення технічного стану літій-іонних акумуляторів мобільних телефонів	<b>C3 106</b>
33	<i>Колосов О.Є.</i>	Аналіз процесу формування гофри з різними геометричними параметрами	<b>C1 58</b>
	<i>Колосов О.Є.</i>	Особливості проектування профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів	<b>C1 68</b>
34	<i>Колосова О.П.</i>	Аналіз процесу формування гофри з різними геометричними параметрами	<b>C1 58</b>
	<i>Колосова О.П.</i>	Особливості проектування профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів	<b>C1 68</b>
35	<i>Комяк В.М.</i>	Алгоритм побудови умов неперитинання еліпсів	<b>C1 27</b>
36	<i>Коробко І.В.</i>	Дослідження впливу параметрів потоку на вимірювальні перетворювачі витрати газу	<b>C1 40</b>
	<i>Коробко І.В.</i>	Комп'ютерне моделювання роботи вимірювальних перетворювачів витрати рідини та газу із використанням CFD-технологій	<b>C2 81</b>
37	<i>Корчагіна О.О.</i>	До побудови перехідних кривих залізничного шляху	<b>C1 33</b>
38	<i>Кошовий Д.В.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден	<b>C1 36</b>
39	<i>Кудін О.О.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден	<b>C1 36</b>
40	<i>Кузьма К.Т.</i>	Дослідження технологій побудови рекомендаційних систем	<b>C3 108</b>
	<i>Кузьма К.Т.</i>	Застосування метамоделей під час проектування структур баз даних	<b>C3 114</b>
	<i>Кузьма К.Т.</i>	"Інтернет речей": визначення концепції та перспективи розвитку	<b>C3 111</b>
	<i>Кузьма К.Т.</i>	Огляд обладнання для визначення технічного стану літій-іонних акумуляторів мобільних телефонів	<b>C3 106</b>
	<i>Кузьма К.Т.</i>	Технологія GPON – переваги та перспективи	<b>C3 104</b>
41	<i>Куценко Л.М.</i>	Дослідження математичного більярду у полі тяжіння між двома півплощинами	<b>C1 43</b>

42	<i>Лахижа Р.М.</i>	Аналіз ефективності існуючих методів та моделей розпізнавання об'єктів	C4 144
43	<i>Левчук В.В.</i>	Пристрій для побудови ета моде унарних функцій	C3 102
44	<i>Лукьянчиков С.Д.</i>	Дослідження розвитку методів комп'ютерної іриодіагностики	C3 121
	<i>Лукьянчиков С.Д.</i>	Методи зберігання звукової інформації з втратами та без втрат	C3 117
	<i>Лукьянчиков С.Д.</i>	Підсистема аналізу паливно-енергетичних ресурсів для потреб опалення та гарячого водопостачання	C3 132
45	<i>Любкевич К.О.</i>	Метод одночасної навігації і побудови карти	C2 91
46	<i>Ляшук С.В.</i>	Аналіз результатів вступу абітурієнтів на основі методів просторової економетрики	C2 93
47	<i>Макарова Л.М.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними трудомісткості програмних проектів	C2 89
48	<i>Мартиненко В.С.</i>	Застосування ета моделей під час проектування структур баз даних	C3 114
	<i>Мартиненко В.С.</i>	Побудова перехідної кривої для існуючих ділянок залізничного шляху	C1 17
49	<i>Махровська Н.А.</i>	Комбінаторні алгоритми у програмуванні	C4 142
	<i>Махровська Н.А.</i>	Програмна система для синтаксичного аналізу SQL-запитів	C3 99
50	<i>Мельник В.А.</i>	Моделювання роботи сферичного випромінювача для системи цифрового гідроакустичного зв'язку	C3 124
	<i>Мельник В.А.</i>	Розробка програмного забезпечення системи реєстрації параметрів швидкоплинних процесів	C3 126
	<i>Мельник В.А.</i>	Універсальний лабораторний стенд для цифрової обробки сигналів датчиків	C3 128
	<i>Мельник В.А.</i>	Чисельне моделювання дифракції акустичної хвилі на неоднорідному циліндрі	C3 130
	<i>Мельник В.А.</i>	Чисельне моделювання роботи вузькоспрямованного електрогидравлічного випромінювача	C3 131
51	<i>Мельник О.В.</i>	Математичне моделювання впливу електророзрядного методу на продуктивність водозабірних свердловин	C1 51
	<i>Мельник О.В.</i>	Математичне моделювання електророзрядної технології поліпшення якості литого металу	C1 53

	<i>Мельник О.В.</i>	Математичне моделювання інформаційно-вимірювальної системи імпульсного тиску в рідких середовищах	<b>C1 50</b>
	<i>Мельник О.В.</i>	Математичне моделювання розповсюдження хвилі тиску в рідині при електричному розряді	<b>C1 54</b>
	<i>Мельник О.В.</i>	Математичне моделювання способу передачі гідроакустичних сигналів підводним апаратам	<b>C1 52</b>
52	<i>Некрилов Д.І.</i>	Підсистема аналізу паливно-енергетичних ресурсів для потреб опалення та гарячого водопостачання	<b>C3 132</b>
53	<i>Писарець А.В.</i>	Комп'ютерне моделювання роботи вимірювальних перетворювачів витрати рідини та газу із використанням CFD-технологій	<b>C2 81</b>
54	<i>Погромська Г.С.</i>	Візуалізація особливостей алгоритму визначення морфологічного типу скупчень галактик	<b>C2 95</b>
	<i>Погромська Г.С.</i>	Програмна система для синтаксичного аналізу SQL-запитів	<b>C3 99</b>
55	<i>Поздєєв В.О.</i>	Математичне моделювання інформаційно-вимірювальної системи імпульсного тиску в рідких середовищах	<b>C1 50</b>
56	<i>Приходько Н.В.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден	<b>C1 36</b>
57	<i>Приходько С.Б.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден	<b>C1 36</b>
	<i>Приходько С.Б.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості програмних проектів	<b>C2 89</b>
58	<i>Рябова А.С.</i>	До побудови перехідних кривих залізничного шляху	<b>C1 33</b>
	<i>Рябова А.С.</i>	Дослідження технологій побудови рекомендаційних систем	<b>C3 108</b>
59	<i>Семенів О.Г.</i>	Сума елементів мінімальної матриці показників	<b>C1 42</b>
60	<i>Сердюк В.В.</i>	Методика розпізнавання напівтонових цифрових зображень тексту	<b>C2 83</b>
61	<i>Сідоров Д.Е.</i>	Аналіз процесу формування гофри з різними геометричними параметрами	<b>C1 58</b>
62	<i>Смикодуб Т.Г.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості програмних проектів	<b>C2 89</b>
63	<i>Смірнов О.П.</i>	Математичне моделювання розповсюдження хвилі тиску в рідині при електричному розряді	<b>C1 54</b>

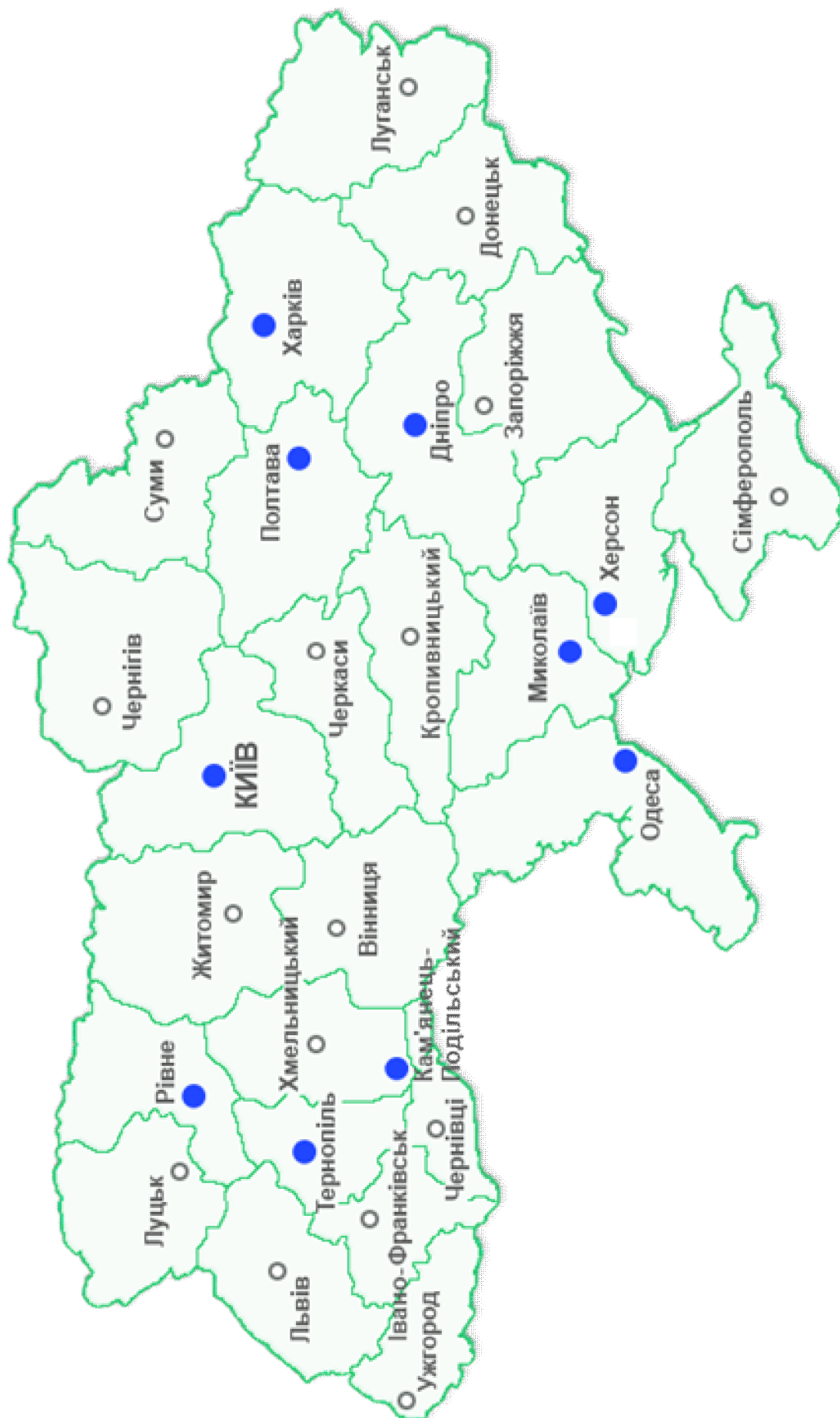
64	<i>Сокольський О.Л.</i>	Особливості проектування профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів	<b>C1 68</b>
65	<i>Тимофієва Н.К.</i>	Про утворення геометричних форм у живій природі	<b>C2 87</b>
66	<i>Титаренко Ю.В.</i>	Дослідження явища типу Гіббса при інтерполяції за схемою Ерміта сигмоїдальних кривих	<b>C4 138</b>
67	<i>Тулученко Г.Я.</i>	Дослідження явища типу Гіббса при інтерполяції за схемою Ерміта сигмоїдальних кривих	<b>C4 138</b>
68	<i>Ульянов К.К.</i>	Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними трудомісткості програмних проектів	<b>C2 89</b>
69	<i>Устенко А.С.</i>	Подання батоксів теоретичного креслення корпусу судна кривими з лінійною залежністю кривини від довжини їх дуги	<b>C1 6</b>
70	<i>Устенко І.В.</i>	Деякі проблеми візуалізації графових структур	<b>C3 103</b>
	<i>Устенко І.В.</i>	Моделювання кривих у натуральній параметризації з синусоїдальною залежністю їх кривини від довжини дуги	<b>C1 24</b>
71	<i>Устенко С.А.</i>	Виклик у керованому коді C# методів нащадків абстрактних класів із некерованого коду C++	<b>C3 134</b>
	<i>Устенко С.А.</i>	Моделювання кривих ліній з кубічною залежністю кривини від довжини дуги	<b>C1 21</b>
	<i>Устенко С.А.</i>	Побудова перехідної кривої для існуючих ділянок залізничного шляху	<b>C1 17</b>
72	<i>Хіврич Д.В.</i>	Розробка програмного забезпечення системи реєстрації параметрів швидкоплинних процесів	<b>C3 126</b>
73	<i>Холковський Ю.Р.</i>	Дискретно-інтерполяційний метод моделювання стану багатопараметричних середовищ	<b>C1 38</b>
74	<i>Чайковська Є.Є.</i>	Математичне моделювання конденсатора теплового насосу	<b>C1 46</b>
75	<i>Шевченко С.М.</i>	Дослідження математичного більярду у полі тяжіння між двома півплощинами	<b>C1 43</b>
76	<i>Шилов І.А.</i>	"Інтернет речей": визначення концепції та перспективи розвитку	<b>C3 111</b>
77	<i>Шоман О.В.</i>	Реалізація розрахунків геометричних факторів передачі променевої енергії	<b>C1 13</b>
78	<i>Шульженко М.А.</i>	Дослідження явища типу Гіббса при інтерполяції за схемою Ерміта сигмоїдальних кривих	<b>C4 138</b>



## Організації

1. Вищий навчальний заклад Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі".
2. Інститут імпульсних процесів і технологій НАН України, м. Миколаїв.
3. Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка.
4. Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, м. Київ.
5. Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського.
6. Національна металургійна академія України, м. Дніпро.
7. Національний авіаційний університет, м. Київ.
8. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського".
9. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут".
10. Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.
11. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв.
12. Національний університет цивільного захисту України, м. Харків.
13. Одеська військова академія.
14. Одеський національний політехнічний університет.
15. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова.
16. Тернопільський національний економічний університет.
17. Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
18. Херсонський національний технічний університет.
19. Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв.

## Географія



## Зміст

<b>Секція 1. Геометричне, математичне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ і процесів</b>	<b>3</b>
<i>Бідніченко О.Г., Белозьорова О.М.</i> Графічні методи складання векторів.....	4
<i>Борисенко В.Д., Устенко А.С., Гилко М.В.</i> Подання батоксів теоретичного креслення корпусу судна кривими з лінійною залежністю кривини від довжини їх дуги.....	6
<i>Борисенко В.Д., Друзь Є.І.</i> Моделювання середньої лінії профілю лопатки осьового компресора кривими у натуральній параметризації.....	9
<i>Шоман О.В.</i> Реалізація розрахунків геометричних факторів передачі променевої енергії.....	13
<i>Даниленко В.Я.</i> Визначення оглядовості транспортних засобів з допомогою панорамних рельєфів.....	15
<i>Борисенко В.Д., Устенко С.А., Мартиненко В.С.</i> Побудова перехідної кривої для існуючих ділянок залізничного шляху.....	17
<i>Борисенко В.Д., Устенко С.А.</i> Моделювання кривих ліній з кубічною залежністю кривини від довжини дуги.....	21
<i>Борисенко В.Д., Устенко І.В.</i> Моделювання кривих у натуральній параметризації з синусоїдальною залежністю їх кривини від довжини дуги.....	24
<i>Комяк В.М., Данілін О.М.</i> Алгоритм побудови умов неперитинання еліпсів.....	27
<i>Басік О.В.</i> Денне світло: світлові люки, шахти та тунелі.....	30
<i>Борисенко В.Д., Корчагіна О.О., Рябова А.С.</i> До побудови перехідних кривих залізничного шляху.....	33
<i>Приходько С.Б., Приходько Н.В., Кудін О.О., Кошовий Д.В.</i> Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними тривалості робіт з розробки 3D-моделей секцій корпусів суден.....	36
<i>Холковський Ю.Р.</i> Дискретно-інтерполяційний метод моделювання стану багатопараметричних середовищ.....	38
<i>Коробко І.В., Драчук О.О.</i> Дослідження впливу параметрів потоку на вимірювальні перетворювачі витрати газу.....	40
<i>Зеленський О.В., Дармосюк В.М., Семенів О.Г.</i> Сума елементів мінімальної матриці показників.....	42
<i>Куценко Л.М., Шевченко С.М.</i> Дослідження математичного більярду у полі тяжіння між двома півплощинами.....	43
<i>Чайковська Є.Є., Андрієнко А.В.</i> Математичне моделювання конденсатора теплового насосу.....	46
<i>Зубенко В.М.</i> Удосконалення математичної моделі для розпізнавання фрагментів музичних творів та розробка програмного забезпечення для її реалізації.....	48

<i>Поздєєв В.О., Мельник О.В.</i> Математичне моделювання інформаційно-вимірювальної системи імпульсного тиску в рідких середовищах .....	50
<i>Мельник О.В.</i> Математичне моделювання впливу електророзрядного методу на продуктивність водозабірних свердловин .....	51
<i>Мельник О.В.</i> Математичне моделювання способу передачі гідроакустичних сигналів підводним апаратам.....	52
<i>Мельник О.В.</i> Математичне моделювання електророзрядної технології поліпшення якості литого металу .....	53
<i>Смірнов О.П., Мельник О.В.</i> Математичне моделювання розповсюдження хвилі тиску в рідині при електричному розряді.....	54
<i>Ісмаїлова Н.П.</i> Графічний спосіб профілювання евольвентного абочного зачеплення, що виключає інтерференцію.....	56
<i>Колосова О.П., Сідоров Д.Е., Колосов О.Є., Ванін В.В.</i> Аналіз процесу формування гофри з різними геометричними параметрами .....	58
<i>Колосова О.П., Сокольський О.Л., Колосов О.Є., Ванін В.В.</i> Особливості проектування профільних виробів складної геометричної форми з термопластичних композиційних матеріалів.....	68
<b>Секція 2. Інформаційні технології моделювання об'єктів, явищ і процесів</b>	78
<i>Антипова Е.А.</i> СППР для вибору оптимальних організаційних структур.....	79
<i>Коробко І.В., Писарець А.В.</i> Комп'ютерне моделювання роботи вимірювальних перетворювачів витрати рідини та газу із використанням CFD-технологій.....	81
<i>Гнатушенко В.В., Сердюк В.В.</i> Методика розпізнавання напівтонових цифрових зображень тексту .....	83
<i>Chuiiko G.P., Dvornik O.V., Shyian I.A.</i> Information technology in medicine: an example of a computer analysis of self-monitoring of blood glucose.....	85
<i>Тимофієва Н.К.</i> Про утворення геометричних форм у живій природі .....	87
<i>Приходько С.Б., Макарова Л.М., Смикодуб Т.Г., Ульянов К.К.</i> Побудова рівняння трансформованого еліпсу передбачення за даними трудомісткості програмних проєктів .....	89
<i>Любкевич К.О.</i> Метод одночасної навігації і побудови карти.....	91
<i>Березький О.М., Березька К.М., Ляшук С.В.</i> Аналіз результатів вступу абітурієнтів на основі методів просторової економетрики .....	93
<i>Ємельянов С.І., Погромська Г.С.</i> Візуалізація особливостей алгоритму визначення морфологічного типу скупчень галактик.....	95
<b>Секція 3. Комп'ютерна та програмна інженерія в сучасних умовах</b>	98
<i>Погромська Г.С., Махровська Н.А.</i> Програмна система для синтаксичного аналізу SQL-запитів.....	99
<i>Левчук В.В., Гунченко Ю.О., Ємельянов П.С.</i> Пристрій для побудови трійкових унарних функцій.....	102

<i>Устенко І.В., Вітіннік Д.С.</i> Деякі проблеми візуалізації графових структур.....	103
<i>Видойник Л.М., Кузьма К.Т.</i> Технологія GPON – переваги та перспективи.....	104
<i>Клюшніченко В.В., Кузьма К.Т.</i> Огляд обладнання для визначення технічного стану літій-іонних акумуляторів мобільних телефонів.....	106
<i>Рябова А.С., Кузьма К.Т.</i> Дослідження технологій побудови рекомендаційних систем.....	108
<i>Шилов І.А., Кузьма К.Т.</i> "Інтернет речей": визначення концепції та перспективи розвитку.....	111
<i>Мартиненко В.С., Кузьма К.Т.</i> Застосування метамоделей під час проектування структур баз даних.....	114
<i>Лукьянчиков С.Д., Євдокимов С.О.</i> Методи зберігання звукової інформації з втратами та без втрат.....	117
<i>Лукьянчиков С.Д., Геленко Ю.В.</i> Дослідження розвитку методів комп'ютерної іридіагностики.....	121
<i>Мельник В.А.</i> Моделювання роботи сферичного випромінювача для системи цифрового гідроакустичного зв'язку.....	124
<i>Мельник В.А., Хіврич Д.В.</i> Розробка програмного забезпечення системи реєстрації параметрів швидкоплинних процесів.....	126
<i>Мельник В.А., Євдокимов С.О.</i> Універсальний лабораторний стенд для цифрової обробки сигналів датчиків.....	128
<i>Мельник В.А.</i> Чисельне моделювання дифракції акустичної хвилі на неоднорідному циліндрі.....	130
<i>Мельник В.А.</i> Чисельне моделювання роботи вузькоспрямованного електрогідролічного випромінювача.....	131
<i>Лукьянчиков С.Д., Некрилов Д.І.</i> Підсистема аналізу паливно-енергетичних ресурсів для потреб опалення та гарячого водопостачання.....	132
<i>Устенко С.А.</i> Виклик у керованому коді С# методів нащадків абстрактних класів із некерованого коду С++.....	134
<b>Секція 4. Системний аналіз та комп'ютерні науки в сучасних умовах</b>	137
<i>Тулущенко Г.Я., Шувльженко М.А., Титаренко Ю.В.</i> Дослідження явища типу Гіббса при інтерполяції за схемою Ерміта сигмоїдальних кривих.....	138
<i>Kovalenko A.E.</i> System state space complexity of typical diagnosis structures for PMC-model.....	140
<i>Махровська Н.А., Броніцька Т.О.</i> Комбінаторні алгоритми у програмуванні.....	142
<i>Лахижа Р.М.</i> Аналіз ефективності існуючих методів та моделей розпізнавання об'єктів.....	144
<b>Автори</b>	146
<b>Організації</b>	152
<b>Географія</b>	153

## Шановні колеги!

Редакційна колегія наукового журналу "Геометричне моделювання та інформаційні технології" ([gmit.sj@gmail.com](mailto:gmit.sj@gmail.com), [publish.mnu@i.ua](mailto:publish.mnu@i.ua)) запрошує до публікації статей в номері 1 (5) (строк подачі до 1 квітня 2018 року):

- свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ №22102-12002Р;
- ISSN 2524-0978 (print), ISSN 2520-2820 (online);
- <https://goo.gl/rj2bht> (Google Scholar).

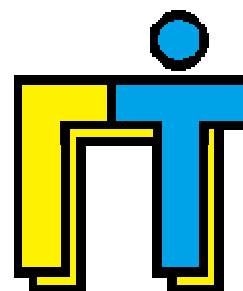


## ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ в моделюванні об'єктів, явищ і процесів

### AGIT-2017

**Збірник матеріалів  
конференції**

Головний редактор, відповідальний за випуск С.А. Устенко  
Дизайн обкладинки Г.В. Пилявська



Підписано до друку \_\_. \_\_. 2017 р. Формат 60×94/16. Папір офсетний. Друк цифровий. Ум. друк. арк. 7,0. Тираж 100. Зам. № \_\_ від \_\_. \_\_. 2017 р.

Надруковано ФОП Швець В.М.  
тел. (0512) 50-04-48

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 5078 від 01.04.2016 р.



Міністерство освіти і науки України  
Миколаївський національний університет  
імені В.О. Сухомлинського  
Українська асоціація з прикладної  
геометрії

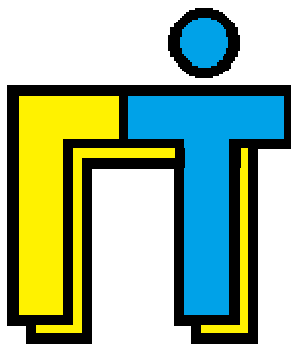
## ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

в моделюванні об'єктів, явищ і  
процесів

APPLIED GEOMETRY AND  
INFORMATION TECHNOLOGIES  
in scene, object and process modelling

# AGIT-2018

III Всеукраїнська  
науково-практична конференція



Миколаїв 2018  
17-19 жовтня

Кафедра комп'ютерної інженерії

Шановні колеги!

17-19 жовтня 2018 року



в Миколаївському національному університеті імені В.О. Сухомлинського на базі кафедри комп'ютерної інженерії механіко-математичного факультету відбудеться III Всеукраїнська науково-практична конференція "Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів".

Метою конференції є представлення матеріалів досліджень присвячених геометричному, математичному та комп'ютерному моделюванню об'єктів, явищ і процесів у виробництві та експериментальних дослідженнях, а також матеріалів теоретичних та експериментальних досліджень в галузі створення і впровадження інформаційних технологій в напрямку автоматизації, системного аналізу, комп'ютерної та програмної інженерії.

Основні питання (секції), що пропонуються для обговорення:

1. Геометричне, математичне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ і процесів.
2. Інформаційні технології моделювання об'єктів, явищ і процесів.
3. Комп'ютерна та програмна інженерія в сучасних умовах.
4. Системний аналіз та комп'ютерні науки в сучасних умовах.

Робочі мови конференції:

1. Українська.
2. Англійська.
3. Російська.

Форма участі:

- очна;
- заочна.

### Адреса організаційного комітету:



кафедра комп'ютерної інженерії,  
Миколаївський національний університет  
імені В.О. Сухомлинського,  
вул. Нікольська, 24, м. Миколаїв, 54030

0 (512) 37-88-09      0 (512) 71-30-25  
0 (63) 479-90-61      0 (94) 943-60-25

[mnu.csn@gmail.com](mailto:mnu.csn@gmail.com)  
[ustenko.s.a@gmail.com](mailto:ustenko.s.a@gmail.com)



Міністерство освіти і науки України  
Миколаївський національний університет  
імені В.О. Сухомлинського  
Українська асоціація з прикладної  
геометрії

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МОДЕЛЮВАННІ

INFORMATION TECHNOLOGIES  
IN MODELLING

# ITM-2018

III Всеукраїнська науково-практична  
конференція студентів, аспірантів  
та молодих вчених



Миколаїв 2018  
22-23 березня

Кафедра комп'ютерної інженерії

Шановні колеги!

22-23 березня 2018 року



в Миколаївському національному університеті імені В.О. Сухомлинського на базі кафедри комп'ютерної інженерії механіко-математичного факультету відбудеться III Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених "Інформаційні технології в моделюванні".

Темою конференції є моделювання різноманітних об'єктів, явищ і процесів з використанням інформаційних технологій.

Основні питання (секції), що пропонуються для обговорення:

1. Геометричне, математичне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ і процесів.
2. Інформаційні технології моделювання об'єктів, явищ і процесів.
3. Комп'ютерна та програмна інженерія в сучасних умовах.
4. Підготовка наукових та педагогічних кадрів з інформаційних технологій.

Робочі мови конференції:

1. Українська.
2. Англійська.
3. Російська.
4. Німецька.
5. Польська.

Форма участі:

- очна;
- заочна.

### Адреса організаційного комітету:



кафедра комп'ютерної інженерії,  
Миколаївський національний університет  
імені В.О. Сухомлинського,  
вул. Нікольська, 24, м. Миколаїв, 54030

0 (512) 37-88-09      0 (512) 71-30-25  
0 (63) 479-90-61      0 (94) 943-60-25

[mnu.csn@gmail.com](mailto:mnu.csn@gmail.com)  
[ustenko.s.a@gmail.com](mailto:ustenko.s.a@gmail.com)