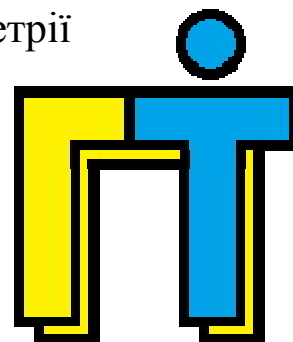


19-21  
● ЖОВТНЯ  
2016

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

**ЗБІРНИК  
МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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



Всеукраїнська науково-практична конференція

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

APPLIED GEOMETRY AND  
INFORMATION TECHNOLOGIES  
in scene, object and process modelling

**AGIT-2016**

**Збірник матеріалів  
конференції**

Миколаїв 2016  
19-21 жовтня

УДК 514.8+519.87+004

ББК 32.81+30в6

П 75

Всеукраїнська науково-практична конференція

# ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ в моделюванні об'єктів, явищ і процесів **AGIT-2016**

## Рецензенти:

**Ніцин О.Ю.**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри геометричного моделювання та комп'ютерної графіки Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут";

**Черніков О.В.**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної та комп'ютерної графіки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

*Рекомендовано вченою радою Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського (протокол № 6 від 18.10.2016 року)*

П 75 **Прикладна геометрія та інформаційні технології в моделюванні об'єктів, явищ і процесів**: Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (19-21 жовтня 2016 р., м. Миколаїв). – Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2016. – 118 с.

У збірнику представлені матеріали 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 19-21 жовтня 2016 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

© МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2016

## Секція 1

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

УДК 519.876

**Коваленко И.И.**

профессор кафедры программного обеспечения автоматизированных систем

**Антипова Е.А.**

аспирантка кафедры программного обеспечения автоматизированных систем

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (г. Николаев)

## **МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ЛИНЕЙНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ КРУПНЫМ НАУКОЕМКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

*Эта работа посвящена построению аналитической модели информационных потоков на высших уровнях иерархии линейно-функциональной организационной структуры управления крупным наукоемким предприятием, что даст возможность оценивать количественные характеристики таких потоков, а также оптимизировать информационную нагрузку менеджеров высшего звена. В работе было дано определение информационного потока и рассмотрены его характеристики. Для получения количественных оценок характеристик информационных потоков была построена модель, которая представлена интенсивностью потока информации, количеством и ценностью информации. Так как на практике довольно затруднительно воспользоваться формулами определения ценности информации, был сделан вывод, что при построении аналитической модели следует учитывать только интенсивность потока и количество информации.*

*Ключевые слова:* линейно-функциональные организационные структуры; информационные связи; интенсивность потока; количество информации; ценность информации.

**Постановка проблемы.** Линейно-функциональные организационные структуры (ЛФОС) управления современными наукоемкими предприятиями, с одной стороны, характеризуются строгой иерархичностью, с другой стороны, структуры существенно отличаются по числу входящих в них подразделений (отделов, управлений, цехов, участков и др.), что может свидетельствовать о неравномерном распределении технологической, управленческой, коммуникационной и др. информации. Анализ информационной нагрузки на элементы ЛФОС, особенно верхних уровней иерархии (топ-менеджер, менеджеры высшего звена) с целью ее оптимизации, возможен с помощью моделей, которые определяют, характеризуют и оценивают информационные потоки в таких структурах.

**Анализ публикаций и последних достижений.** Вопросам разработки моделей и методов анализа и управления информационными потоками, информационными ресурсами, информационными процессами посвящен ряд публикаций последних лет. В работе [1] рассмотрены принципы построения системы контроля и управления организационными процессами с учетом накопленной информации. Работа [2] посвящена разработке модели информационных потоков в автоматизированных системах управления с

применением теории случайных процессов. В работах [3,4] рассмотрен метод интеллектуального управления информационными ресурсами промышленного предприятия и рассматриваются основные информатики. В то же время число публикаций, посвященных вопросам моделирования информационных потоков в ЛФОС, по-видимому, является недостаточным.

**Цель работы.** Работа посвящена построению аналитической модели информационных потоков на высших уровнях иерархии ЛФОС управления крупным наукоемким предприятием, что даст возможность оценивать качественные и количественные характеристики таких потоков, а также оптимизировать информационную нагрузку менеджеров высшего звена.

**Изложение основного материала.** Предварительно необходимо дать определение информационного потока и рассмотреть его характеристики.

Под информационным потоком ( $I_{\Pi}$ ) будем понимать случайный массив информационных сообщений, который определяется интенсивностью и количеством информации на определенном временном интервале, а также характеризуется наличием информационных связей, видами и формами представления информации. Данное определение позволяет описать  $I_{\Pi}$  рядом моделей аналитического характера. Данное определение позволяет описать модель в общем виде следующей системой кортежей:

$$\begin{aligned} I_{\text{ис}} &= \langle I_{\text{в}}, I_{\text{г}}, I_{\text{вн}} \rangle, \\ I_{\Pi} &\Rightarrow I_{\text{ви}} = \langle I_{\text{т}}, I_{\text{к}}, I_{\text{у}} \rangle, \\ I_{\text{фпи}} &= \langle I_{\text{бн}}, I_{\text{мн}}, I_{\text{вб}} \rangle. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь:  $I_{\text{ис}}$  – кортеж информационных связей, который в соответствии с ЛФОС представлен следующими составляющими: вертикальные ( $I_{\text{в}}$ ), горизонтальные ( $I_{\text{г}}$ ) и внешние ( $I_{\text{вн}}$ ) связи;  $I_{\text{ви}}$  – кортеж видов информации: технологическая ( $I_{\text{т}}$ ), коммуникационная ( $I_{\text{к}}$ ), управленческая ( $I_{\text{у}}$ );  $I_{\text{фпи}}$  – кортеж форм представления информации: на бумажных носителях ( $I_{\text{бн}}$ ), магнитных носителях ( $I_{\text{мн}}$ ), вербальная информация ( $I_{\text{вб}}$ ).

Наличие вертикальных информационных связей ( $I_{\text{в}}$ ) определяется иерархичностью организационной структуры и взаимным подчинением ее элементов (подразделений), выполняющих определенные производственные задания. Информационные потоки в таких связях несут в себе сообщения, представленные содержимым приказов, распоряжений, инструкций и других нормативных документов. Горизонтальные связи ( $I_{\text{г}}$ ) обусловлены взаимодействием различных подразделений, которое направлено на достижение единой цели, и обеспечивается должностными инструкциями, положениями об отделе (подразделении), регламентами и т.п. В основе

внешних информационных связей ( $I_{вн}$ ) лежит взаимодействие с министерствами и ведомствами, государственными административными органами и др.

Модель, представленная выражением (1) дает возможность получать общую характеристику информационных потоков в ЛФОС и оценить их на качественном уровне.

Вместе с тем, для получения количественных оценок характеристик информационных потоков, необходимо рассмотреть аналитическую модель  $I_{ам}$ , которую можно представить следующим кортежем:

$$I_{ам} = \langle I_{иип}, I_{кип}, I_{ци} \rangle, \quad (2)$$

где  $I_{иип}$  – интенсивность информационного потока, которая с позиции случайных потоков (процессов) определяется величиной  $\lambda$  (средним числом поступающих сообщений в единицу времени);  $I_{кип}$  – количество информации потока, определяемого энтропией  $H$ :

$$I_H = H(x) = \sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i), \quad (3)$$

где  $n$  – количество возможных сообщений (в примере  $n = \lambda$ , среднее число сообщений в единицу времени);  $I_{ци}$  – ценность информации, для нахождения которой может быть применена мера ценности Бонгарда и Харкевича:

$$I_{ци} = \log_2 \frac{P}{p}, \quad (4)$$

где  $P$  – вероятность достижения цели после получения информации;  $p$  – вероятность достижения цели до получения информации, зависит от полного количества информации  $I_H$ , определяется по формуле  $p = 2^{-I_H}$ .

Указанная выше формула ценности информации даёт и количество ценной информации. Например, если  $P=1$ , а  $p=1/n$  (т.е. априорная информация отсутствует), то  $I_{ци} = \log_2 n$  – максимальное количество информации в данной ситуации [6].

Однако практически воспользоваться приведенными формулами в реальных случаях управления довольно сложно. Во-первых, трудности могут возникнуть при подсчете вероятностей. Во-вторых, вероятности достижения цели до и после получения информации могут быть одинаковыми. В этом, как и в других случаях, сравнивать варианты достижения цели может оказаться полезным не по вероятностям, а по каким-то иным критериям, например, по времени. В общем случае этот выбор может быть многокритериальным, т.е. сравниваться должны не отдельные параметры, а изменения целевой функции

многих параметров. В-третьих, для работы с приведенными формулами должна рассматриваться фиксированная цель, в то время как информация может использоваться для оценки и выбора целей. И наконец, недостатком является и то, что при использовании приведенных формул задача должна просчитываться до конца (до цели), что не всегда возможно.

**Выводы.** Для получения количественных оценок характеристик информационных потоков в данной работе была рассмотрена аналитическая модель. Так как на практике невозможно воспользоваться формулами определения ценности информации, при построении аналитической модели следует учитывать только интенсивность потока и количество информации для определения наиболее загруженных менеджеров высшего звена и последующей оптимизации их информационной нагрузки.

### Список использованной литературы

1. **Белов, А.А.** Модульное построение автоматизированной системы управления организационными процессами [Текст] / А.А. Белов, А.В. Гвоздев // Вестник ИГЭУ. – Иваново : ИГЭУ, 2007. – №3. – с.1–6.
2. **Варламов, І.Д.** Модель інформаційних потоків автоматизованих систем управління [Текст] / І.Д. Варламов, С.С. Гаценко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – Київ : НУОУ, 2014. – №3(21). – с.5–10.
3. **Вентцель, Е.С.** Теория случайных процессов и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М. : Наука, 1991. – 384с.
4. **Фридланд, А.Я.** Основные ресурсы информатики [Текст] / А.Я. Фридланд. – М.: Астрель, 2005. – 283 с.
5. **Ларичев, О.И.** Теория и методы принятия решений [Текст] / О.И. Ларичев. – М.: Логос, 2000. – 296 с.
6. **Чернавский, Д.С.** Синергетика и информация (динамическая теория информации) [Текст] / Д.С. Чернавский. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.

*Матеріали надійшли: 20.09.2016*



УДК 514.18

**Літніцький С.І.**асистент кафедри основ архітектурного проектування, конструювання і графіки  
Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

## **НАБЛИЖЕНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМНОЇ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕНОЇ КОНІЧНОЇ ПОВЕРХНІ**

*Розроблено алгоритм визначення впорядкованого ряду точок апроксимуючої напрямної дискретно представленої конічної поверхні. Точки напрямної були впорядковані за кутовим відхиленням між інцидентними цим точкам твірними і зв'язками сіткових ліній у відповідних їм точках.*

*Ключові слова: дискретно представлена конічна поверхня, напрямна, твірна.*

**Постановка проблеми.** Нехай конічна поверхня представлена точковим каркасом в межах деякого відсіку і координати вершини конуса є відомими. Тоді отримаємо твірні цієї поверхні, провівши прямі лінії через точки відсіку і вершину конуса. Рухаючи точки відсіку вздовж твірних, ми зможемо отримати координати точок поверхні за межами заданого відсіку. Проте інформація про поверхню буде відома лише вздовж цих твірних. Якщо ж вдалося б певним чином отримати дискретно представлену напрямну поверхні, то це дозволило б відтворити конічну поверхню більш детально. Для цього можна використати методи дискретної інтерполяції і загустити ряд твірних до необхідної точності. Також для дискретно представленої напрямної можна виконати згладжувальну сплайн-інтерполяцію. В такому випадку ми зможемо отримати апроксимуюче рівняння континуально заданої напрямної.

**Формулювання цілей.** В роботі поставлено мету – розробити алгоритм визначення впорядкованого ряду точок апроксимуючої напрямної дискретно представленої конічної поверхні.

**Основний матеріал.** Визначаємо апроксимуючу дискретно представлену плоску напрямну конічної поверхні. Для цього був використаний той факт, що усі твірні конічної поверхні проходять через її вершину, а значення кута, обчисленого між суміжними парами твірних, змінюється плавно.

Алгоритм наближеного визначення дискретно представленої плоскої напрямної конічної поверхні складається з таких дій.

1. Визначаємо координати точок цієї напрямної. Для цього проводимо твірні через апроксимуючу вершину поверхні і усі точки ДПП. Задаємо площину, яка не проходить через вершину конуса і перетинається з усіма твірними. Визначаємо координати точок, в яких твірні перетинають площину.

2. Впорядковуємо направляючі вектори твірних конічної поверхні, отримані у пункті 1, і відповідні їм точки напрямної та точки заданої ДПП.

2.1. Визначаємо найбільш віддалену від інших точку напрямної. Для цього для кожної точки обчислюємо суму відстаней між цією точкою і усіма іншими точками.

2.2. Кривина вздовж напрямної конічної поверхні змінюється плавно,

тому кутове відхилення між суміжними твірними буде невелике. Використовуючи цю властивість, впорядковуємо усі інші направляючі вектори апроксимуючих твірних і відповідні для них точки напрямної та точки ДПП: направляючі вектори впорядковуються за мінімальним кутовим відхиленням між крайньою впорядкованою твірною і твірними, побудованими в точках ДПП, інцидентних точкам уже впорядкованих твірних. Якщо під час цих дій умовно ділити відсік на точки з впорядкованими твірними і точки – з не впорядкованими, то окремі точки або групи точок можуть бути пропущені. Ці точки не мають жодної сіткової лінії, яка була б інцидентна частині відсіку з не впорядкованими твірними. Якщо це трапляється, то у даному підпункті алгоритму апроксимуючі твірні, що відповідають цим точкам, більше не використовуються.

2.3. Доповнюємо впорядкований ряд направляючих векторів апроксимуючих твірних пропущеними векторами.

2.3.1. Даний підпункт виконується тоді, коли перша впорядкована точка ДПП має сітковий зв'язок з пропущеними точками. В іншому випадку переходимо одразу до підпункту 2.3.2. Впорядковуємо пропущені точки, що мають сітковий зв'язок з точкою ДПП, яка відповідає найбільш віддаленій від інших точок напрямної і першому за порядком направляючому вектору впорядкованого ряду твірних. Процес впорядкування є аналогічним описаним у підпункті 2.2 діям. Після виконання цих дій доповнюємо впорядкований ряд направляючих векторів, отриманих у підпункті 2.2, впорядкованим рядом векторів, отриманим у підпункті 2.3.1. Додаємо по черзі відповідні підпункту 2.3.1 вектори на початок списку векторів, підпункту 2.2.

2.3.2. Впорядковуємо решту пропущених у підпункті 2.2 точок. Серед точок, пропущених у підпункті 2.2, визначаємо точку з найбільшою кількістю інцидентних їй не пропущених точок відсіку ДПП. Серед векторів впорядкованого ряду визначаємо пари суміжних векторів, у яких фігурують вектори, що відповідають точкам околу вибраної точки. Для кожної вибраної пари векторів обчислюємо суму кутових відхилень між кожним з двох векторів і вектором, що відповідає досліджуваній точці. Визначаємо мінімальну суму кутових відхилень. Розміщаємо досліджуваний напрямний вектор між векторами, що відповідають цій найменшій сумі. Ця операція виконується по черзі для кожного з пропущених векторів.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Розроблено алгоритм наближеного визначення апроксимуючої плоскої напрямної дискретно представленої кінчної поверхні. Надалі напрямну можна загустити методами дискретної інтерполяції. Також для твірної можна виконати згладжувальну сплайн-інтерполяцію і отримати рівняння апроксимуючої континуально заданої поверхні. В подальшому планується розробити алгоритми наближеного визначення визначників інших дискретно представлених поверхонь.

*Матеріали надійшли: 25.09.2016*

УДК 549(477)

**Баранецька О.Р.**

доцент кафедри нарисної геометрії та графіки

Інститут прикладної математики та фундаментальних наук, Національний університет "Львівська політехніка"

**Білик Н.Т.**

асистент кафедри мінералогії

Львівський національний університет імені Івана Франка

**Шевчук А.О.**

старший викладач кафедри нарисної геометрії та графіки

Інститут прикладної математики та фундаментальних наук, Національний університет "Львівська політехніка"

## **УМОВИ ГЕОМЕТРИЧНОГО ФОРМУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ІНДИВІДІВ ТА АГРЕГАТІВ (ДВІЙНИКІВ)**

Кристали в процесі росту при рівноважних умовах набувають природну форму багатогранників з плоскими гранями. Багатогранник, що утворює "одяг" кристалу, називається формою. Монокристали – випуклі багатогранники. В таких багатогранниках внутрішня частина це кристалічний простір, а зовнішня – середовище. Багатогранники, у яких всі грані кристалографічно рівні між собою, називаються простою формою. Проста форма – геометричний образ, який дає можливість описати кристалографічний багатогранник і являє собою сукупність граней, пов'язаних між собою елементами симетрії. Кристали ізометричні, тобто мають приблизно однакові розміри по довжині, товщині і ширині.

В умовах, що змінюються, форма кристалів, зазвичай, еволюціонує. Головним фактором, що викликає зміну морфології кристалів є хімізм середовища мінералоутворення і, зокрема, наявність домішок поверхнево-активних речовин. При однаковому хімізмі середовища еволюція простих форм може бути зумовлена, наприклад, зміною пересичення. Так в системі  $\text{CaF}_2 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$  при зменшенні пересичення спостерігалась еволюція простих форм кристалів флюориту (який кристалізується у кубічній сингонії) від октаедра до куба, в системі ж  $\text{CaF}_2 - \text{LiCl} - \text{H}_2\text{O}$ , навпаки від куба до октаедра.

Найбільшу інформацію про всі етапи зміни габітусу кристалів несуть зональні індивіди "фантоми". При вирощуванні кристалів в лабораторних умовах експериментатор має справу з формою кристалу, що практично не еволюціонує.

Двійники – це особливий тип відношення між двома та більше рівноправними кристалами в зростку. Двійником називають закономірний зросток двох або кількох кристалів однієї і тієї ж речовини за певними законами симетрії. Можна вказати на загальну тенденцію в світі кристалічної речовини: чим нижча симетрія кристалу, тим, в загальному, більша ймовірність утворення у нього двійників і тим більше різноманітності буде спостерігатися в законах його двійникування.

Морфологія, або зовнішня форма агрегатів, що утворюються внаслідок евтектичної кристалізації, залежить від багатьох факторів. Морфологія, або зовнішня форма, евтектичних зростків зазвичай визначається кристаломорфологічними особливостями компонента кількість якого переважає. Цей компонент (або базова фаза) утворює скелетний кристалічний каркас, а в проміжках розміщуються (формуються) індивіди другого компоненту. Менший вплив на морфологію агрегату мають кристалографічні особливості другого компоненту.

На морфологію (зовнішню форму) евтектичних колоній суттєвий вплив мають домішки. Кристалізація евтектичного сплаву відбувається при певних фізико-хімічних умовах і при певному кінетичному режимі, що в сукупності відносно рідко реалізується в природних системах.

*Матеріали надійшли: 28.09.2016*

УДК 514.18

**Hladysh B.I.**

Ph.D student

Taras Shevchenko National University of Kyiv

**DEFORMATIONS OF FUNCTIONS  
WITH ISOLATED CRITICAL POINTS  
ON THE BOUNDARY OF THE SURFACE**

*This work is devoted to a topological structure of functions on the surface, which also change with the time variable. These changes are called deformations of functions, which can be gotten during mathematical modeling like function of temperature, density, brightness etc.*

*Key words: deformation, function, isolated critical point, boundary.*

Let  $M$  – compact connected surface with one component of the boundary. We will consider the some specific class of functions  $\Omega = \{f: M \rightarrow \mathbb{R} \mid f \text{ is function with isolated critical points, which belong to the boundary of the manifold and also are critical points of restriction } f|_{\partial M} \text{ of these functions to the boundary}\}$ .

**Definition.** *Deformation* between functions  $f$  and  $g$ ,  $f, g \in \Omega$ , is the function  $F: M \times [0,1] \rightarrow \mathbb{R}$ , such that  $\forall x \in M: F(x, 0) = f(x), F(x, 1) = g(x)$  and  $\forall t \in [0,1] F(x, t) \in \Omega$ .

In work [1,2] was described chord diagrams in case of closed surface and surface with the boundary accordingly.

**Theorem.** If between critical points exists the deformation then this deformation corresponds some reconstruction of chord diagram, in result of which critical points can arise or disappear.

### References

1. **Kadubovkii, O.A.** Calculation of topologically non-equivalent smooth minimal functions on closed surfaces [Text] / O.A. Kadubovkii // Works of Institute of Mathematics of NAS of Ukraine. – 2015. – 12, #6. – P. 105-145.
2. **Hladysh, B.I.** Atoms of saddle critical level line of smooth functions on surface with the boundary [Text] / B.I. Hladysh // IX summer school "Algebra, Topology and Analysis" August 01-14, 2016, Odesa, Ukraine. – P. 76.

*Матеріали надійшли: 28.09.2016*

УДК 004.94

**Чайковська Є.Є.**

доцент кафедри теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики

**Матвієнко Н.О.**

студентка

Одеський національний політехнічний університет

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ НА БІОДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ**

*Запропоновано структурну схему математичного моделювання динаміки теплообмінника контуру охолодження двигуна когенераційної системи на біодизельному паливі щодо здобуття еталонної оцінки зміни температури місцевої води для узгодження виробництва та споживання енергії.*

*Ключові слова: математичне моделювання, когенераційна система.*

**Постановка проблеми.** Використання біодизелю в когенераційних технологіях для виробництва як електричної енергії, так і теплоти від одного первинного джерела енергії надає можливість реалізації за "зеленим тарифом" додатково виробленої енергії при безперервному виробництві біодизелю.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Запропоновані системи підтримки функціонування біодизельних установок, в тому числі й інформаційні, не враховують значну теплову акумулюючу ємність масла та базуються на вимірюванні температури масла щодо зміни витрати масла для підтримки процесу етерифікації, що може порушити необхідний баланс потоків для забезпечення постійного виходу біодизелю [1]. В роботі [2] представлена технологія підтримки функціонування біодизельної установки з використанням зміни поверхні теплообміну теплообмінника підігріву масла на основі теплоти біодизелю, що надає можливість, наприклад, при виробництві 12000 л/добу біодизелю зменшити собівартість виробництва біодизелю та термін окупності біодизельної установки до 30 %. Здобуто економію умовного палива – 19,28 т у. п. на рік.

**Мета роботи.** Розробити структурну схему комплексного математичного моделювання динаміки теплообмінника контуру охолодження двигуна когенераційної системи щодо здобуття еталонної оцінки зміни температури місцевої води при зміні споживання теплоти.

**Основна частина.** Запропоновано архітектуру когенераційної системи, що має у своєму складі основу – інтегровану динамічну підсистему, яка включає теплообмінник контуру охолодження двигуна когенераційної системи,

біодизельну установку та теплообмінник для підігріву масла біодизелем. Отримана передатна функція за каналом: "температура місцевої води – температура теплоносія, що гріє", контуру охолодження двигуна щодо аналітичної оцінки зміни температури місцевої води як у часі, так і вздовж просторової координати осі теплообмінника. Для здобуття гранично припустимої оцінки зміни температури місцевої води розроблено структурну схему, що представлена для вихідних даних когенераційної системи з використанням біодизельної установки продуктивністю 24000 л/добу біодизелю (рис. 1). В межах запропонованої циклічної структури для підігріву місцевої води з 30<sup>0</sup>С до 55<sup>0</sup>С встановлено наступні рівні функціонування теплообмінника контуру охолодження двигуна щодо зміни температури теплоносія, що гріє, на вході в теплообмінник та на виході з теплообмінника: перший рівень: 95<sup>0</sup>С – 75<sup>0</sup>С; другий рівень: 95<sup>0</sup>С – 72,78<sup>0</sup>С; третій рівень: 95<sup>0</sup>С – 70<sup>0</sup>С, четвертий рівень: 95<sup>0</sup>С – 66,43<sup>0</sup>С, які відповідають зміні параметрів теплообміну та поверхні теплообміну щодо зміни кількості пластин теплообмінника: 60, 40, 34, 28, відповідно.

**Висновки.** Еталонна інформація, що здобута на основі розробленої структурної схеми, дозволяє приймати рішення на зміну кількості пластин теплообмінника при вимірюванні температури теплоносія, що гріє, на виході із теплообмінника. Такий підхід надає можливість зменшити собівартість виробництва електричної енергії та теплоти до 30 % за рахунок додаткового функціонування когенераційної системи.

**Перспектива подальших досліджень.** Розробка інтегрованої системи зміни температури місцевої води в узгодженні із системою підтримки температури підігріву масла біодизелем [2] при зміні споживання теплоти для біодизельної установки продуктивністю 24000 л/добу біодизелю.

### Список використаної літератури

1. **Xiong, H.** Biodiesel Remote Monitoring System Design Based on IOT [Text] / H. Xiong, X. Guo, W. Xie. – Lecture Notes in Computer Science, 2015. – P. 750-756. doi:10.1007/978-3-319-15554-8\_65.
2. **Чайковська, Є.Є.** Розробка енергозберігаючої технології підтримки функціонування біодизельної установки у складі когенераційної системи [Текст] / Є. Є. Чайковська // Восточно-Европейский журнал передових технологий. – 2016. – Т. 1, № 8 (79). – С.4–10. doi: 10.15587/1729-4061.2016.59479.

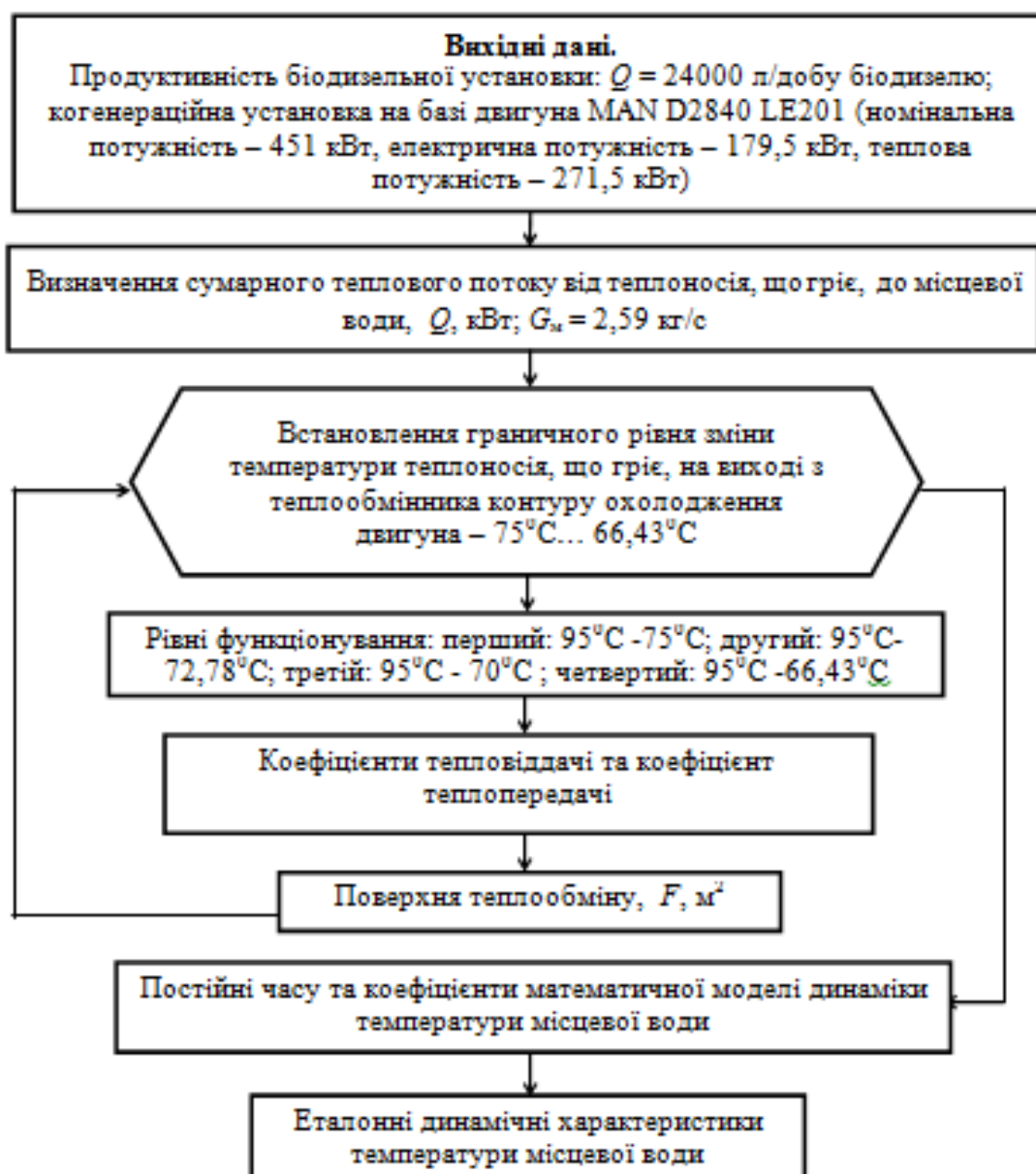


Рис. 1. Структурна схема комплексного математичного моделювання динаміки теплообмінника контуру охолодження двигуна;  
 $G_m$  – витрата місцевої води, кг/с.

Матеріали надійшли: 29.09.2016



УДК 004.94

**Борисенко М.Ю.**

викладач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

**Бойчук О.В.**

старший викладач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

**Борисенко І.А.**

вчитель-методист

**Роговцов Ю.О.**

учень 11 класу, член Малої академії наук України

Миколаївський муніципальний колегіум імені В.Д. Чайки

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ТОНКИХ ПЛАСТИН З РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ**

При проектуванні і будівництві інженерних споруд широко використовують пластини різної форми з різними варіаціями їх закріплення. Для забезпечення надійності таких конструкцій необхідно проводити розрахунок її елементів на здатність витримувати різні динамічні навантаження, які можуть спричинити руйнівне явище резонансу, тому визначення частот і форм вільних коливань таких елементів як пластини є актуальною проблемою механіки.

Комп'ютерне моделювання та чисельний розрахунок проводилися методом скінченних елементів реалізований на ліцензійному програмному засобі FEMAP з розв'язувачем NX Nastran [2]. Для розв'язання поставленої задачі побудована геометрія квадратної пластинки сталої товщини  $d = 1$  мм, розмірами  $a = 80$  мм та  $b = 80$  мм. В якості ізотропного матеріалу обирались три різних метала: сталь 40X (модуль Юнга  $E = 214$  ГПа, коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,32$ , густина  $\rho = 7820$  кг/м<sup>3</sup>), алюміній (модуль Юнга  $E = 71$  ГПа, коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,34$ , густина  $\rho = 2710$  кг/м<sup>3</sup>), мідь (модуль Юнга  $E = 110$  ГПа, коефіцієнт Пуассона  $\nu = 0,35$ , густина  $\rho = 8920$  кг/м<sup>3</sup>). Моделі жорстко закріплювались в центрі мас, тому граничні умови можна представити наступним чином:  $u_C = v_C = w_C = \varphi_{xC} = \varphi_{yC} = \varphi_{zC} = 0$ . Розбивка проводилась скінченними елементами розміром 1 мм.

В результаті дослідження розв'язана задача на визначення частот вільних коливань квадратної пластини з вільними краями [1], яка показала добру узгодженість отриманих результатів з результатами отриманими іншими авторами, що дає змогу зробити висновок про ефективність запропонованого підходу.

### **Список використаної літератури**

1. **Мелешко, В.В.** Изгибные колебания упругих прямоугольных пластин со свободными краями: от Хладни (1809) и Ритца (1990) до наших дней [Текст] / В.В. Мелешко, С.О. Папков // Акустичний вісник. – 2009. – 12, № 4. – С. 34-51.
2. **Рудаков, К.Н.** FEMAP 10.2.0. Геометрическое и конечно-элементное моделирование конструкций [Текст] / К.Н. Рудаков. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – 317с.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 004.855.5::517.521.15

**Алтухова Т.В.**

аспірант

Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ "ДонНТУ" (Україна)

## **ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ЗВОРОТНЬОГО ПОШИРЕННЯ ПОХИБКИ ДЛЯ АПРОКСИМАЦІЇ БАГАТОВИМІРНИХ НЕЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ СТЕПЕНЕВИМИ РЯДАМИ**

*Дана робота присвячена питанню застосування алгоритму зворотного поширення похибки задля оптимізації значень коефіцієнтів багатовимірного функціонального ряду Тейлора з метою підвищення точності ідентифікації та апроксимації багатовимірних нелінійних об'єктів систем керування.*

*Ключові слова: багатомірний нелінійний об'єкт, ряд Тейлора, штучна нейронна мережа, ідентифікація, метод зворотного поширення похибки.*

Сучасні розробки вітчизняних і закордонних вчених спрямовані на пошуки оптимальних топологій штучних нейронних мереж та їх алгоритмів тренування з огляду на універсальність застосування останніх в задачах автоматичного керування складними нелінійними об'єктами. На даний час відомо, що багато змінних стану не можуть бути ідентифіковані або виміряні класичними способами, тому вирішення даної задачі полягає у використанні методів теорії наближення функцій степеневими рядами разом із методами теорії штучного інтелекту, що дасть можливість зекономити обчислювальні ресурси за рахунок оптимізації структури степеневого ряду.

Аналіз вітчизняних і закордонних публікацій виявив, що питанню ідентифікації нелінійних багатовимірних об'єктів (НБО) систем керування присвячено багато наукових праць і досліджень [1, 2, 3], але питання застосування методів теорії штучного інтелекту у симбіозі із теорією функціональних степеневих рядів, зокрема із рядами Тейлора для багатовимірного випадку, не висвітлено в достатній мірі.

Головна мета дослідження полягає в застосуванні алгоритму зворотного поширення похибки для оптимізації коефіцієнтів багатовимірного ряду Тейлора для того, щоб покращити апроксимаційні характеристики останнього, а це повинно довести доцільність такого симбіозу у питаннях підвищення точності ідентифікації багатовимірних нелінійних об'єктів систем керування.

Для детального аналізу було представлено розвинення цільової функції багатьох змінних у вигляді багатовимірного функціонального ряду Тейлора. В результаті дослідження було виявлено, що після тренування отриманої

нейронної мережі шляхом послідовного пред'явлення вхідних образів з одночасним підстроюванням вагових коефіцієнтів через алгоритм зворотного поширення похибки, було досягнуто бажаний результат, де на визначеному проміжку коливання НБО значно зменшилися, тобто відносно відхилення від первісної цільової функції до тренування складало 54,4%, а після застосування алгоритму – 21,63%.

Звідси можна зробити висновок, що запропонований підхід оптимізації коефіцієнтів степеневого ряду є ефективним в задачах ідентифікації та апроксимації багатовимірних нелінійних об'єктів, що підтверджується отриманим результатом.

### Список використаної літератури

1. **Крючин, О. В.** Параллельные градиентные алгоритмы подбора весовых коэффициентов [Текст] / О. В. Крючин, Е. В. Вязова // Вестн. Тамб. ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. – 2013. – Т. 18, N 1. – С. 183-187.

2. **Царегородцев, В. Г.** Определение оптимального размера нейросети обратного распространения через сопоставление средних весов синапсов [Текст] / В.Г. Царегородцев // Материалы XIV Международной конференции по нейрокибернетике. – Ростов-на-Дону, 2005. – Т.2. – С. 60-64.

3. **Hui, S.-L.** (ed.) Artificial Neural Networks – Application [Text]. – Издательство InTech, 2011, – 598 p.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 515.2

**Легета Я.П.**

старший викладач кафедри технології машинобудування

Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

## АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС ЗА ПЕРЕДАВАЛЬНОЮ ФУНКЦІЄЮ ЦЕНТРОЇД НЕКРУГЛИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

*Наведено геометричне моделювання центроїд некруглих зубчастих коліс на основі їх аналітичного опису засобами пакету Maple.*

*Ключові слова: некруглі зубчасті колеса, передавальна функція, центроїди некруглих коліс, пакет Maple.*

Некруглі колеса зазвичай задаються: кутом обертання ведучої шестерні  $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ , кутом обертання веденої шестерні  $\varphi_2 = \varphi_2(t)$ , міжцентровою відстанню  $a = const$ . Крім того, задається функція передачі обертання  $\Phi(t)$  та її похідна  $\eta(t) = \frac{d\Phi}{dt}$  [1]. Коли кутові швидкості коліс визначаються формулами

$\frac{d\varphi_1}{dt} = \omega_1 = 1$  і  $\frac{d\varphi_2}{dt} = \omega_2 = \eta(t)$ , то передавальна функція визначається як

відношення похідних:  $\eta(t) = \frac{d\varphi_2}{dt} / \frac{d\varphi_1}{dt}$ , тобто  $\eta = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{R_1}{R_2}$ . Звідси

обчислюються миттєві радіуси передачі  $R_1(t) = \frac{a\eta(t)}{1+\eta(t)}$  і  $R_2(t) = \frac{a}{1+\eta(t)}$ . Сума

радіусів  $R_1$  і  $R_2$  центроїд у точці дотику  $R_1 + R_2 = a$ . Координати точки контакту центроїд:  $r_1 = [R \cos \Phi_1, R \sin \Phi_1]$ ;  $r_2 = [R \cos \Phi_2, R \sin \Phi_2]$ .

Використовуючи наведені формули в роботі розроблено алгоритм геометричного моделювання центроїд некруглих зубчастих коліс на основі їх аналітичного опису засобами математичного пакету Maple. Для цього залежно від функції  $\Phi(t)$  визначаємо змінні радіуси центроїд в точці їх контакту, в результаті чого визначаємо параметричні рівняння ведучого колеса:

$$x1 := \frac{a \left( \frac{d}{dt} \Phi(t) \right) \cos(t)}{1 + \left( \frac{d}{dt} \Phi(t) \right)}; \quad y1 := \frac{a \left( \frac{d}{dt} \Phi(t) \right) \sin(t)}{1 + \left( \frac{d}{dt} \Phi(t) \right)}. \quad (1)$$

та веденого колеса:

$$x2 := a - \frac{1 \cdot a \cos(\Phi)}{1 + \left( \frac{d}{dt} \Phi(t) \right)}; \quad y2 := \frac{a \sin(\Phi)}{1 + \left( \frac{d}{dt} \Phi(t) \right)}. \quad (2)$$

Для прикладу наведено результати побудови анімаційних кадрів пари центроїд зубчастих коліс нетрадиційної форми залежно від вигляду передавальної функції  $\Phi(t) = t + \left(\frac{1}{a} \cos \frac{nt}{4}\right)^{n_1} + \left(\frac{1}{b} \sin \frac{nt}{4}\right)^{n_2}$ .

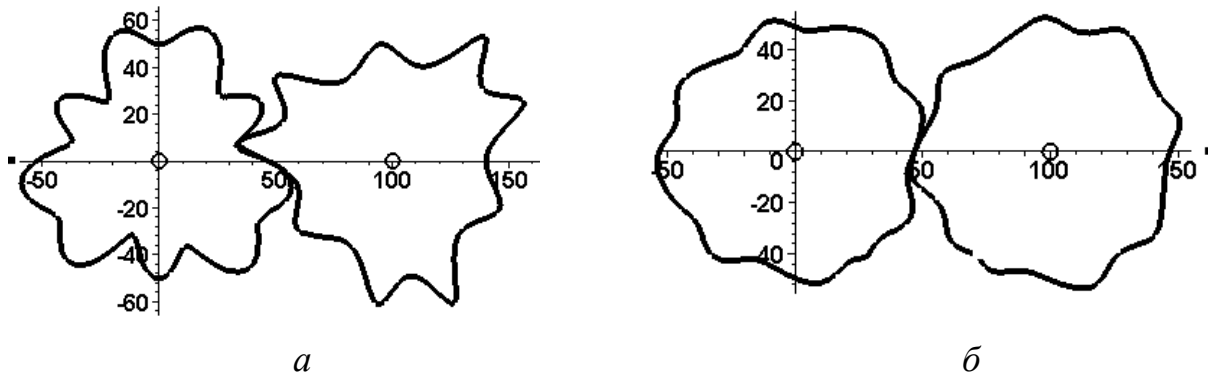


Рис. 1. Кадри анімації обертання пари центроїд залежно від параметрів:

а) при  $a = 3,5$ ;  $b = 2$ ;  $n = 12$ ;  $n_1 = 3$ ;  $n_2 = 3$ ;

б) при  $a = 3$ ;  $b = 2$ ;  $n = 11$ ;  $n_1 = 3$ ;  $n_2 = 5$ .

Отже, за допомогою математичного пакету Maple одержано аналітичний опис центроїд некруглих зубчастих коліс, що дозволяє визначати і аналізувати їх диференціальні характеристики в точці контакту.

### Список використаної літератури

1. **Литвин, Ф.Л.** Некруглые зубчатые колеса [Текст] / Ф.Л. Литвин. – М.: Машгиз, 1956. – 312 с.
2. **Легета, Я.П.** Опис та побудова спряжених центроїд некруглих зубчастих коліс [Текст] / Я. П. Легета // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Богдана Хмельницького, 2014. – Вип. 3. – С. 87-92.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 515.2

**Тютюнников С.В.**

старший викладач кафедри приладобудування

**Тютюнникова Г.С.**

старший викладач кафедри комп'ютерних систем та мереж

Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет"

## ГРАФІЧНО-АНАЛІТИЧНІ СПОСОБИ РОЗРАХУНКУ ВІДБИВАЮЧИХ ПАРКЕТОВАНИХ ПОВЕРХОНЬ

*Наведено графічно-аналітичні способи розрахунку відбиваючих систем, які дозволять спроектувати відбиваючі поверхні, що складаються із плоских фрагментів.*

*Ключові слова: відбиваюча крива та поверхня, гранична просторова крива, математичний більярд, сонячний концентратор.*

Розроблено метод обчислення координат точок "опорної" кривої на поверхні просторового відбивача з невласним джерелом променів, який би спирався на задану "граничну" просторову криву. На рис. 1 приведена схема відбиваючої системи, розташована в прямокутній системі координат  $O_{xyz}$ , де позначено:  $S(0, 0, H)$  – точку джерела випромінювання;  $T(x, y, z)$  – точку на відбиваючій поверхні;  $A(a, b, 0)$  – точку на приймачі відбитого променя.

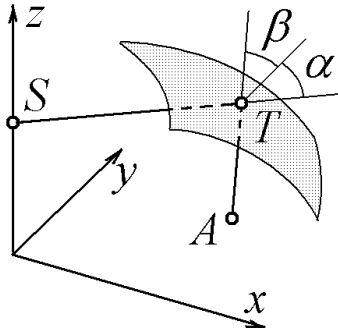


Рис. 1. Схема відбиваючої поверхні

Пошук форми відбиваючої поверхні виконується шляхом зведення розв'язку до еквівалентної системи звичайних диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{dx(s)}{ds} &= \frac{x(s)}{U} - \frac{x(s)-a}{V}, \\ \frac{dy(s)}{ds} &= \frac{y(s)}{U} - \frac{y(s)-b}{V}, \\ \frac{dz(s)}{ds} &= \frac{z(s)V - HV - z(s)U}{UV} \end{aligned} \quad (1)$$

$$U = \sqrt{x(s)^2 + y(s)^2 + (z(s)-H)^2}, \quad V = \sqrt{(x(s)-a)^2 + (y(s)-b)^2 + z(s)^2}.$$

Розглянемо криву, задану параметрично:  $X = f(t)$  і  $Y = g(t)$ , як відбиваючу криву математичного більярду на площині. Для функцій  $f(t)$  та  $g(t)$  існують похідні. При заданій початковій точці  $P$  і "кінцевій" точці  $Q$  необхідно знайти всі точки на відбиваючій кривій, що реалізує даний математичний більярд.

Схема відбиваючої системи представлена на рис. 2. Промінь, який виходить із точки  $P$ , після відбиття від "дзеркальної" кривої в точці  $T$ , повинен рухатись по лінії  $L4$  за законом фізики "кут падіння рівний куту відображення".

Визначення  $d_1$  як функції відомих координат положення початкової та кінцевої точок опису відбиваючої кривої та їх перших похідних запишеться в наступному вигляді:  $d_1(t) = d_1\left(P_x, P_y, Q_x, Q_y, X(t), Y(t), \frac{dX(t)}{dt}, \frac{dY(t)}{dt}\right)$  (2)

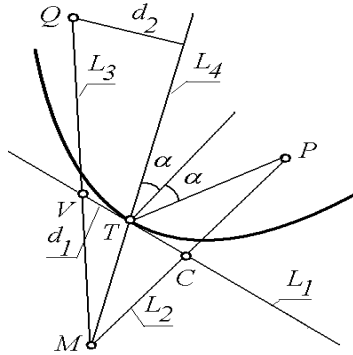


Рис. 2. Схема відбиваючої системи

Математично поставлена задача зводиться до розв'язання відносно параметра  $t$  рівняння  $d_1(t) = 0$ .

Отримана функція дозволяє аналізувати кількість можливих варіантів відображення в залежності від конкретного розташування початкової та кінцевої точок, а також в залежності від геометричної форми відбиваючої кривої.

Із врахуванням того, що  $T = [X(t), Y(t)]$  задача зводиться до розв'язання відносно параметра  $t$  рівняння 
$$\frac{d\left(\sqrt{(T_x - P_x)^2 + (T_y - P_y)^2} + \sqrt{(T_x - Q_x)^2 + (T_y - Q_y)^2}\right)}{dt} = 0. \quad (3)$$

Отже, розроблений метод обчислення координат точок «опорної» кривої на поверхні просторового відбивача з невласним джерелом променів дозволить визначити відбиваючу поверхню, яка б опиралась на задану «граничну» просторову криву. Це дозволить в майбутньому детально досліджувати відбиваючі характеристики поверхні, що складається із фрагментів.

### Список використаної літератури

1. **Ушаков, Л.В.** Геометричне моделювання форми рефлектора, здатного зосередити відбиті промені в заданому об'ємі простору [Текст] / Л.В. Ушаков // Дис. канд. техн. наук: 05.05.01. – Київ, 2007. – 147 с.
2. **Drexler, M.** Circular Billiard [Text] / M. Drexler, W. Gander, Jakob Martin // SIAM Review. – 1998. – vol. 40, no. 2. – P. 315-323.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 515.1

Скочко Д.М.

аспірант кафедри геометрії, топології і динамічних систем  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

## АТОМИ СКЛАДНОСТІ ОДИН, ДВА ТА ТРИ ДЛЯ ФУНКЦІЙ МОРСА, ЩО ЗАДАНІ НА МНОГОВИДАХ З МЕЖЕЮ

*Результатом досліджень стало знаходження всіх можливих атомів для двовимірних многовидів з межею з однією, двома та трьома критичними точками.*

*Ключові слова: функції Морса; многовиди з межею; функції Морса, що задані на многовидах з межею, атоми функцій Морса.*

Теорія функцій Морса є одним із основних інструментів для дослідження топологічних об'єктів. Вона розглядалась в багатьох роботах, таких як [1, 2, 3] та інших. В [1] та [4] розглянуто прості функції Морса для двовимірних многовидів та складні функції Морса на кожному критичному рівні яких може бути дві або три критичні точки.

Нехай  $f$  - функція Морса, що задана на двовимірному многовиді  $M^2$ , що має межу, яка складається з довільного числа компонент. *Атомом* називається окіл  $P^\varepsilon$  критичного шару, що задається нерівністю  $P^\varepsilon = \{x \in M^2 | c - \varepsilon \leq f(x) \leq c + \varepsilon\}$  для досить малого  $\varepsilon$ , який розшарований на лінії рівнів функції  $f$  і розглядається з точністю до пошарової еквівалентності. *Складністю атома* називається кількість критичних точок, що йому належать.

В [1] знайдено всі можливі атоми для двовимірних многовидів без межі. Будь-який з них може бути атомом для функції Морса  $f$ , що задана на деякій поверхні  $M^2$  з межею, проте ці атоми не враховують особливостей, що виникають в околі точок локальних мінімумів та максимумів компонент межі многовида відносно  $f$ , позначимо їх та . Таким чином, для поверхонь з межею існує п'ять типів атомів складності один:  $A$  (містить локальний мінімум або максимум),  $B$  (містить сідлову точку),  $\tilde{B}$  (неорієнтований атом), та .

Надалі під *атомами функцій Морса, що задані на двовимірних многовидах з межею* будемо розуміти атом функції Морса, що обов'язково містить хоча б одну із двох особливостей та , а тому атомів складності один існує лише два типи, перший відповідає особливості , а другий – .



**Теорема 1.** Для складних функцій Морса, що задані на двовимірних многовидах з межею, існує 7 атомів складності 2, що містять локальні мінімуми та максимуми компонент межі.

**Теорема 2.** Для складних функцій Морса, що задані на двовимірних многовидах з межею, існує 51 атоми складності 3, що містять локальні мінімуми та максимуми компонент межі.

**Висновок:** Отже існує 2 типи атомів складності один, 7 типів атомів складності два та 51 тип атомів складності три для функцій Морса, що задані на многовидах з межею. Многовиди і задані для них функції Морса можуть мати більшу кількість критичних точок на кожному критичному рівні. В подальшому, планується дослідження атомів складності чотири.

### Список використаної літератури

1. **Болсинов, А. В.** Интегрируемые гамильтоновы системы [Текст] / А.В. Болсинов, А.Т. Фоменко. – Иж.: Удмуртский университет, 1999. – т.1. – С. 74-75.
2. **Matsumoto, Y.** An Introduction to Morse Theory [Text] / Y. Matsumoto // American Mathematical Society, Translations of Mathematical Monography. – volume 208, 2002. – P. 18.
3. **Милнор, Дж.** Теория Морса [Текст] / Дж. Милнор. – М.: Мир, 1971. – 184 с.
4. **Іванюк, О.** Атоми складності 2 на поверхнях з краєм [Текст] / О. Іванюк, О. Пришляк // Proc. Intern. Geom. Center. – Vol.6, No.3. – 2013. – С. 40-53.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 004.94

**Котляр Д.В.**

доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та інженерної графіки

**Волік Д.А.**

інженер-дослідник

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТУ ІНТЕРФЕРЕНЦІЇ ПОТОКУ ПОРОХОВИХ ГАЗІВ У ГЛУШНИКУ ПІДЧАС ПОСТРІЛУ**

Сучасний стан досягнень у розробках глушників шуму стрілецької зброї можна зазначити як такий, що має значні здобутки. Існує достатньо розвинута система конструктивної типології глушників, що налічує значну кількість принципів схем ефективної організації глушіння звуку. Основними напрямками розвитку цих схем є конструкції об'ємного способу глушіння та відхиляючої дії. Останні 20 років дослідники сфокусували свою увагу на симбіоз цих напрямків та досягли значних результатів підвищивши редуційну здатність глушників до 25–29дБ. Це достатній рівень щоб забезпечити безпеку органів слуху бійця, але не завжди достатній, щоб забезпечити йому необхідні маскувальні характеристики.

Так як процес глушіння шуму є динамічним, то проблеми підвищення його редуційних характеристик можна поділити за категорією часу їх виникнення, виділивши три основні періоди гасіння шуму. Перший період – процес пікового гасіння потенціальної енергії потоку, відбувається до вильоту газів з глушника, другий – процес заповнення глушника пороховими газами та підвищення статичного тиску у глушнику, третій – процес падіння ефективності глушника.

У зв'язку з широтою проблематики напрямку дослідження, у даній роботі розглянемо лише перший період гасіння шуму.

Існує спосіб гасіння потоку оснований на його інтерференційній силі. Першу камеру виконують порожньою на задану довжину та відділяють її від наступної фігурною мембраною у формі конуса або клину. Периферійні шари потоку розширюючись рухаються швидше ніж у центральній частині факелу, надалі ядрі потоку, у зв'язку з адіабатним його розширенням, що створює відомий ефект диску Маху [1, 2]. Відповідно периферійний потік випереджує ядро та першим досягає поверхні фігурної мембрани, де відбувається зміна його напрямку на зворотній. Далі, відносно низько-потенційний розігнаний потік вштовхується у високо-потенційний потік ядра, зменшуючи його осьову швидкість та додатково сприяючи радіальному його розширенню. Явище взаємного проникнення швидкого потоку з меншим потенційним, але більшим

кінетичним станом, у високо-потенційний потік з меншими кінетичними показниками означимо як ефект інтерференції потоку.

Проведені дослідження потоку встановили, що потік розширюючись у периферійних зонах акумулює радіально спрямовану кінетичну енергію та відбивається від внутрішньої поверхні циліндричного кожуха глушника додатково створюючи ефект радіально-спрямованої інтерференції, що збиває потік у доцентровому напрямку формуючи конічну форму факелу.

Зменшуючи довжину першої камери та відповідно створюючи умови для формування усіченого конусу факелу з величиною діаметра його меншої основи рівним величині кульового отвору, вдалося досягти подовження першого періоду на 40% при однаковій загальній довжині глушника, тобто значно затримати порохові гази у глушнику без застосування складних конструктивних рішень, що збільшують вагу глушника. Збільшення періоду протікання порохових газів у глушнику було досягнуто завдяки підвищенню ефективності використання ефекту інтерференції потоку.

### Список використаної літератури

1. Шмидт, Э.М. Поле течения при вылете снаряда из ствола [Текст] / Э.М. Шмидт, Р.Э. Горднер, К.С. Фанслер // "Аэрокосмическая техника", материалы из журналов Американского института аэронавтики и астронавтики, тематический выпуск. Аэродинамика летательных аппаратов и их элементов. – том 3, № 4, апрель. – 1985. – С. 126-128.

2. Левинсон, Я.И. Аэродинамика больших скоростей (газовая динамика) [Текст] / Я.И. Левинсон // [под ред. Б.Я. Шумяцкого]. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. – 352 с.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 515.2

**Сухарькова О.І.**

асистент кафедри нарисної геометрії і комп'ютерної графіки

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА ПІД ВІЗКОМ ШЛЯХОМ РОЗПІЗНАВАННЯ ФАЗОВОЇ ТРАЄКТОРІЇ**

*Розглянуто спосіб розпізнавання форми фазової траєкторії коливань пружинного маятника під рухомим візком, яка відповідає нехаотичним рухам вантажу цього маятника. Спосіб базується на обчисленні інваріантних моментів зображень фазових траєкторій на фазовій площині.*

*Ключові слова: пружинний маятник, фазова площина, фазова траєкторія, центральні та інваріантні моменти.*

У роботі Куценко Л.М. і Семківа О.М. [1] наведено спосіб розрахунку параметрів коливання у вертикальній площині пружинного маятника під рухомим візком, які б забезпечили нехаотичну траєкторію переміщення вантажу цього маятника. Вважається, що тіло пружини здійснює "двовимірне" коливання у вертикальній площині (подібно коливанню математичного маятника), і що конструктивно забезпечено незгинання осі пружини у поперечному напрямку. Для опису динаміки коливань необхідно визначити кінетичну і потенціальну енергії маятничкової системи, і за допомогою виразу Лагранжіана скласти систему диференціальних рівнянь Лагранжа другого роду. При цьому як узагальнені координати доцільно обрати такі параметри:  $u(t)$  – горизонтальне зміщення візка;  $v(t)$  – кут відхилення пружини від вертикалі;  $w(t)$  – пружне подовження (скорочення) пружини.

Для забезпечення нехаотичних коливань вантажу маятника запропоновано [1] прийом проєкційного фокусування, який дозволяє визначити набір параметрів – довжини пружини  $d$ , маси візка  $M$  і вантажу  $m$  маятника, коефіцієнта жорсткості пружини  $k$ , та початкових умов інтегрування системи рівнянь Лагранжа другого роду.

Сутність проєкційного фокусування полягає у побудові у фазовому просторі наближеної інтегральної кривої розв'язку системи рівнянь Лагранжа другого роду, та побудови її проєкції на координатну фазову площину, яка утворює фазову траєкторію. У загальному випадку геометричні образи цих кривих матимуть геометрично «заплутаний» вигляд. При певному критичному значенні "керуючого" параметра інтегральна крива зміниться на якісному рівні

– тобто "сфокусується", і перетвориться в "закономірну" криву. На фазових площинах, спостерігатиметься ніби оптичний ефект "наведення на різкість" плутанини фазових траєкторій – тобто здійсниться проекційне фокусування.

На практиці проекційне фокусування має супроводжуватися побудовою графіка кількості пікселів на зображенні фазової траєкторії залежно від критичного значення змінного параметра, та визначенням екстремуму (мінімуму) цього графіка. Для формалізації знаходження екстремальних значень параметрів доцільно використовувати підходи, які базуються на ідентифікації фазових траєкторій коливань засобами розпізнавання образів.

У доповіді наведено спосіб розпізнавання форми фазової траєкторії коливань пружинного маятника під рухомим візком, що дозволяє виявляти таку, яка відповідатиме нехаотичним рухам вантажу цього маятника. Спосіб базується на обчисленні інваріантних моментів фазових траєкторій [2].

### Список використаної літератури

1. **Куценко, Л.М.** Дослідження ініціювання руху візка за допомогою коливання 2d-пружинного маятника / Л.М. Куценко, О.М. Семків // Сучасні проблеми моделювання / Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького – 2016. – Вип. 6. – С. 71–76.

2. **Flusser, J.** Construction of complete and independent systems of rotation moment invariants, in CAIP 2003 / J. Flusser, T. Suk // CAIP. – 2003. – P. 41-48.

*Матеріали надійшли: 01.10.2016*

УДК 514.18

**Шоман О.В.**завідувач кафедри геометричного моделювання та комп'ютерної графіки  
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

## **ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ І ПРОЦЕСІВ В ДЕЯКИХ ЗАДАЧАХ ПРАКТИКИ**

*Окреслено проблему геометричної інтерпретації об'єктів і процесів в деяких задачах практики. Наведено приклади галузей, для яких проаналізовано можливості анімаційного комп'ютерного моделювання та геометричного алгоритмічного забезпечення візуальних комп'ютерних моделей.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, анімаційне комп'ютерне моделювання, візуальні комп'ютерні моделі.*

Дослідження стосовно створення нових підходів до математичного, геометричного, комп'ютерного моделювання об'єктів і процесів різних галузей виробництва є завжди актуальними. Прикладами деяких галузей є: світлотехніка (дослідження характеристик газорозрядних ламп, освітленості), пожежна безпека (удосконалення спеціальних пристроїв), нафтогазова справа (побудова і обробка карт), виробництво деталей (процеси нанесення покриттів на поверхні) тощо. З позицій моделювання розв'язуються прямі і обернені задачі, що складають два великі класи задач. Змістом перших є опис існуючих об'єктів і процесів на основі спостережень і результатів експериментів, других – відтворення об'єктів і процесів (або їх моделей) за аналітичними описами (розрахунками). Серйозна роль в геометричній інтерпретації приділяється анімаційному комп'ютерному моделюванню, яке є одним з наочних засобів дослідження динамічних процесів [1, 2]. Завдяки алгоритмам геометричного моделювання визначаються раціональні значення параметрів об'єктів і процесів для їх впровадження у практику. Розвиток математичних процесорів дозволяє реалізовувати ці алгоритми в реальному часі [3].

Дослідження реальних процесів і об'єктів стикається з обмеженнями застосування математичної моделі. Дані спостережень, на основі яких будують модель, не дають змоги вийти за межі задачі, що розв'язується, тобто застосувати більш ефективні методи з іншої, спорідненої за змістом задачі. За допомогою методів, що розглядаються, може бути одержана візуальна картина розвитку процесу в межах доступного для спостережень інтервалу. Під час

досліджень вказано на дві важливі проблеми: проблема аналізу та оптимізації умов протікання процесу і проблема прогнозування розвитку процесу.

В результаті досліджень з'ясовано, що геометричні алгоритми комп'ютерної анімації прийнятні для моделювання певного класу задач, пов'язаних з моделюванням геометричних множин як виду подання інформації про об'єкт дослідження (хоча ці задачі можуть відноситися до різних науково-технічних галузей). Окремою проблемою залишається задача адаптації цих алгоритмів до конкретних впроваджень.

### Список використаної літератури

1. **Куценко, Л.Н.** Анимационное моделирование в среде пакета Maple некоторых задач пожарной безопасности [Текст] / Л. Н. Куценко, С. В. Росоха // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2002. – Т. 15, № 2. – С. 262-266.
2. **Куценко, Л.М.** Геометричне моделювання деяких динамічних процесів в задачах пожежної безпеки [Текст] / Л. М. Куценко, О. М. Ларін, О. В. Шоман // Праці НУ "Львівська політехніка". – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2003. – С. 17-22.
3. **Шоман, О.В.** Взаимосвязь геометрического моделирования объектов, явлений и процессов с информационными технологиями проектирования [Текст] / О. В. Шоман, А. А. Дашкевич, В. Я. Даниленко // Труды Международ. науч.-метод. семинара "Инженерная геометрия и компьютерная графика. Теория и практика". – Алматы: КазНТУ, 2014. – С. 61-69.

*Матеріали надійшли: 02.10.2016*

УДК 514.18

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

## **ГЕОМЕТРИЧНА СКЛАДОВА В МОДЕЛЯХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

*Розглянуто використання типів графічної інформації залежно від екологічних задач. З'ясовано, для яких об'єктів екологічної оцінки доцільно створювати геометричні моделі. Проведено аналіз просторової ситуації на прикладі об'ємно-графічного профілювання.*

*Ключові слова: геометричні моделі, графічна інформація, позиційний аналіз об'єктів, об'ємно-графічне профілювання.*

Вирішення екологічних проблем транспорту [4] потребує збору даних, конструкторських і виробничих досліджень, проектування спеціальних об'єктів. Для успішного розв'язання цих задач важливим є використання геометричних моделей. Для розрахункових екологічних задач, частіше за все, використовується наступна сукупність моделей: імітаційні моделі руху автотранспортних засобів в транспортному потоці; динамічні моделі руху транспортних потоків; моделі розповсюдження автомобільних викидів в атмосферу. Але суттєва кількість задач має супроводжуватися не тільки точними фізичними і математичними моделями, а й відповідною графічною інформацією [2].

Як правило, спеціальним дослідженням навколишнього середовища [1] передують ландшафтне польове картографування. При цьому використовуються різні методи досліджень, а саме: ландшафтне профілювання, суцільна зйомка на ключових ділянках, аналітичні карти (природні та соціально-економічні). Одним з елементів змістовного наповнення аналітичних карт може стати об'ємно-графічне профілювання. На основі [3] для забезпечення ландшафтних профілів множинами наочних зображень пропонується наступна схема: в просторі задаються центри проєкцій (на траєкторії точки зору) і картинні поверхні. Центр проєкцій та картинна поверхня складають жорстку систему проєкційного апарата. Ця система і формує зображення об'єкта – нерухомої точки простору. Точка зору, переміщуючись у просторі за заданою траєкторією, фіксує на ній певні центри проєкцій, з яких будуються перспективні зображення на картинних поверхнях. Приклад ландшафтного об'ємно-



графічного профілювання на ділянці автомобільної дороги дає можливість проаналізувати якісні зміни геометричної характеристики точкового об'єкта. Маємо кілька зображень, де спочатку фіксована точка є невидимою, потім – обрисовою і, нарешті, – видимою.

Об'ємно-графічне профілювання є результатом графічного запису (кодування) певних просторових ситуацій. Такий запис надає можливість змістовно доповнювати моделі позиційного аналізу об'єктів при розв'язанні екологічних задач.

### Список використаної літератури

1. **Гуцуляк, В.М.** Ландшафтна екологія [Текст] / В. М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2002. – 272 с.

2. **Даниленко, В.Я.** Визначення екологічних параметрів засобами інженерної графіки [Текст] / В. Я. Даниленко // Зб. наук. пр. Київського нац. ун-ту технологій та дизайну. Доповіді Другої Кримської наук.-практ. конф. "Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн". – К.: ДОП КНУТД, 2005. – С. 259-264.

3. **Кульминский, О.К.** Использование АРМ-М для построения киноперспективы автомобильной дороги [Текст] / О. К. Кульминский, В. В. Филиппов // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К. : Будивэльнык, 1988. – Вып. 45. – С. 82-86.

4. **Луканин, В.Н.** Промышленно-транспортная экология [Текст] / В. Н. Луканин, Ю. В. Трофименко. – М. : Высш. шк., 2001. – 274 с.

*Матеріали надійшли: 02.10.2016*

УДК 514.18

**Холковський Ю.Р.**доцент кафедри комп'ютерних технологій дизайну і графіки  
Національний авіаційний університет, м. Київ**МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ  
НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНО-ІНТЕРПОЛЯЦІЙНОГО МЕТОДУ**

*Актуальність даної роботи полягає у розробці ефективних сучасних методів геометричного моделювання складних технічних об'єктів у вигляді криволінійних поверхонь, що пов'язано з підвищенням сучасних вимог щодо якості процесів проектування таких об'єктів.*

*Ключові слова: однопараметрична множина, дискретно задані функції, інтерполяція, вузол інтерполяції, технічний об'єкт.*

Геометричне моделювання складних криволінійних поверхонь – це досить складна задача й водночас важлива проблема, які часто зустрічаються при проектуванні певних технічних об'єктів.

У переважній більшості випадків неможливо отримати аналітичну (континуальну) модель цих поверхонь. Це можливо тільки у дискретному вигляді. Дискретний підхід, а в нашому випадку саме дискретно-інтерполяційний, можна вважати більш загальним, тому що від неперервно-аналітичної моделі практично завжди можна перейти до дискретної.

Особливо підкреслимо нетрадиційність даного підходу, яка полягає у тому, що під вузлами інтерполяції розуміються не точки, а більш складні геометричні об'єкти, наприклад, лінії та поверхні, що представлені у вигляді деяких функціоналів, як сукупності їх властивостей та параметрів. Під схемою інтерполяції надалі будемо розуміти схему розташування саме таких її вузлів.

Отримані за допомогою інтерполяційних поліномів Лагранжа однопараметричні множини, є дискретно-інтерполяційними математичними моделями багатопараметричних об'єктів. Елементом таких множин є деяка дискретна функція, або ж функціонал, що у загальному випадку може бути представлений, як дискретний чисельний масив з варіативною розмірністю.

Нехай  $F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m)$  – багатопараметрична неявно задана функція. Сформуємо її у вигляді деякого функціонала  $\Phi(p_{i,j})$ , що заданий матрицею  $M[i, j]$ .

$$F(p_1, p_2, p_3, \dots, p_k, \dots, p_m) = M[i, j]$$

Відповідно, поліном Лагранжа набуває такого вигляду:

$$\Phi(u)_n = \sum_{i=0}^{n-1} F_i(p_1, p_2, \dots, p_m) \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{u - u_j}{u_i - u_j}$$

де  $\mathbf{u}$  – параметр інтерполяції,  $F(p_1, p_2, \dots, p_m)$  - вузлова функція,  $p_1, p_2, \dots, p_m$  – параметри вузлової функції,  $n$  – кількість вузлів інтерполяції.

Тепер наведемо алгоритм процесу моделювання поверхонь:

1. Формування вузлових функцій у вигляді дискретних ліній за необхідною геометричною формою. Дискретною математичною моделлю їх є одновимірні чисельні масиви.

2. Форма цих ліній відповідає наперед заданим умовам щодо майбутньої криволінійної технічної форми. Такі дискретні масиви формуються у відповідному, розробленому автором, програмному забезпеченні.

3. Сформовані бази даних, а саме вузлові функції, використовуються в роботі основної моделюючої програми, що дозволяє отримати дискретну геометричну модель майбутньої поверхні, яка потім візуалізується.

**Висновки.** Запропонований метод дозволяє моделювати складні криволінійні поверхні, які є геометричними моделями складних технічних об'єктів з наперед заданими умовами і має велику варіативність. Також є раціональним застосування даного методу щодо моделювання багатопараметричних об'єктів і навіть середовищ, що характеризуються різноякісними параметрами, які часто неможливо функціонально-аналітично поєднати у звичайній математичній моделі.

### Список використаної літератури

1. **Холковський, Ю. Р.** Інтерполяція дискретних масивів у загальному випадку як спосіб моделювання багатопараметричних об'єктів та процесів [Текст] / Ю. Р. Холковський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип.4 – Т51. – С. 156-160.

2. **Холковський, Ю. Р.** Моделювання складних просторових форм із використанням дискретно-інтерполяційного підходу [Текст] // Труды 14-й Международной научно-практической конференции «Современные проблемы геометрического моделирования». – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 51-57.

*Матеріали надійшли: 02.10.2016*

УДК 514.8

**Василиненко Є.В.**

студентка

**Бондаренко В.П.**

доцент кафедри електронних засобів телекомунікацій

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

## **АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЇ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЕКТОВАНИХ ПРОМИСЛОВИХ ВИРОБІВ ЗА СТАНДАРТАМИ STEP**

*Проведено всебічний різноаспектний аналіз методології геометричного моделювання у STEP, за підсумками якого розроблено зручні для застосування табличні та графічні відображення взаємозв'язків різних аспектів геометричного моделювання продукту у STEP.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, step, каркасне подання, граничне подання, поверхневе подання, твердотільне подання, v-сплайни, nurbs.*

**Постановка проблеми.** Нещодавно в Україні у якості національних стандартів прийняті стандарти ISO, зокрема STEP – стандарт обміну даними моделі продукту між різними системами, що забезпечують його життєвий цикл. Відповідно постає проблема розроблення методичних матеріалів з ефективного застосування стандартів STEP, зокрема у сфері геометричного моделювання.

**Формування цілей статті (постановка завдання).** Метою цієї роботи є створення зручних для застосування табличних та графічних відображень взаємозв'язків різних аспектів геометричного моделювання продукту у STEP.

**Основна частина.** Загальні ресурси для подання геометричної форми у STEP можуть бути класифіковані в наступні 4 категорії [2]: інтегровані родові ресурси: для подання спільних форм та структур продукції (сюди входять частини 42, 43 та 44); прикладні інтерпретовані конструкції (AIC): методи подання форми визначаються AIC (частини 5XX); методологія параметричного проектування: різні методи визначаються в інтегрованих ресурсах (частини 55, 108, 111 та 112); інші форми подання взаємопов'язаних частин: вищезазначені форми подання відповідних частин, які включені в загальні ресурси STEP. Наведені категорії структуровані в ієрархію, орієнтовану на додатки у вищих рівнях.

Комплексні загальні ресурси. Основні ресурси для моделі даних про вибір визначені в частинах, включених в класи інтегрованих ресурсів. Їх класифікують на дві групи наступним чином [1]: інтегровані загальні ресурси: визначають компоненти програми незалежних концептуальних даних продукції (частини 41-99); інтегровані програмні ресурси: визначають засоби підтримки

конкретних угруповань програм, які розширюють загальні ресурси (частини 101-199).

Прикладні інтерпретовані конструкції (AIC). У STEP, якщо два або більше AP мають одні й ті самі вимоги до форми, AIC може бути підкріплена декількома AP. Загальні компоненти форми визначені в прийнятій AIC. AIC включають більше визначених методів подання форми, ніж інтегровані загальні ресурси.

Каркасний метод уявлення подає фігури за допомогою ліній («дроту»). В AIC є чотири різні способи визначення каркасу[2]: каркасне подання форми на основі ребер (AIC 501); на основі оболонок (AIC 502); геометрично обмежене двовимірне каркасне подання (AIC 503); каркасне подання (AIC 510).

Метод граничного подання являє собою форму, яка використовує граничні елементи, такі як вершини, ребра, грані. У AIC є три різні граничні методи подання[2]: багатогранне граничне подання (AIC 512); елементарне граничне подання (AIC 513); розширене граничне подання (AIC 514).

Поверхневий метод подання надає інструменти для подання поверхонь вільної форми. В AIC застосовано п'ять різних методів поверхневого моделювання[2]: геометрично обмежена поверхня (AIC 507); багатозв'язані поверхні (AIC 508); однозв'язані поверхні (AIC 509); топологічно обмежена поверхня (AIC 511); підповерхня різноманіття (AIC 521).

Метод твердотілого подання визначає форму, яка використовує тривимірні тверді тіла. У AIC є три різні методи твердотілого подання[2]: конструктивна блочна геометрія (AIC 515); оброблювальні особливості (AIC 522); криволінійне вигнуте тіло (AIC 523).

**Висновки.** Розроблені авторами методичні матеріали сприятимуть опануванню фахівцями та застосуванню стандартів STEP за проектування.

### Список використаної літератури

1. **STEP APPLICATION HANDBOOK ISO 10303 VERSION 330** June, 2006.
2. **Lee, H. C.** Strategies for Using STEP in Parametric Design [Text] / Hyun Chan Lee // International Journal of Computer and Information Technology. – July, 2013.

*Матеріали надійшли: 02.10.2016*

УДК 519.86/.87:004.92

**Хомченко А.Н.**

завідувач кафедри прикладної та вищої математики

**Коваль Н.В.**

викладач кафедри прикладної та вищої математики

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

## "М'ЯКЕ" МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЙ ДВОХ ЗМІННИХ

На прикладі серендипова скінченного елемента бікубічної інтерполяції з 12 вузлами по периметру покажемо можливості "м'якого" моделювання [1] базисів, що усувають головний недолік стандартних моделей серендипової сім'ї, фізичну неадекватність – від'ємні навантаження в кутових вузлах [2]. Аналіз краще розпочати зі стандартної моделі  $S$  Зенкевича [2, 4] (рис. 1 зліва):

$$N_1(x, y) = 1/32 \cdot (1-x)(1-y)(9(x^2 + y^2) - 10), \quad N_5(x, y) = 9/32 \cdot (1-x^2)(1-y)(1-3x).$$

Кутові навантаження у стандартній моделі  $\gamma_i = -1/8, i = 1, \dots, 4,$   
 $\gamma_i = 3/16, i = 5, \dots, 12.$

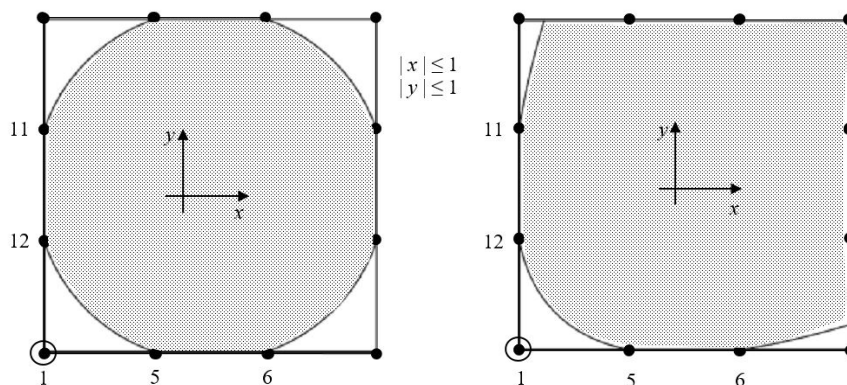


Рис. 1. Лінії нульового рівня й області від'ємних значень функцій  $N_1(x, y)$  моделі  $S$  (зліва) і моделі  $A$  (справа)

Геометричним конструюванням отримуємо модель  $A$  (рис. 1 справа) з вищим рівнем фізичної неадекватності (кутові навантаження  $\gamma_i = -3/8, i = 1, \dots, 4,$   
 $\gamma_i = 5/16, i = 5, \dots, 12$ ):  $N_1(x, y) = 1/32 \cdot (1-x)(1-y)(9(x-y)^2 - 18(x+y) - 28),$   
 $N_5(x, y) = 9/32 \cdot (1-x^2)(1-y)(2-3x+y).$

Отримали дві моделі – "батьківську" пару, яка дозволяє шляхом зваженого усереднення моделей  $S$  і  $A$  отримати "дочірню" модель  $D$  (рис. 2 зліва), в якій кутові вузли не навантажені ( $\bar{\gamma}_i = 0, i = 1, \dots, 4$ ), а все навантаження на елемент розподілено між проміжними вузлами:

$$\bar{N}_1(x, y) = 1/32 \cdot (1-x)(1-y)(9(x^2 + xy + y^2) + 9(x+y) - 1),$$

$$\bar{N}_5(x, y) = 9/64 \cdot (1-x^2)(1-y)(1-6x-y).$$

Методом прямого геометричного конструювання побудуємо гіперболу з чотирма гілками, що проходять відразу через все проміжні вузли. Кутова поверхня моделі  $G$  (рис. 2 в центрі) з гіперболами  $N_1(x, y) = 1/32 \cdot (1-x)(1-y)(9x^2y^2 - 1)$ . Проміжні функції  $N_i(x, y)$ ,  $i = 5, \dots, 12$  не відрізняються від відповідних функцій моделі  $D$ .

Модифікованим методом Тейлора [3] отримаємо модель  $T$  – сконструюємо проміжні функції, замінив лінійчаті поверхні моделі  $S$  увігнутими, а потім побудуємо кутові функції:

$$N_1(x, y) = 1/64 \cdot (1-x)(1-y)(-2 + 9(x^2 + y^2) + 9(x+y) - 9xy(x+y)),$$

$$N_5(x, y) = 9/64 \cdot (1-x^2)(1-3x)(1-y)^2.$$

Спектр кутових навантажень моделей  $D$ ,  $G$  та  $T$  однаковий:  $\gamma_i = 0$ ,  $i = 1, \dots, 4$ ;  $\gamma_i = 1/8$ ,  $i = 5, \dots, 12$ .

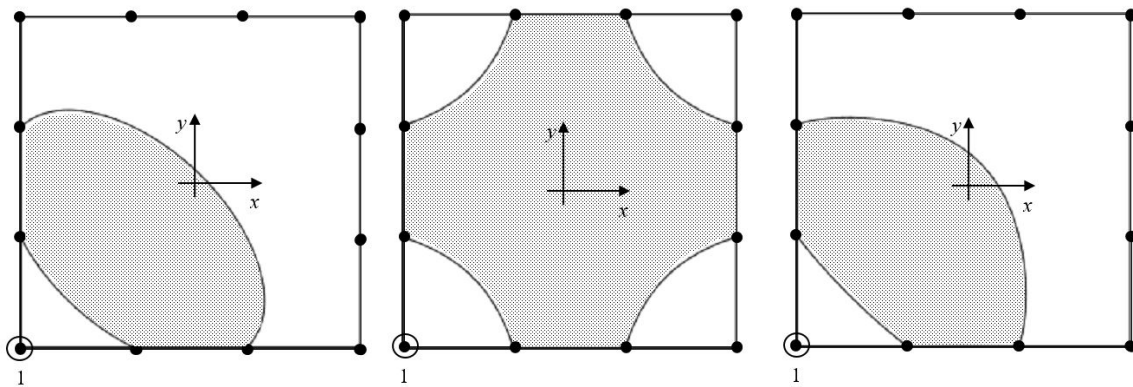


Рис. 2. Лінії нульового рівня поверхонь  $N_1(x, y)$  моделей  $D$  (зліва),  $G$  (у центрі) і  $T$  (справа)

М'яке математичне моделювання на елементах серендипової сім'ї стало можливим завдяки появі нематричних методів в задачах відновлення функцій. Є підстави вважати, що наведені методи дадуть нові результати на просторових елементах серендипової сім'ї H20, H32, H44.

### Список використаної літератури

1. Арнольд, В. И. "Жесткие" и "мягкие" математические модели [Текст] / В. И. Арнольд. – М. : МЦНМО, 2008. – 32 с.
2. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике [Текст] / О. Зенкевич. – М. : Мир, 1975. – 541 с.
3. Галлагер, Р. Метод конечных элементов. Основы [Текст] / Р. Галлагер. – М. : Мир, 1984. – 428 с.
4. Немчинов, Ю. И. Расчет пространственных конструкций (метод конечных элементов) [Текст] / Ю. И. Немчинов. – К. : Будівельник, 1980. – 232 с.

Матеріали надійшли: 03.10.2016

УДК 512.552

**Зеленський О.В.**

доцент кафедри математики

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

**Дармосюк В.М.**

старший викладач кафедри математики

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

## ЖОРСТКІ ТА МАЙЖЕ ЖОРСТКІ САГАЙДАКИ

*У роботі досліджуються жорсткі та майже жорсткі сагайдаки матриць показників. Знайдено умови того, що сагайдак одержується з скінченної кількості матриць показників та знайдені всі жорсткі сагайдаки на 4 вершинах. Доведено, що для довільного натурального  $t$ , існує сагайдак, який одержується з  $t$  попарно не еквівалентних матриць показників.*

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

Один із аспектів теорії кілець є вивчення властивостей кілець за допомогою теорії графів. Кожний черепичний порядок повністю визначається своєю матрицею показників і дискретно нормованим кільцем [1]. Багато властивостей таких кілець повністю визначаються їх матрицями показників [2], [3], зокрема, сагайдаки таких кілець [1]. Порівняно недавно матриці показників стали окремим об'єктом вивчення. Нежорсткість допустимого сагайдака, який має хоча б одну петлю, доведено в [4]. З появою вагових функцій, з'явилося більше можливостей для дослідження допустимих сагайдаків [5]. Опис деяких класів жорстких сагайдаків започатковано в [6]. В [7] встановлено властивості одиничних циклів та одиничних сагайдаків, зокрема знайдено обмеження для елементів матриці показників одиничного сагайдака. Ми продовжуємо дослідження матриць показників та їх сагайдаків, зокрема жорстких та майже жорстких сагайдаків матриць показників.

**Теорема 1.** Якщо для довільної вагової функції допустимий сагайдак одиничний, то він жорсткий або майже жорсткий. Якщо існує вагова функція, для якої сагайдак не є одиничним, то існує нескінченна кількість попарно нееквівалентних матриць показників, з яких він одержується.

**Теорема 2.** На чотирьох вершинах існує тільки чотири жорстких не ізоморфних сагайдака та жодного майже жорсткого.

Існування майже жорстких сагайдаків доводить теорема:



**Теорема 3.** Для довільного натурального  $m > 1$  існує допустимий сагайдак  $Q_m$ , для якого існує рівно  $m$  попарно нееквівалентних матриць показників, сагайдак яких співпадає з сагайдаком  $Q_m$ .

### Список використаної літератури

1. **Hazewinkel, M.** Algebras Rings and Modules, vol. 1 [Text] / M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko. – Kluwer Academic Publishers, 2004. – 380 p
2. **Hazewinkel, M.** Algebras Rings and Modules, vol. 2 [Text] / M. Hazewinkel, N. Gubareni, V.V. Kirichenko. – Kluwer Academic Publishers, 2007. – 400 p.
3. **Kirichenko, V. V.** Exponent Matrices and Tiled Order over Discrete Valuation Rings [Text] / V. V. Kirichenko, O. V. Zelenskiy, V. N. Zhuravlev // International Journal of Algebra and Computation. – 2005. – Vol. 15, № 5 & 6. – P. 1-16.
4. **Зеленський, О. В.** Жорсткі сагайдаки зведених матриць показників [Текст] / О. В. Зеленський // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. – 2007. – №3. – С. 27-31.
5. **Журавлев, В. Н.** Допустимые колчаны [Текст] / В. Н. Журавлев // Фундаментальная и прикладная математика. – 2008. – Том 14, №7. – С. 121-128.
6. **Кириченко, В. В.** О жестких колчанах [Текст] / В.В. Кириченко, В.Н. Журавлёв, И.Н. Цыгановская // Фундаментальная и прикладная математика. – 2006. – Том 12, выпуск 8. – С. 105-120.
7. **Журавльов, В. М.** Одиничні сагайдаки матриці показників [Текст] / В.М. Журавльов, О.В. Зеленський, В.М. Дармосюк // Вісник Київського університету. Серія: фізико-математичні науки. – 2012. – №4. – С. 27-31.

*Матеріали надійшли: 03.10.2016*

УДК 519.86/.87:004.92

**Кременченко О.С.**

студентка

**Завалко Є.А.**

студентка

**Хомченко А.Н.**

викладач кафедри прикладної та вищої математики

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

## КОМП'ЮТЕРНА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ НОВИХ НЕСТАНДАРТНИХ МОДЕЛЕЙ СЕРЕНДИПОВОЇ СІМ'Ї

В доповіді аналізуються стандартна та альтернативна модель серендипової сім'ї.

Метою даної роботи є конструювання м'якої моделі серендипової функції випадкового вектору на одиничному квадраті.

Розглянемо серендиповий скінченний елемент (ССЕ) бікубічної інтерполяції, що має 12 рівновіддалених вузлів.

У 1981 році Мітчел та Уейт [1] побудували ССЕ-12 на одиничному квадраті методом оберненої матриці. Але в результаті було отримано модель, аналогічну до стандартної [2], яка в кутових вузлах має негативізм (парадокс Зенкевича).

Застосувавши геометричний підхід, зконструюємо альтернативну модель, що має більшу негативну зону в кутовому вузлі. Для цього використаємо параболу як лінію нульового рівня, яка проходить через вузли 5, 6, 11, 12.

На рис. 1 показано лінії нульового рівня поверхонь  $N_1(x, y)$  та  $N_5(x, y)$  для стандартної моделі  $S$  і альтернативної моделі  $A$ .

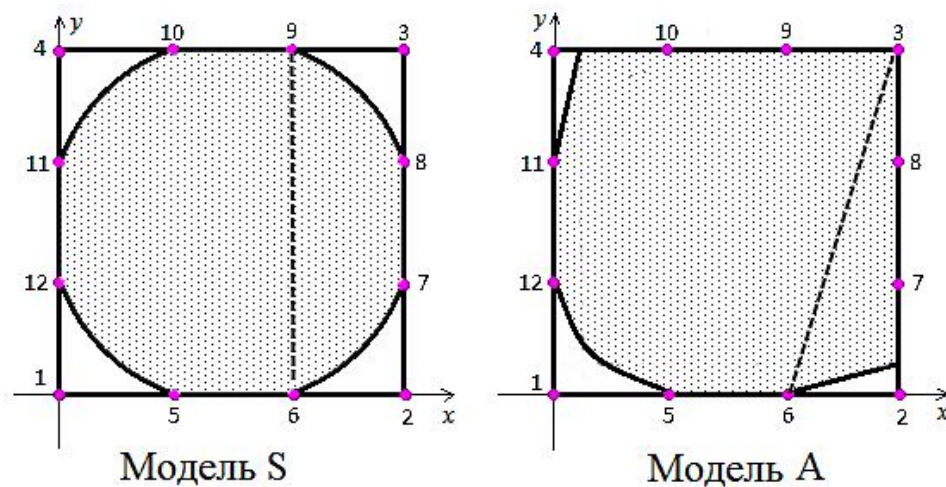


Рис. 1 – Лінії нульового рівня поверхонь  $N_1(x, y)$ ,  
для поверхонь  $N_5(x, y)$  – пунктиром

Функції, що характерні альтернативній моделі:

$$N_1(x, y) = \frac{1}{2}(1-x)(1-y)(9(x-y)^2 - 9(x+y) + 2) \quad (3)$$

$$N_5(x, y) = \frac{9 \cdot x}{2}(1-x)(1-y)(2 - 3x + y) \quad (4)$$

Вузлові навантаження від одиничної масової сили визначаються за формулою інтегрального середнього:

$$\gamma_i = \frac{1}{S} \iint_{\omega} N_i(x, y) dx dy \quad (5)$$

де  $N_i(x, y)$  – базисна функція відповідної моделі;  $\omega$  – область інтегрування;  $S$  – площа області  $\omega$ .

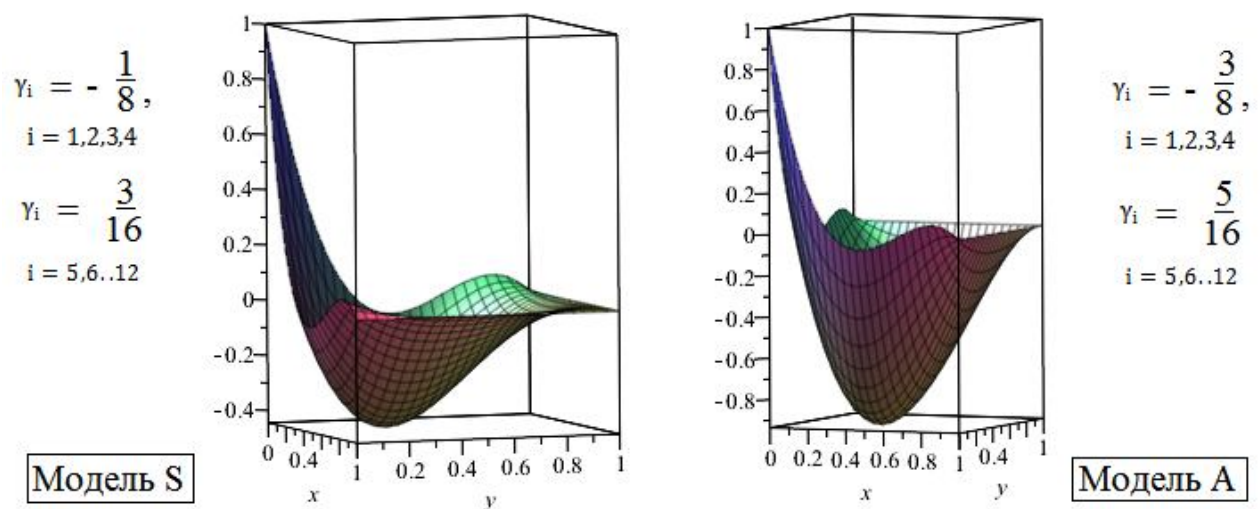


Рис. 2 – Візуалізація в 3D та повузлові навантаження кутових поверхонь стандартної моделі S та альтернативної моделі A

В результаті (рис. 2) було отримано "м'яку" модель, що має 13-ий параметр  $x^2y^2$  на 12-ти вузловому одиничному квадраті. Отримано навантаження на кутові вузли в 3 рази гірші ніж у стандартної "жорсткої" моделі. Тому "м'яка" модель не завжди краща ніж "жорстка".

### Список використаної літератури

1. Митчелл, Э. Метод конечных элементов для уравнений с частными производными [Текст] / Митчелл Э., Уэйт Р. – М.: Мир, 1981. – 216 с
2. Ergatoudis, I. Curved isoparametric "quadrilateral" elements for finite element analysis [Text] / I. Ergatoudis, B. M. Irons, O. C. Zienkiewicz // Internat. J. Solids Struct, 4, 1968 – P. 31-42.

Матеріали надійшли: 03.10.2016

УДК 004.896

**Бідніченко О.Г.**

доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та інженерної графіки  
 Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв)

## ФОРМУЛИ СКЛАДУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ N-ВИМІРНИХ ПРОСТОРІВ

Для наочного уявлення багатовимірних об'єктів та виведення формули їх складу розглянемо кінематичний спосіб утворення, який полягає у декомпозиції тіла на простіші геометричні образи та переміщенні їх у просторі. Для формування кінематичним способом відрізка (одновимірного об'єкта) через будь-яку точку  $A$  простору проведемо пряму, вздовж якої переміщується точка, яка пройде відстань  $AB$  (рис. 1, а). Можна стверджувати, що повний відрізок складається із двох точок  $A$  і  $B$  (початкове та кінцеве положення точки) та

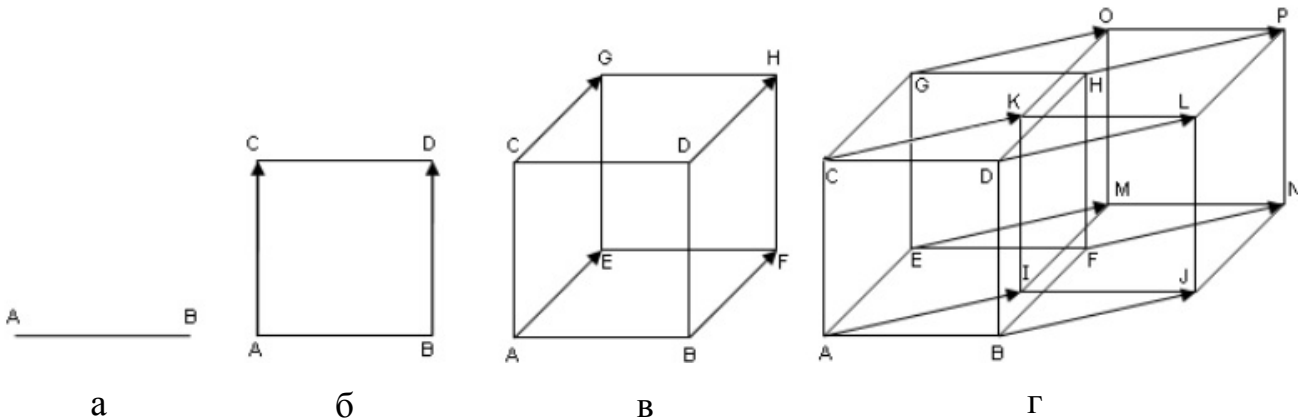


Рис. 1. Формування  $n$ -вимірного кубу кінематичним способом

множини точок, що розташовані між цими двома. Формула складу повного відрізка має вигляд:  $\overline{K}^1 = K^1 + 2 \cdot K^0$  (відкритий відрізок та 2 його кінця – точки). Переміщуємо отриманий відрізок перпендикулярно його напрямку на довжину  $AB = CD$ . Отримаємо квадрат (рис. 1, б), формула складу якого  $\overline{K}^2 = K^2 + 4 \cdot K^1 + 4 \cdot K^0$  (відкритий квадрат, 4 відрізка – сторони та 4 вершини – точки). При переміщенні квадрата у площині, перпендикулярній до нього, на відстань, що дорівнює довжині його сторони, отримаємо куб (рис. 1, в), формула складу якого  $\overline{K}^3 = K^3 + 6 \cdot K^2 + 12 \cdot K^1 + 8 \cdot K^0$ . Тобто замкнений куб містить в собі відкритий куб, 6 відкритих квадратів (граней), 12 відкритих відрізків (ребер) та 8 точок (вершин), що є одночасно кінцями відрізків та вершинами куба.

Зробимо узагальнення: склад побудованого образу є добуток складу рухомого об'єкта на склад відрізка, який опише кожна точка рухомого

геометричного об'єкта. Всі формули можуть бути представлені у такому вигляді:  $\bar{K}^0 = (\bar{K}^1)^0 = K^0$  ;  $\bar{K}^1 = (\bar{K}^1)^1 = K^1 + 2K^0$  ;  $\bar{K}^2 = (\bar{K}^1)^2 = (K^1 + 2K^0)^2$  ,  $\bar{K}^3 = (\bar{K}^1)^3 = (K^1 + 2K^0)^3$ .

Проведемо аналогію для чотиривимірного простору. Візьмемо куб  $\bar{K}^3$  та будемо переміщувати його поступово в напрямі, перпендикулярному до попередніх осей на відстань довжини сторони. Куб  $\bar{K}^3$  замкне при цьому чотиривимірне тіло  $\bar{K}^4$ , яке називають чотиривимірним кубом або тессерактом. Тіло, отримане таким чином, зображено на рис. 1, г в звичній для нас паралельній проекції.

Формула складу такого куба виводиться за аналогією до тривимірного куба та має такий вигляд:  $\bar{K}^4 = \bar{K}^3 \cdot \bar{K}^1 = (\bar{K}^1)^3 \cdot \bar{K}^1 = (\bar{K}^1)^4 = (K^1 + 2 \cdot K^0)^4$ . Розкривши дужки отримаємо:  $\bar{K}^4 = K^4 + 8 \cdot K^3 + 24 \cdot K^2 + 32 \cdot K^1 + 16 \cdot K^0$ . Тобто чотиривимірний куб складається із відкритого куба, 8 відкритих тривимірних кубів, 24 відкритих граней, 32 відкритих ребер та 16 точок або вершин.

Для іншого уявлення про чотиривимірний куб можна розглянути його центральну проекцію. Спостерігач знаходиться поза кубом та бачить проекцію куба на тривимірну грань (рис. 2).

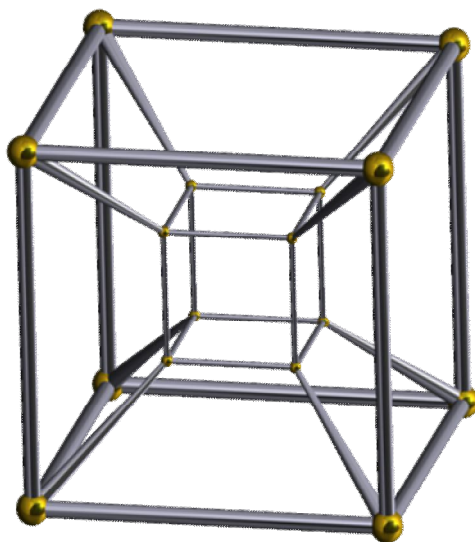


Рис. 2. Центральна проекція чотиривимірного куба на його грань

Склад  $n$ -вимірного замкнутого кубу буде обчислюватися за формулою:  $\bar{K}^n = (\bar{K}^1)^n = (K^1 + 2 \cdot K^0)^n$ . Якщо розкрити дужки та виконати необхідні перетворення, то отримаємо:

$$\bar{K}^n = K^n + 2 \cdot C_n^1 K^{n-1} + 2^n C_n^2 K^{n-2} + \dots + 2^{n-2} C_n^{n-2} K^2 + 2^{n-1} C_n^{n-1} K^1 + 2^n K^0.$$

Матеріали надійшли: 03.10.2016

УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Мартиненко В.С.**

студент

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського

## АНАЛІЗ АНАЛІТИЧНИХ МЕТОДІВ ПОДАННЯ КОРАБЕЛЬНИХ КРИВИХ

Застосування ЕОМ для розв'язання складних задач створення нових типів суден вимагає перегляду традиційних методів його проектування. Процес створення обводів судна починається з визначення головних розмірів і коефіцієнтів повноти и підбору відповідного прототипу, зрозуміло, якщо такий існує. Створення принципово нових типів суден, наприклад, газовозів, суден для перевезення автотранспортних засобів тощо, вимагає розробки нових підходів до побудови узгодженого теоретичного креслення.

Теоретичне креслення формується трьома сім'ями кривих ліній: шпангоутів, ватерліній і батоксів. В практиці суднобудування ці лінії отримали назву корабельних кривих.

На початковій стадії проектування обводи корпусу судна задаються у вигляді деякої характерної поверхні, яка на наступних стадіях проектування піддається певним змінам, обумовленими конструктивними і технологічними доопрацюваннями корпусу судна в процесі його проектування.

Зараз існує ряд методів аналітичного подання теоретичного креслення, придатних для опису поверхонь корпусу судна. В практиці суднобудування застосовуються як давно відомі методи опису корабельних кривих, так і розвиваються нові підходи до їх моделювання.

Аналітичні методи подання корабельних кривих, придатні для опису поверхні судна, почали застосовувати ще в 18 столітті. Так, для опису ватерліній шведський кораблебудівник Ф. Г. Чапман (1721 – 1808) запропонував застосовувати параболічну криву наступного вигляду

$$y = y(x, n) = b \left[ 1 - \left( \frac{x}{l} \right)^n \right], \quad 0 \leq x \leq l,$$

де  $b$  – напівширина корпусу судна,  $l$  – довжина корпусу судна від носового перпендикуляру до мідель-шпангоута,  $n$  – показник степеня, який підбирається експериментально в процесі виконання проектних робіт для отримання бажаної форми ватерлінії.

Д. Тейлор застосував для опису ватерліній і стройових по шпангоутах трипараметричну функцію

$$y = y(x, m, n, a) = b \left[ 1 - a \left( \frac{x}{l} \right)^n - (1 - a) \left( \frac{x}{l} \right)^m \right], \quad 0 \leq x \leq l.$$

При  $a = 0$  або  $a = 1$  функція Тейлора перетворюється в параболу Чапмана.

В. І. Афонасьєв запропонував корабельні криві описувати наступним рівнянням

$$y = y(x, m) = b \left[ 1 - \left( \frac{x}{l} \right)^m + m \left( \frac{x}{l} \right)^{m/2} \ln \frac{x}{l} \right], \quad 0 \leq x \leq l.$$

Для опису повного обводу кривої І. А Яковлев запропонував функцію

$$y = y(x, m, n, p) = b \left[ 1 - \left( \frac{x}{l} \right)^m + m \left( \frac{x}{l} \right)^{m/2} \ln \frac{x}{l} \right], \quad 0 \leq x \leq l.$$

В. І. Алимов запропонував будувати аналітичні вирази корабельних кривих перетворенням дуги еліпса з на півосями  $a$  і  $b$

$$y = y(x, m) = \frac{b}{\sqrt{1 + m^2 \operatorname{tg}^2 \theta}},$$

де  $m = b/a$ ,  $\theta = \pi x/2l$ ,  $0 \leq x \leq l$ .

Ряд фахівців пропонує застосовувати двопараметричні функції для опису корабельних кривих

$$y = y(x, m, n) = b \left[ 1 - \left( \frac{x}{l} \right)^m \right]^{1/n}, \quad 0 \leq x \leq l, \quad m > 0, \quad n > 0.$$

Найбільшу увагу дослідників приділено кривим, отриманих перетворенням однопараметричних функцій

$$y = y(x, c, n) = b \frac{1 - \left( \frac{x}{l} \right)^n}{1 + c \left( \frac{x}{l} \right)^n}, \quad 0 \leq x \leq l,$$

де  $c = \frac{a}{1-a}$ ,  $a$  – параметр, який змінюється в межах від 0 до 1.

Відомі приклади застосуванням дрібно-лінійчатих перетворень наступного вигляду

$$y = y(x, a, p, q) = b \frac{(1-a)f\left(\frac{l}{l_1}x\right)}{b - af\left(\frac{l}{l_1}x\right)}, \quad 0 \leq x \leq l_1, \quad q = \frac{l_1}{l}.$$

Останнім часом при моделюванні корабельних кривих почали застосовувати криві, що будуються в натуральній параметризації, рівняння яких пов'язують кривину модельованої кривої від довжини дуги, при цьому застосовуються лінійні залежності кривини від довжини дуги. Криві будуються, якщо відомі початкова та кінцева точки кривої, а також кути нахилу дотичних в цих точках. Цей підхід до моделювання корабельних кривих можна вважати перспективним, але він вимагає проведення подальших досліджень.

*Матеріали надійшли: 04.10.2016*

УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

професор кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомилинського

**Устенко І.В.**

доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв)

## МОДЕЛЮВАННЯ КРИВИХ ТЕОРЕТИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ КОРПУСУ СУДНА

У практиці суднобудування при побудові теоретичного креслення корпусу судна застосовуються різні математичні криві для опису шпангоутів, ватерліній і батоксів, найчастіше за ці криві подаються поліномами степеня не нижче третього. Оскільки лінії теоретичного креслення задаються певною сукупністю так званих опорних точок, то головною вимогою до цих ліній є забезпечення в опорних точках неперервності функції та її першої похідної.

Криві, що описують ватерлінії, шпангоути і батокси та отримані інтерполяцією опорних точок, мають бути інваріантними до повороту системи координат і залежати тільки від розташування опорних точок. Вони повинні також мати неперервну кривину, яка, в свою чергу, має в найбільшому ступені лінійно залежати від її довжини дуги. Поданим вище умовам задовольняє модифікована клотоїда.

Розглянемо ділянку кривої, яка визначається двома послідовними опорними точками  $x_i, y_i$  і  $x_{i+1}, y_{i+1}$ . Дотичні до кривої в цих точках мають кути нахилу до осі  $x$ , відповідно,  $\alpha_i$  і  $\alpha_{i+1}$ .

Запишемо рівняння клотоїди в наступному вигляді

$$x(s) = x_i + b_i \int_{-1}^s \cos \Phi_i(s) ds, \quad y(s) = y_i + b_i \int_{-1}^s \sin \Phi_i(s) ds, \quad (1)$$

де 
$$\Phi_i(s) = \varphi_i - \psi_i s + \gamma_i (s^2 - 1).$$

При цьому кути  $\varphi_i$  і  $\psi_i$  визначаються за виразами

$$\varphi_i = \frac{1}{2}(\alpha_i + \alpha_{i+1}); \quad \psi_i = \frac{1}{2}(\alpha_i - \alpha_{i+1}),$$

тобто вони залежать від кутів нахилу дотичних в суміжних точках.

Для побудови ділянки кривої між точками  $x_i, y_i$  і  $x_{i+1}, y_{i+1}$  необхідно знайти константи  $b_i$  і  $\gamma_i$ . Для визначення цих констант розглянемо ділянку кривої в координатній системі  $\bar{x}, \bar{y}$  з початком координат в точці  $x_i, y_i$ , що обертається на кут  $\eta_i$ , який є кутом нахилу до осі абсцис відрізка прямої, що з'єднує  $i$ -у та  $(i+1)$ -у точки модельованої кривої.

Можна легко побачити, що при  $s=1$  мають виконуватися наступні умови:

$$\bar{y}(1) = 0 = b_i \int_{-1}^1 \cos(\Phi_i(s) - \eta_i) ds; \quad (2)$$



$$\bar{x}(1) = d_i = b_i \int_{-1}^1 \sin(\Phi_i(s) - \eta_i) ds, \quad (3)$$

де

$$d_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}.$$

Оскільки  $d_i$  не дорівнює нулю, то і  $b_i$  не може дорівнювати нулю. В зв'язку з цим рівняння (2) може бути застосованим для ітеративного визначення константи  $\eta_i$ . Константа  $b_i$  визначається із рівняння (3). Сучасна комп'ютерна техніка дозволяє числовими методами визначати константи  $\eta_i$  і  $b_i$  без особливих проблем.

Для розрахунку за виразами (1) декартових координат точок кривої необхідно знати кути  $\alpha_i$  і  $\alpha_{i+1}$  нахилу дотичних в опорних точках. Ці кути також будемо визначати числовим методом. За перше наближення цих кутів, що дозволить розпочати процес їх пошуку, пропонується прийняти кути, які дорівнюють кутам нахилу відрізків прямих, що з'єднують попередню і наступну опорні точки.

Змодельовану з цими кутами кривої можна розглядати, як інтерполяційну криву вихідного наближення. Візуалізувавши цю криву, приходимо до висновку, що бажано поліпшити характер проходження кривої через опорні точки. Це є наслідком того, що моделювання кривої відбувалося без прийняття до уваги того факту, що в опорних точках кривина, розрахована наприкінці попередньої і на початку наступної ділянки має бути однаковою.

Для параметричної кривої, заданої рівняннями (1), кривина може бути визначена залежністю

$$k_i(s) = \frac{x'(s)y''(s) - y'(s)x''(s)}{(x'^2 + y'^2)^{3/2}} = \frac{2\gamma_i s - \psi_i}{b_i}. \quad (4)$$

Можна легко побачити, що кривина кривої, яка будується за залежностями (1), є лінійною функцією від параметра  $s$ . Дійсно, довжина кривої знаходиться за виразом

$$S_i(s) = \int_{-1}^s \sqrt{x'^2 + y'^2} ds = (1 + s)b_i. \quad (5)$$

З виразів (4) і (5) випливає, що довжина кривої є лінійною функцією параметра  $s$ , і в той же час, кривина збільшується або зменшується пропорційно її довжині.

Досягнення рівності кривини зліва і справа від опорних точок реалізуємо шляхом мінімізації функціоналу наступного вигляду

$$f = \sum_{i=1}^n (k_{i(s=1)} - k_{i+1(s=-1)})^2, \quad (6)$$

де  $n$  – кількість опорних точок.

В задачі мінімізації записаного функціоналу за параметри, які варіюються, приймаються кути нахилу дотичних у вузлових точках, з вказаним вище їх першим наближенням.

Для мінімізації функціоналу (6) застосовано високоефективний алгоритм, запропонований Хуком-Дживсом і розроблений для мінімізації функції багатьох змінних.

Розв'язання оптимізаційної задачі, пов'язаної з визначенням кутів нахилу дотичних в опорних точках, дозволило вирівняти в цих точках значення кривини, взятих на ділянках зліва і справа від опорних точок.

На рис. 1 для порівняння показані вихідна інтерполяційна крива (суцільна лінія) та крива, побудована з оптимальними значеннями кутів нахилу дотичних в опорних точках (штрихова лінія).

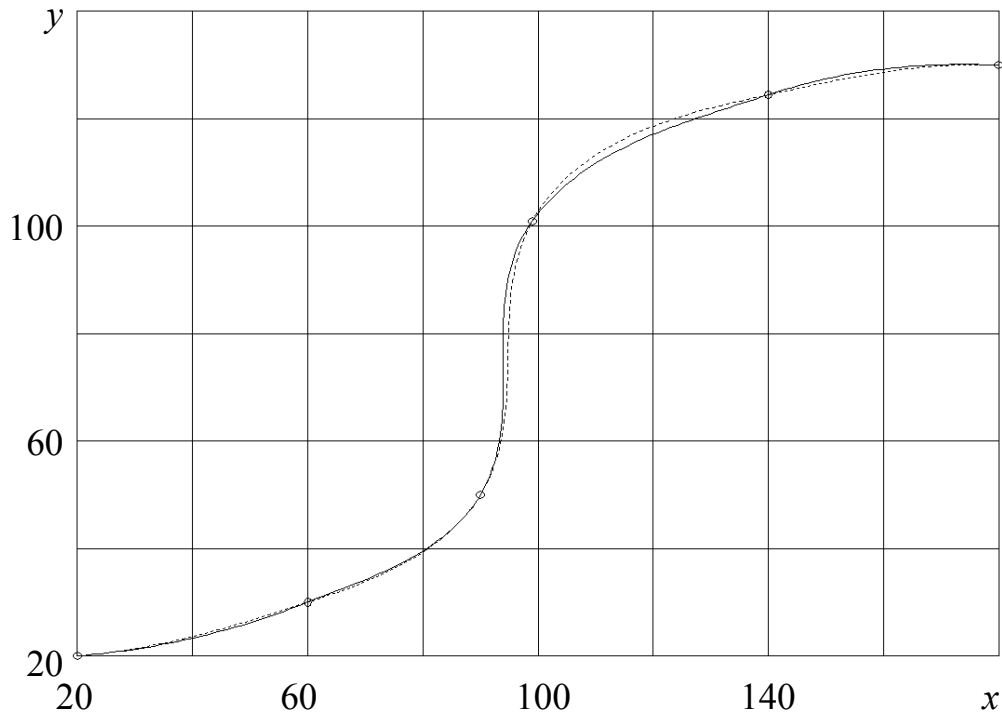


Рис. 1. Результати моделювання інтерполяційної кривої

Завдяки моделюванню інтерполяційної кривої з оптимальними значеннями кутів нахилу дотичних в опорних точках характер її проходження суттєво поліпшився.

На рис. 2 з метою підтвердження можливості застосування розробленого методу моделювання інтерполяційної кривої до побудови теоретичного креслення корпусу судна наведено його фрагмент, на якому зображено одну з ватерліній вантажного судна.

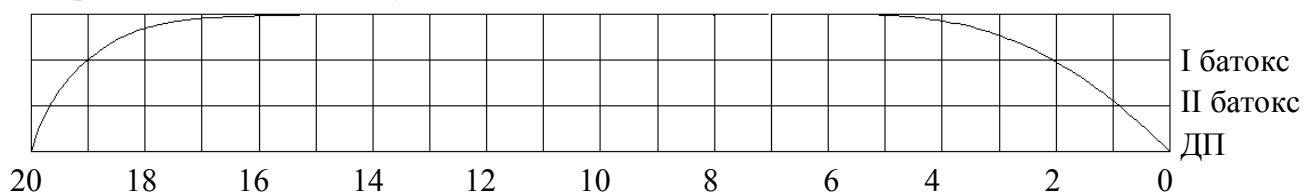


Рис. 2. Фрагмент теоретичного креслення корпусу судна

Практичною реалізацією доведена можливість моделювання кривих ліній із застосуванням удосконаленого методу визначення лінійних залежностей кривини від довжини дуги. Метод може бути застосованим при моделюванні корабельних кривих.

Матеріали надійшли: 05.10.2016

УДК 004.94

**Мельник О.В.**

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики  
Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В РАЗРЯДНОІМПУЛЬСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**

Проектування устаткування для розрядноімпульсних технологій передбачає аналіз і синтез процесів, що протікають як у всій установці в цілому, так і в окремих її блоках. При цьому потрібен детальний опис умов, виконання яких дозволить адекватно описати досліджуваний об'єкт формалізованою мовою на стадії моделювання, що дає змогу аналізувати різні моделі технологічних процесів та замінювати натурні випробування обчислювальним експериментом, тобто знижувати часові і матеріальні витрати на проектування. Крім того, при обчислювальному експерименті можна віртуально змінювати не тільки параметри технологічного режиму, а й конструктивні параметри установки, тобто застосовувати методи геометричного моделювання.

Для імпульсних технологічних процесів характерне наступне: наявність потужних висококонцентрованих потоків енергії; істотна нерівновага процесів; високі швидкості навантаження об'єкта обробки; наявність складного тепломасообміну; можливість існування декількох різних фаз в об'єкті обробки; зміна структури і властивостей об'єкта обробки в процесі навантаження.

Повне врахування цих характеристик в ідеалізованих і матеріальних моделях істотно ускладнює проектування, оптимізацію і контроль імпульсних технологічних процесів, а також створює великі труднощі при випробуваннях і налагодженні технологічних комплексів.

Характерні особливості імпульсних технологій обмежують можливості точного математичного опису процесів. Таким чином, повне врахування цих та інших особливостей, що характеризують імпульсні процеси, при моделюванні може виявитися неможливим. У цьому випадку використовують методи ідеалізації та абстрагування. Безумовно, що критерієм адекватності

одержуваної інформації про реальні процеси, що протікають в імпульсних системах, є натурний експеримент.

В багатьох розрядноімпульсних технологіях застосовується циліндрична розрядна камера з різноманітними електродними системами. Тому в доповіді розглядається модель електровибуху циліндричної симетрії. Наприклад, імпульсний вплив при очищенні свердловин здійснюється передачею імпульсу тиску стовпа води в свердловині її фільтру. Імпульс тиску передається фільтру у вигляді ударної і акустичних хвиль, які супроводжуються перехідними процесами.

Руйнівна дія ударних і акустичних хвиль, що генеруються розрядним каналом, використовується в установках очищення внутрішніх поверхонь труб. Руйнування твердих мінеральних відкладень відбувається за рахунок здвигової напруги і напруги розтягування, що виникає в них при взаємодії хвиль з кордонами розділу рідина-відкладення-труба і здатних їх відшарувати. Така ж технологія застосовується для розвальцьовування у трубних ґратах теплообмінників. Процес запресовки труб в трубних ґратах теплообмінних апаратів полягає в утворенні натягу між трубою і трубними ґратами після деформації їх імпульсним тиском, що створюється при електричному розряді або вибуху зволікання в спеціальному патроні, встановленому усередині труби.

Існує значна кількість робіт (їх огляд наведено в [4]), присвячених оцінці гідродинамічних течій при електричному розряді у воді (ЕРВ). Основними прийомом для відшукування аналітичного рішення гідродинамічних задач є застосування методу інтегральних перетворень (Фур'є, Лапласа, Ханкеля) до хвильового рівняння при одній або кількох змінних, що дозволяє отримати алгебраїчну систему рівнянь, або знизити розмірність вихідної системи диференціальних рівнянь. Стосовно до ЕРВ метод інтегральних перетворень використаний, наприклад, в [3]. Основні труднощі тут зустрічаються при зверненні відповідних інтегральних перетворень. Крім того, використання рівнянь лінійної акустики обмежено розглядом хвиль малої інтенсивності [4].

Найбільше поширення при інтегруванні системи рівнянь газової динаміки отримала явна кінцеворізнична схема С.К.Годунова [1], що дає можливість явно виділити поверхні розриву і добре адаптуватись до особливостей течій. Властивість консервативності схеми забезпечує задовільний рахунок розривних розв'язків і без виділення розривів. Тому схема С.К.Годунова знайшла широке застосування при вирішенні гідродинамічних задач, пов'язаних з електрогідроімпульсною технологією [2].

У доповіді розглядається застосування схеми Годунова до моделювання електричного розряду у порожнинах циліндричної форми. Передбачається, що в їх внутрішніх областях, заповнених рідиною, на осі симетрії виробляються електричні розряди. В доповіді наведено результати розрахунків тиску на внутрішній поверхні циліндричної оболонки та в її серединному перетині, при цьому варіювалася товщина циліндру.

### Список використаної літератури

1. **Годунов, С.К.** Численное решение многомерных задач газовой динамики [Текст] / С.К. Годунов. – М.: Наука, 1976. – 400 с.
2. **Барбашова, Г.А.** Расчет двумерного нестационарного течения жидкости при подводном электрическом взрыве проволочки конечной длины [Текст] / Г.А. Барбашова, А.В. Иванов. – Гидромеханика, 1986. – Вып. 53. – С. 16-19.
3. **Дыхта, В.В.** Метод интегральных преобразований в волновых задачах гидроакустики. [Текст] / В.В. Дыхта. – Киев: Наук, думка, 1981. – 288 с.
4. **Поздеев, В.А.** Прикладная гидродинамика электрического разряда в жидкости [Текст] / В.А. Поздеев. – Киев: Наук, думка, 1980. – 192 с.

*Матеріали надійшли: 09.10.2016*

УДК 004.94

**Мельник В.А.**

доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **РОЗВ'ЯЗАННЯ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ ГІДРОАКУСТИКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТУ ПРОГРАМ "FEMLAB"**

Математичний пакет FEMLAB – потужне інтерактивне середовище для моделювання і розв'язання наукових і технічних проблем, заснованих на диференціальних рівняннях в часткових похідних [1]. В доповіді розглянуті методи моделювання крайових задач дифракції і інтерференції акустичних хвиль в системі FEMLAB, представлена математична модель інтерференції двох точкових джерел, зроблена візуалізація інтерференційної картини.

Вважається, що на плоский екран з двома отворами падає плоска акустична хвиля. Дифракція хвилі на отворах породжує, в свою чергу, два джерела акустичних хвиль, які взаємодіють між собою і створюють інтерференційну картину.

Рідина вважається ідеальною, стискаємою і її рух описується хвильовим рівнянням[2].

В роботі розглядається способи завдання двовимірного рівняння у FEMLAB і завдання крайових умов для дифракційної задачі і для задачі випромінювання. Для розв'язання задач будується кінцевоелементна сітка і задачі розв'язуються методом кінцевих елементів.

До того ж у FEMLAB є зручний засіб візуального відображення області існування рішення крайової задачі. Найбільш поширені способи візуалізації – двовимірні поверхневі графіки, перетини, ізоповерхні, контурні графіки.

У FEMLAB є також засоби експорту різних даних в робочу область MATLAB. Це дає можливість для обробки цих даних застосовувати функції командного рядка, що забезпечують доступ до всіх засобів FEMLAB і MATLAB [1]. У діалогових вікнах є кнопки і перемикачі, що забезпечують експорт моделей безпосередньо в інші інструментальні засоби MATLAB, такі як Simulink і Control System Toolbox.

При вирішенні PDE, які описують модель, в FEMLAB застосовуються кінцевоелементні методи. Програмне забезпечення пакету підтримує кінцевоелементну технологію разом з адаптивним побудовою сітки і контролем помилок при роботі з різними чисельними рішеннями.

Підсистема GUI FEMLAB містить набір геометричних інструментальних засобів (CAD) для одновимірного, двовимірного і тривимірного моделювання. У цьому інтерфейсі є засіб автоматичної генерації кінцевоелементної сітки для будь-якої геометрії.

Після завершення рішення автоматично включається режим Postprocessing [Режим постобробки], в якому можна спостерігати результати обчислення. Вручну цей режим можна включити відповідною кнопкою – або командою Postprocessing > Plot parameters. Типово візуалізація проводиться у вигляді поверхні, спроектованої на площину.

Отже, при моделюванні взаємодії двох точкових джерел гідроакустичних хвиль можна отримати характерну просторову інтерференційну картину, яка близька до тієї, що виходить фізично. У меню Postprocessing > Plot parameters > Animate можна записати відеоролик у форматі avi про зміну гідроакустичного поля у часі.

### **Список використаної літератури**

1. **Синицкий, С.Л.** Краткое руководство по Femlab [Текст] / С.Л. Синицкий. – Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2009 – 354 с.
2. **Шендеров, Е.Л.** Волновые задачи гидроакустики [Текст] / Е.Л. Шендеров. – Л.: "Судностроение", 1972. – 352 с.

*Матеріали надійшли: 09.10.2016*

УДК 514.18

**Борисенко В.Д.**

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Друзь Є.І.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **МЕТОД АНАЛІТИЧНОГО ПОДАННЯ СКЕЛЕТНИХ ЛІНІЙ ПРОФІЛІВ ЛОПАТОК ОСЬОВИХ КОМПРЕСОРІВ**

При розробці проектів потужних газотурбінних двигунів суттєва увага приділяється проектуванню рухомих і нерухомих лопаткових апаратів осьових компресорів, в яких відбуваються основні енергетичні перетворення, пов'язані зі стискуванням повітря.

Складна просторова форма закручених лопаток осьових компресорів задається деякою сукупністю профілів плоских їх перерізів, які розташовують певним чином по висоті проточної частини.

Аеродинамічний профіль плоского перерізу лопатки компресора утворюється обводами спинки, коритця (угнутою ділянкою), вхідної та вихідної кромки. Обводи спинки і коритця, як правило, отримують шляхом вигину добре відпрацьованих симетричних або асиметричних профілів вздовж так званої скелетної (середньої) лінії. Профілі плоских перерізів лопаток компресорів відрізняються видом рівняння скелетної лінії або формою контуру спеціального аеродинамічного профілю.

Метою цієї роботи є розробка аналітичного виразу рівняння, яким можна описувати скелетні лінії профілі плоских перерізів лопаток осьових компресорів.

Зазначимо, що скелетну лінію будемо будувати у відносних координатах, тобто варіювання координати  $x$  буде виконуватися в межах від 0 до 1.

Опишемо скелетну лінію поліноміальною кривою, рівняння якої візьмемо у наступному вигляді

$$(x - h)^2 = 4a(y'' - k)$$

або інакше

$$y'' = \frac{1}{4a}(x - h)^2 + k,$$

де  $h$  – параметр, який на осі абсцис визначає розміщення точки, де друга похідна має сягати максимальної (мінімальної) величини;  $k$  – значення другої



похідної, яке треба досягти в цій точці. Обидва ці параметри мають визначатися в процесі моделювання скелетної лінії.

Подвійним інтегруванням можна отримати вираз для першої похідної, а потім вираз для функції

$$y' = \frac{1}{12}(x-h)^3 + kx + b;$$

$$y = \frac{1}{48}(x-h)^4 + \frac{k}{2}x^2 + bx + c.$$

В початковій точці скелетної лінії координати  $x$  і  $y$  дорівнюють нулю. Це надає можливість визначити коефіцієнт  $c$

$$c = -\frac{h^4}{48a}.$$

В цій же точці відомий кут  $\alpha_1$  нахилу дотичної, який визначається умовами течії робочої речовини. Маючи цей кут можна знайти коефіцієнт  $b$

$$b = \frac{h^3}{12a} + \operatorname{tg}\alpha_1.$$

При моделюванні скелетної лінії будемо прагнути отримати в початковій точці максимальне значення другої похідної. Позначимо це значення літерою  $T$ , тобто  $y'' = T$ . Значення  $T$  будемо вводити з вихідними даними. За цих обставин можна визначити невідомий до цього моменту коефіцієнт  $k$ :

$$k = -\frac{h^2}{4a(1-T)}.$$

З цього виразу випливає, що максимальне значення другої похідної в початковій точці не може дорівнювати одиниці.

Переходимо до кінцевої точки, в якій  $x = 1$ , кут нахилу дотичної дорівнюватиме  $\alpha_2$ , максимальне значення другої похідної позначимо літерою  $V$ .

Маючи кут нахилу дотичної до скелетної лінії в кінцевій точці, можна знайти вираз для розрахунку невідомого коефіцієнта  $a$ :

$$a = \frac{1}{4(\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2)} \left( \frac{T}{1-T} + h^2 - \frac{1}{3} \right).$$

І, нарешті, оцінивши в кінцевій точці величину другої похідної, можна визначити параметр  $h$ :

$$h = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{1-V}{1-T}}}$$

Проаналізуємо вплив значень других похідних в початковій і кінцевій точках на скелетну лінію і визначимо певні наслідки від того, які значення вони прийматимуть. Вище відмічалось, що друга похідна в початковій точці не може дорівнювати одиниці, бо не існуватимуть параметри  $k$ ,  $h$  і  $a$ . Щодо  $h$ , можна також додати, що при  $V = 1$  і  $T = -2$  цей параметр розрахувати неможливо. Це свідчить про те, що при виборі значень других похідних в початковій і кінцевій точках скелетної лінії треба підходити зважено.

Зазначимо, що, на перший погляд, певні негарзди можливі за умови рівності кутів нахилу дотичних до скелетної лінії в початковій і кінцевій її точках. Подібний висновок можна зробити, дивлячись на вираз для визначення коефіцієнта  $a$ . По-перше, ці кути не повинні дорівнювати  $90^\circ$ , а по-друге, кути  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  ніколи не можуть бути рівними один одному і тим паче бути рівними  $90^\circ$ . Подібний висновок впливає з теорії компресорних решіток.

З метою підтвердження працездатності запропонованого методу аналітичного подання скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів на рис. 1 і 2 наведені графічні результати моделювання вказаних ліній. Всі лінії побудовані з кутами  $\alpha_1 = 55^\circ$  і  $\alpha_2 = 10^\circ$ .

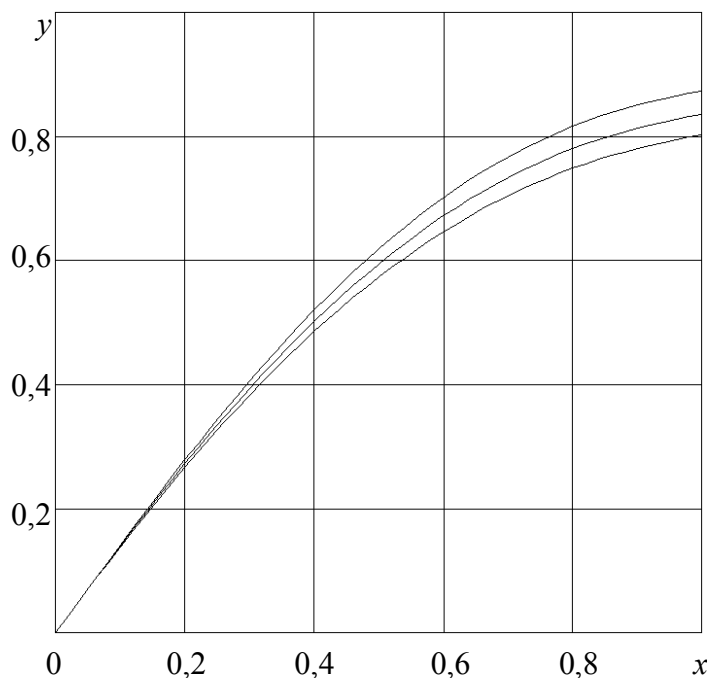


Рис. 1. Вплив параметра  $T$  на скелетні лінії

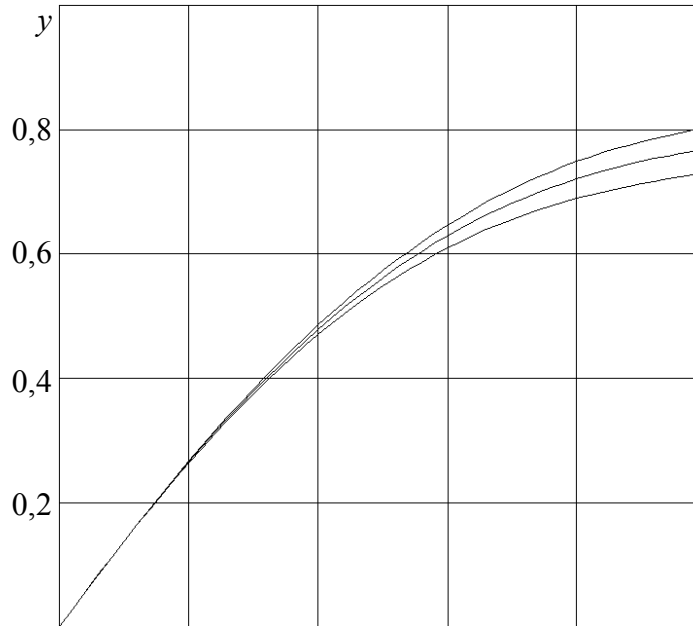


Рис. 2. Вплив параметра  $V$  на скелетні лінії

Результати, наведені на рис. 1, демонструють вплив параметра  $T$  на характер проходження скелетних ліній. Цей параметр змінювався від 0 до 0,5 з кроком 0,25. Параметр  $V$  залишався незмінним і був рівним 0,5. Верхня крива побудована з параметром  $T = 0$ , нижня – з параметром  $T = 0,5$ .

На рис. 2 можна побачити вплив параметра  $V$  на характер проходження кривих. Параметр  $T$  залишався незмінним і був рівним 0,5. Параметр  $V$  змінювався в межах від 0 до 0,5 з кроком 0,25. Нижня крива відповідає параметру  $V$ , якій дорівнює 0, а верхня – параметру  $V=0,5$ . Характерно, що нижня крива на рис. 1 і верхня крива на рис. 2 збігаються, оскільки вони розраховувалися з однаковими значеннями параметрів  $T$  і  $V$ .

*Матеріали надійшли: 09.10.2016*

УДК 519.63:004.9

**Рукавишников Д.В.**

старший преподаватель кафедры инженерной механики и технологии машиностроения  
Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (г. Николаев)

## ПРОТОТИП РАСЧЕТА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА БАЗЕ MICROSOFT EXCEL

Метод конечных элементов в настоящее время является наиболее универсальным инструментом численного анализа прочностных свойств конструкций. Вместе с тем, разработка программных алгоритмов несколько отличается от таковых с использованием метода конечных разностей.

При решении плоской задачи теории упругости делается допущение, что все перемещения точек тела происходят в плоскости XY. Матрицы жесткости для каждого треугольного элемента определяются из матричного уравнения [1, 2, 4]:

$$[k] = [B]^T [D] [B] t \Delta,$$

где  $B$  – матрица градиентов;  $D$  – матрица упругости изотропного материала для плоской задачи;  $t$  – толщина элемента;  $\Delta$  – площадь треугольного элемента.

Для плоской задачи матрица упругости имеет вид:

$$[D] = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix},$$

Матрица градиентов для плоского треугольного элемента:

$$B = \begin{bmatrix} y_{jm} & 0 & y_{mi} & 0 & y_{ij} & 0 \\ 0 & x_{mj} & 0 & x_{im} & 0 & x_{ji} \\ x_{mj} & y_{jm} & x_{im} & y_{mi} & x_{ji} & y_{ij} \end{bmatrix},$$

где  $x_{ij} = x_i - x_j$ ;

$x_i, y_i$  – координаты  $i$ -го узла треугольного элемента.

Прототип расчетной системы представляет собой рабочий лист Microsoft Excel. При этом для каждого элемента на рабочем листе вычисляются матрицы жесткости и коэффициенты СЛАУ перемещения узлов. Это позволило обойтись без применения программирования. Вместе с тем, система имеет серьезные ограничения на объем исходных данных: не более 20 узлов и не

более 30 треугольников, один узел может входить в состав не более 8-ми треугольников (рис. 1).

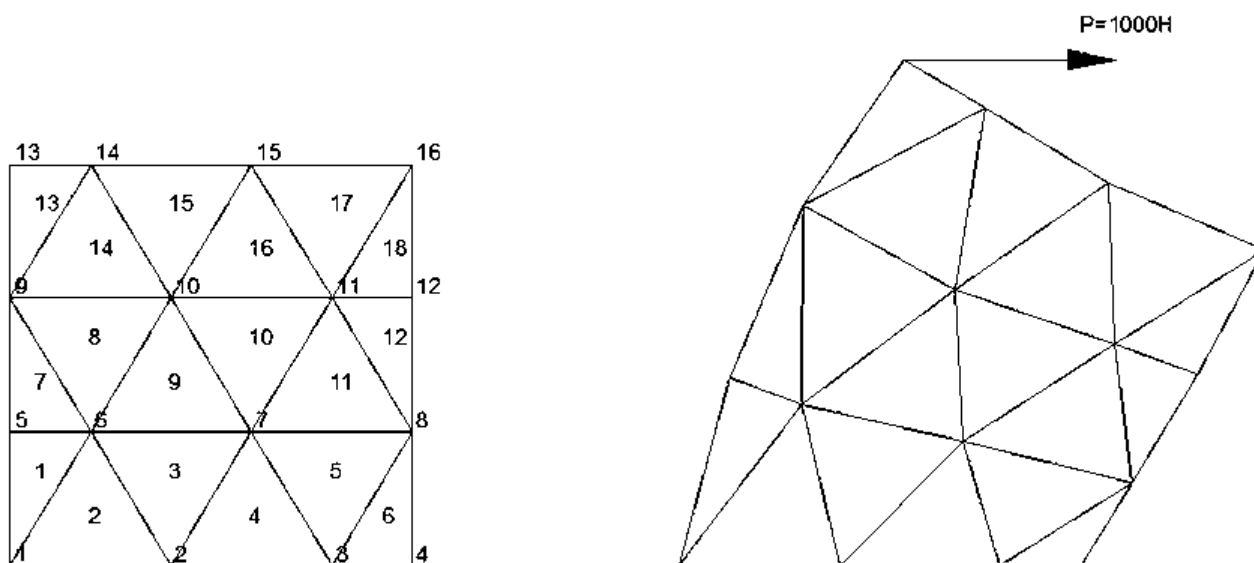


Рис. 1. Пример расчета деформаций при помощи прототипа

Применение прототипа при отладке позволило в дальнейшем разработать программу на языке C++ для решения плоской задачи теории упругости. Контрольные расчеты показали адекватность получаемых результатов.

#### Список использованной литературы

1. **Дарков, А.В.** Строительная механика [Текст] / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников // [8-е изд. перераб. и дополн.]. – М.: Высшая школа, 1986. – 607 с.
2. **Зенкевич, О.** Метод конечных элементов в технике [Текст] / О. Зенкевич. – М.: Мир, 1975. – 543 с.
3. **Уокенбах, Джон** Excel 2003. Библия пользователя [Текст] / Джон Уокенбах // [Пер. с англ.]. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 768 с.
4. **Liu, G.R.** The Finite Element Method: A practical course [Text] / G.R. Liu, S.S. Quek. – Oxford: Elsevier Science Ltd., 2003. – 348 p.

*Матеріали надійшли: 10.10.2016*

УДК 514.18

**Шевченко С.М.**

начальник курсу факультету пожежної безпеки

Національний університет цивільного захисту України (м. Харків)

## РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПРОФІЛЮ ВІДБИВАЧА ПОЖЕЖНОГО СПОВІЩУВАЧА ДИМУ

*Розглянуто спосіб розрахунку відбивачів пожежних сповіщувачів диму, профіль чутливих елементів яких визначається фокальною лінією неточкового приймача променів.*

*Ключові слова: сповіщувач диму, наноконпозиційні матеріали, відбивальна система, фокальна лінія.*

Для протипожежного захисту майна звичайно застосовують фотоелектричні сповіщувачі диму [1]. Сучасні розробки сповіщувачів диму використовують наноконпозиційні матеріали, що визначають основу нового типу хімічних сенсорів "електронний ніс" [2].

Принцип дії наносенсорних чутливих датчиків заснований на зміні електропровідності наноконпозиційної плівки під дією парів речовини (рис. 1).

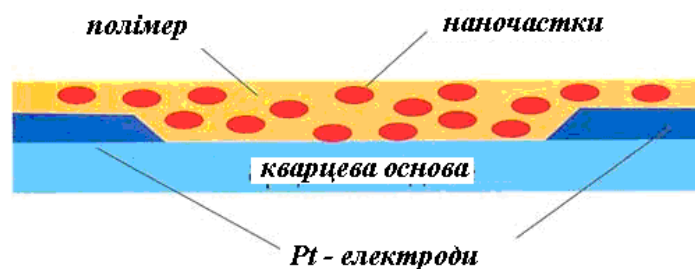


Рис. 1. Схема чутливої частини сповіщувача диму

Для підвищення ефективності дії сповіщувачів з наноконпозиційними матеріалами доцільно доповнити їх конструкції пристроями для концентрування часток диму на чутливій поверхні датчика. На рис. 2 наведено можливу схему наносенсорного сповіщувача диму.

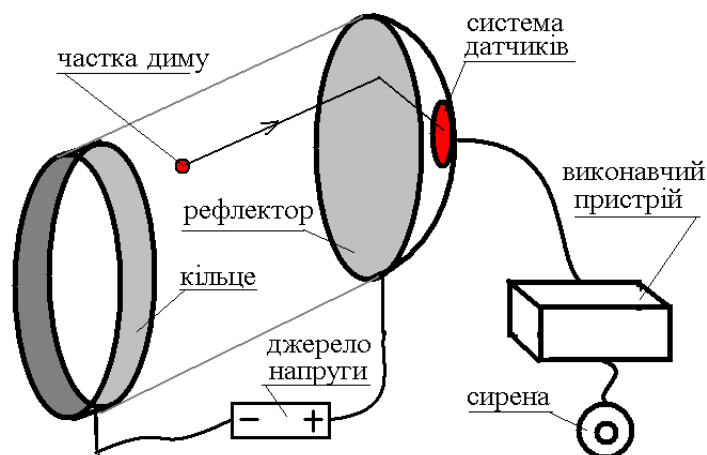


Рис. 2. Схема наносенсорного сповіщувача диму

Принцип його дії полягає у такому. Частка диму (розміром 5-10 мкм [3, 4]) розганяється в електричному полі, створеного різницею потенціалів між кільцем і відбивачем (діаметр кільця 50-70 мкм). Після механічного відбиття частка попадає до системи датчиків і реєструється виконавчим пристроєм.

Звідси слідує актуальність геометричної проблеми – розрахувати форму відбивача так, щоб спрямований на неї паралельний потік часток диму сконцентрувався на активній поверхні датчика наперед обраної форми. Враховуючи, що відбивачем планується обирати поверхню обертання, то далі розглядається хід променів (тобто траєкторій руху частки) у осевому перетині цієї поверхні.

В даній роботі показано, що для опису профілю  $y = f(x)$  відбивача, здатного зосередити відбиті промені по заданому профілю чутливого елемента слід розв'язати диференціальне рівняння виду

$$\frac{df(x)}{dx} = \frac{f(x) - y_S + \sqrt{(x - x_S)^2 + (f(x) - y_S)^2}}{x - x_S} \quad (1)$$

У наведеному прикладі (рис. 3) вважається, що падаючі промені паралельні і направлені "назустріч" осі  $Ox$  (на рисунках не показано).

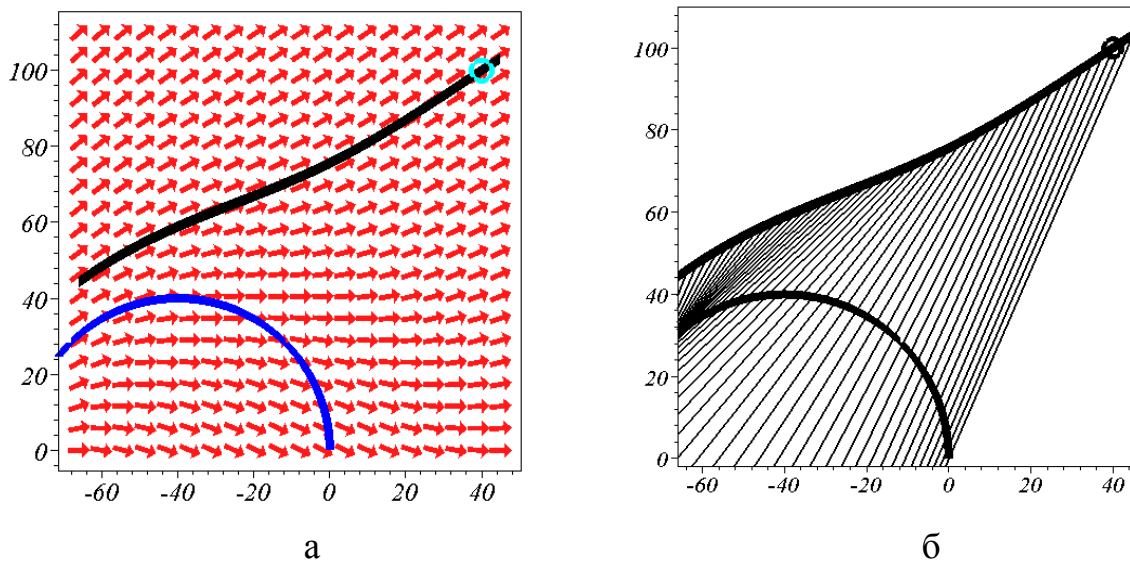


Рис. 3. Поле ізоклін і відбивальна крива (а), та сім'я відбитих від неї променів (б)

Було складено програму побудови просторових зображень відбивальних поверхонь. На рис. 4 у якості прикладу наведено одержане аксонометричне зображення відбивальної поверхні та чутливого сферичного елемента.

Отже, диференціальне рівняння (1) дозволяє визначити криву, здатну "переломити" направлені на неї паралельні промені так, що відбиті промені досягнули фокальної лінії обраної форми. Рівняння (1) можна використати при

розрахунку відбивачів пожежних сповіщувачів диму, чутливий профіль якого визначається фокальною лінією неточкового приймача променів.

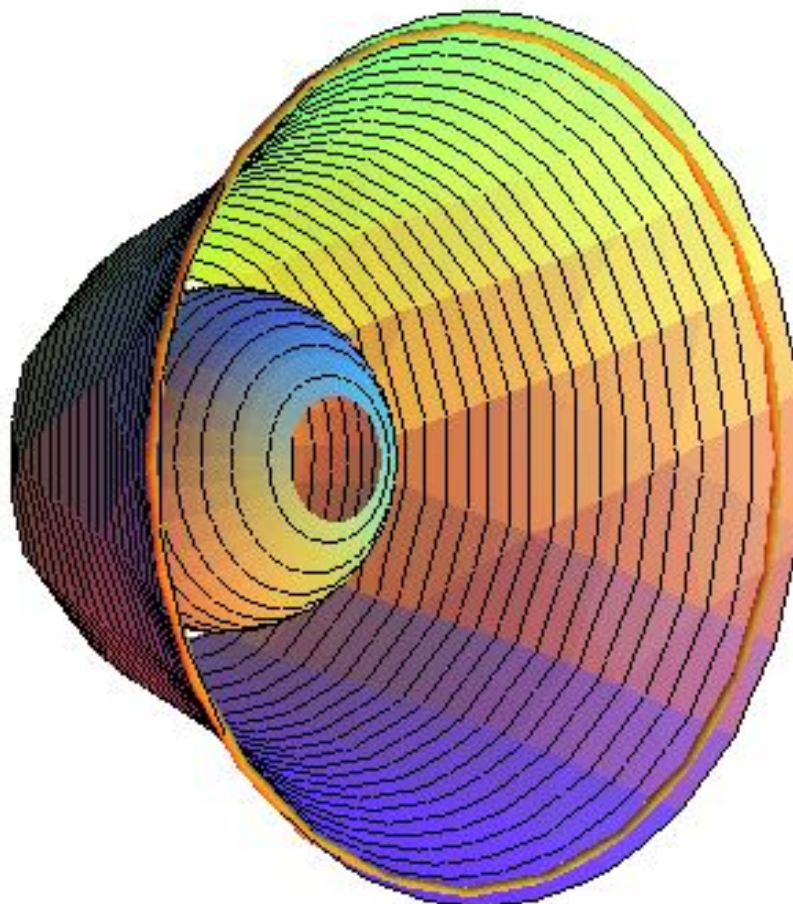


Рис. 4. Відбивальна поверхня та датчик

### Список використаної літератури

1. **Детектори** диму [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.asutpp.ru/datchiki/datchik-pozharnoj-signalizacii.html>
2. **Яблоков, М.** Комбинированный пожарный извещатель для сверхраннего обнаружения очагов возгорания [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://house-control.org.ua/article/3500/m--yablokov--kombinirovannyy-pojarnyy-izveshatel-dlya-sverhannego-obnarujeniya-ochagov-vozhgoraniya-/>

*Матеріали надійшли:* 10.10.2016



УДК 621.165

**Борисенко В.Д.**

професор кафедри комп'ютерної інженерії

**Устенко С.А.**

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЛІНІЙНИХ ОБВОДІВ ПРОФІЛІВ ЛОПАТОК ОСЬОВИХ ТУРБІН

При проектуванні газових турбін однією з найважливіших задач є створення лопаткових апаратів їх проточних частин, які мають забезпечувати високі економічні показники. Тому питанню розробки нових ефективних методів профілювання турбінних лопаток приділяється велика увага [1, 2, 4 – 6].

Зараз широко використовуються різні аналітичні методи побудови обводів профілів лопаток турбін. Вони відрізняються між собою, головним чином, рівняннями, покладеними в їх основу. Так, в ряді методів профілювання використовують поєднання дуг кіл, еліпсів, парабол, гіперболічних спіралей, лемніскат. В інших методах застосовуються степеневі поліноми в поєднанні з дугами кіл, що описують вхідну і вихідну кромки профілю.

У цій роботі пропонується дещо інший підхід до вирішення задачі моделювання обводів профілю турбінної лопатки, який базується на використанні лінійної залежності кривизни кривої від довжини дуги їх обводу.

При моделюванні решітки турбінних профілів використовуються геометричні параметри, зміст яких зрозумілий і не вимагає особливого пояснення (рис. 1).

Координати центрів кромки  $O_1$  і  $O_2$ , точок дотику  $C_1, C_2$  для спинки і  $K_1, K_2$  для коритця профілю визначаються з елементарних міркувань, виходячи із заданих значень геометричних параметрів. Точка  $C_3$  знаходиться в горлі міжлопаткового каналу. На її положення, крім інших відомих параметрів, су-громадської впливає кут вигину вихідної кромки  $\delta$ .

Точка  $K_3$ , виходячи з умови забезпечення максимальної товщини профілю  $c_m$ , яка визначається колом радіуса  $c_m/2$ , береться діаметрально протилежно точці  $A$  торкання спинки

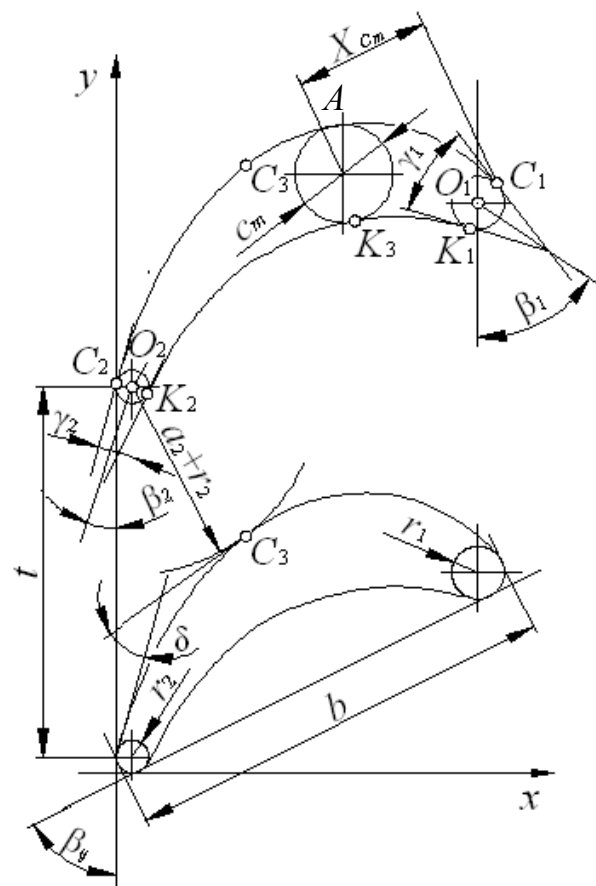


Рис. 1. Решітка профілів

профілю з колом радіуса  $c_m/2$ . При цьому кут нахилу дотичної в точці  $K_3$  приймається рівним куту нахилу дотичної в точці, в якій коло радіуса  $c_m/2$  торкається спинки профілю, тобто в точці  $A$ .

Як впливає з розгляду рис. 1, спинку профілю лопатки необхідно провести через точки її дотику з вхідною  $C_1$  і вихідною  $C_2$  кромками, а також точку  $C_3$ , що знаходиться в горлі міжлопаткового каналу.

Моделювання обводу спинки профілю виконаємо, базуючись на ідеях роботи [3]. Обвід спинки складається з двох ділянок  $C_1C_3$  і  $C_3C_2$ . Будемо вважати точку  $C_2$  першою, точку  $C_3$  – другою, точку  $C_1$  – третьою. У всіх цих точках відомі кути нахилу дотичних, які є кутами входу і виходу потоку, відповідно, в точках  $C_1$  і  $C_2$ , кут в точці  $C_3$  в значному ступені визначається величиною кута  $\delta$  відгину кута вихідної ділянки обводу спинки.

Обвід спинки опишемо рівнянням клотоїди, взятому у такому вигляді

$$x(s) = x_i + b_i \int_{-1}^s \cos \Phi_i(s) ds, \quad (1)$$

$$y(s) = y_i + b_i \int_{-1}^s \sin \Phi_i(s) ds,$$

де 
$$\Phi_i(s) = \varphi_i - \psi_i s + \gamma_i (s^2 - 1).$$

При цьому кути  $\varphi_i$  і  $\psi_i$  визначаються за виразами

$$\varphi_i = \frac{1}{2}(\alpha_i + \alpha_{i+1}); \quad \psi_i = \frac{1}{2}(\alpha_i - \alpha_{i+1}),$$

тобто вони залежать від кутів нахилу дотичних в суміжних точках.

Значимо, що у виразах (1) під  $x_i, y_i$  розуміються зазначені вище точки  $C_i$ , а під кутами  $\alpha_i$  – кути нахилу дотичних у цих точках.

Константи  $b_i$  і  $\gamma_i$  для першої і другої ділянок обводу спинки знаходяться у відповідних локальних системах координат, які проходять через точки  $x_i, y_i$  і  $x_{i+1}, y_{i+1}$ . Для визначення цих констант розглянемо ділянку кривої в координатній системі  $\bar{x}, \bar{y}$  з початком координат в точці  $x_i, y_i$ , що обертається на кут  $\eta_i$ , який є кутом нахилу до осі абсцис відрізка прямої, що з'єднує  $i$ -у та  $(i+1)$ -у точки модельованої кривої.

При  $s = 1$  виконуються наступні умови:

$$\bar{y}(1) = 0 = b_i \int_{-1}^1 \cos(\Phi_i(s) - \eta_i) ds; \quad (2)$$

$$\bar{x}(1) = d_i = b_i \int_{-1}^1 \sin(\Phi_i(s) - \eta_i) ds, \quad (3)$$

де 
$$d_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}.$$

Оскільки  $d_i$  дорівнює довжині відрізка, що з'єднує дві суміжні точки, то він не є відрізком нульової довжини. За цих обставин константа  $b_i$  також не дорівнює нулю. В зв'язку з цим рівняння (2) можна застосувати для ітеративного визначення константи  $\eta_i$ . Константа  $b_i$  визначається із рівняння (3).

Таким чином, визначені всі невідомі для розрахунку за виразами (1) декартових координат точок кривої обводу спинки.

Треба також додати, що для високошвидкісної течії робочої речовини в міжлопатковому каналі, бажано, щоб в точці  $C_3$  кривина кривої була неперервною функцією. Ця обставина може вимагати уточнення величини кута нахилу дотичної в горлі каналу, тобто в точці  $C_3$ .

У сучасній літературі з теорії турбін не існує чітких рекомендацій для вибору кута  $\delta$ , відомо тільки, що цей кут не має перевищувати деякої граничної величини. Це дає можливість в певних межах варіювати величиною цього кута. Тому можна організувати обчислювальний процес для знаходження такого кута  $\delta$ , щоб вирівняти в точці  $C_3$  кривину, розраховану наприкінці ділянки  $C_2C_3$  і на початку ділянки  $C_1C_3$ . Вирівнювання кривини реалізується шляхом мінімізації функціоналу, яким виступає різниця кривини на цих ділянках обводу спинки профілю.

Обвід коритця профілю моделюється аналогічно, для чого розглядаються ділянки  $K_2K_3$  і  $K_3K_1$ .

На завершення слід зазначити, що викладений в даній роботі метод дозволяє моделювати профілі плоских перерізів лопаток осьових газових турбін в широкому діапазоні зміни геометричних параметрів. Подальші зусилля в справі відпрацювання профілів слід сконцентрувати на їх дослідженні із застосуванням сучасних пакетів обчислювальної газодинаміки.

### Список використаної літератури

1. **Аронов, Б.М.** Профилирование лопаток авиационных газовых турбин [Текст] / Б.М. Аронов, М.И. Жуковский, В.А. Журавлев. – М.: Машиностроение, 1975. – 192 с.
2. **Бойко, А.В.** Аэродинамика проточной части паровых и газовых турбин: расчеты, исследования, оптимизация, проектирование [Текст] / А.В. Бойко, А.В. Гаркуша. – Харьков: ХГПУ, 1999. – 360 с.
3. **Борисенко, В.Д.** Моделювання кривих теоретичного креслення корпусу судна [Електронний ресурс] / В.Д. Борисенко, І.В. Устенко // Дивись цей збірник. – С. 47-49.
4. **Левенберг, В.Д.** Аналитическое профилирование турбинных решеток для системы автоматизированного проектирования [Текст] / В.Д. Левенберг, В.Д. Борисенко, Л.А. Гильмутдинов. – Николаев: НКИ, 1980. – 51 с.
5. **Поликарпов, А.Л.** Применение составных кривых Безье для построения решеток турбинных профилей [Текст] / А.Л. Поликарпов // ИВУЗ "Энергетика". – 1991. – № 3. – С. 89–93.
6. **Pritchard, L.J.** An eleven parameter axial turbine airfoil geometry model [Text] / L.J. Pritchard // ASME paper. – 1985. – 85-GT-219. – 12 p.

*Матеріали надійшли: 10.10.2016*

УДК 514.18

**Колосов О.Є.**

професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

## **ДО ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ КАПІЛЯРНО-ПОРИСТОГО СЕРЕДОВИЩА НА ОСНОВІ ОРІЄНТОВАНИХ ВОЛОКНИСТИХ НАПОВНЮВАЧІВ**

*Обґрунтовано вибір геометричної моделі капілярно-пористого середовища на основі орієнтованих волокнистих наповнювачів, що просочуються рідкими полімерними зв'язуючими.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, полімер, проектування.*

**Вступ.** Для розуміння механізму й успішної розробки просочувальних і сушильних операцій та реалізуючого їх технологічного устаткування при одержанні намотувальних конструкцій із композитів на основі полімерних матриць (епоксидних зв'язуючих – ЕЗ) і орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) у вигляді ровінгів, джгутів, тканин тощо, первинне значення має вивчення всього комплексу "елементарних" явищ перенесення рідини і вологи, складаючих фізичну сутність реальних операцій просочення і сушіння капілярно-пористих середовищ (тіл) [1]. Це реалізується за допомогою вибору відповідних геометричних (фізичних) моделей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Що стосується аспектів моделювання параметрів технологічних операцій, а саме технології просочення, то окрім прямих фізико-хімічних методів, для опису процесів перенесення просочувальної рідини і вологи в цих технологіях використовуються і розвиваються нові модельні фізико-математичні і процедурно-комп'ютеризовані підходи, що реалізуються, зокрема, з використанням геометричних (структурних) моделей [1]. Їх аналізу присвячено дане дослідження.

**Постановка проблеми.** Завданням проведених досліджень було обґрунтування вибору геометричної моделі капілярно-пористого середовища на основі ОВН, що просочуються рідкими полімерними зв'язуючими.

### **Обговорення отриманих результатів.**

Вибір геометричної моделі капілярно-пористого середовища на основі ОВН базується на:

1) структурно-мережевих моделях пористого і корпускулярного середовища різних структур – "Pore Network Models" (випадкові, регулярні й ін. решітки і упаковки);

2) методології і математичному апараті теорії перколяції (percolation – просочування); для наших завдань – це розгляд умов протікання – перенесення рідини або газу залежно від статистичних характеристик решіток, що моделюють дисперсне або пористе середовище (перколяція по зв'язках, перколяція по вузлах);

3) кластерному аналізу (cluster – пучок, зв'язка) – це статистичне виявлення відособлених структур; у задачах перенесення вивчаються об'єднання – кластери провідних ділянок, часток, молекул й ін., їх розміри, характеристики і зв'язок з переносними властивостями середовища; різновиди кластерного підходу давно використовувалися в завданнях класифікаційного аналізу; зараз термін "кластер" став модним і застосовується в самих різних галузях – від молекулярних процесів до економіки і політики;

4) фрактальному аналізу – "Fractal Theory" (fractus – дроблений) – це моделювання і вивчення властивостей геометричних елементів (ліній, поверхонь, об'ємних утворень), що враховує зміну довжини, площі, об'єму при зміні масштабу виміру.

Причому всі вищеперелічені чотири підходи часто використовуються спільно, або у довільній комбінації.

Що стосується аспектів детерміації геометричної (фізичної) моделі капілярно-пористих тіл на основі ОВН, то слід зазначити, що волокнисту структуру таких тіл в загальному випадку не можна розглядати як просту суму лінійних капілярів з однаковим поперечним перетином, оскільки капіляри у волокнистих системах істотно відрізняються від циліндричних трубок. До того ж, як правило, капіляр не буде круглим, а його стінки гладкими.

Форма і площа поперечного перетину капілярів можуть змінюватись у широких межах по його довжині для реальних наповнювачів. Крім того, капіляри можуть розгалужуватися, змикатися, закінчуватися тупиками (при просочуванні таких капілярів утворюється так званий "пляшковий ефект"), або порами великого об'єму.

Крім цього, шорсткуватість стінок капілярів викликає так званий "капілярний гістерезис". Останній сприяє прискоренню просочування при використанні складів зв'язуючих, що добре змочують, і навпаки, сповільненню просочування при використанні складів, що погано змочують. До того ж більшість капілярів у волокнистих системах не закриті з боків і мають відгалуження. Це обумовлює доцільність застосування статистичних підходів до визначення параметрів адекватної геометричної (фізичної) моделі ОВН.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Було проаналізовано передумови до вибору геометричної моделі, що надалі використовується для детермінації уточненої математичної моделі технологічного процесу просочування волокнистих наповнювачів полімерними рідинами, а саме ЕЗ, з використанням класичної теорії фільтрації для ламінарної течії в'язкої неньютонівської рідини, що не стискується. Обґрунтована доцільність застосування статистичних підходів до визначення параметрів адекватної геометричної (фізичної) моделі ОВН.

### Список використаної літератури

1. **Колосов, О.Є.** Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК "Політехніка", 2015. – 295 с.

*Матеріали надійшли: 14.10.2016*

УДК 514.18

**Колосов О.Є.**

професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

## **ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ АДЕКВАТНОЇ СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ ОРІЄНТОВАНИХ ВОЛОКНИСТИХ НАПОВНЮВАЧІВ**

*Проаналізовано деякі підходи до вибору адекватної геометричної (структурної) моделі капілярно-пористого середовища на основі орієнтованих волокнистих наповнювачів, що просочуються рідкими полімерними зв'язуючими.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, структура, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, полімер, проектування.*

**Вступ.** Прогнозування кінетики технологічного процесу просочування орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) полімерними (епоксидними) зв'язуючими (ЕЗ) базується, перш за все, на аналізі геометричних параметрів структури ОВН [1]. Це свідчить про необхідність детермінування її параметрів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Базовим питанням при детермінуванні параметрів кінетичного рівняння процесу просочування є коректне знаходження структурних характеристик геометричної (фізичної) моделі ОВН, на основі якої отримують шукане рівняння, а саме пористості  $\varepsilon$ , питомої внутрішньої поверхні  $S_{уд}$  та ефективного (гідравлічного) капілярного радіусу  $r_{ef}$  того чи іншого типу використовуваного для просочування ОВН. Це обумовлює актуальність аналізу наявних чи розроблених потенційних підходів [1].

**Постановка проблеми.** Завданням проведених досліджень було аналіз деяких розроблених підходів до визначення параметрів геометричної моделі капілярно-пористого середовища на основі ОВН, що просочуються рідкими полімерними зв'язуючими.

**Обговорення отриманих результатів.** При побудові структурної (фізичної) моделі ОВН було розроблено чотири підходи до визначення її параметрів, зокрема, ефективного (гідравлічного) капілярного радіусу  $r_{ef}$  [1].

Перший з них – на основі мікроструктурного аналізу перетину композиту на основі ОВН. Другий – визначення  $r_{ef}$  на основі аналізу для характерної кінетичної кривої процесу просочування. Третій – визначення  $r_{ef}$  розрахунковим шляхом для гранично ущільненого ОВН круглого перетину (для гексагонального упакування волокон). Четвертий – визначення  $r_{ef}$  ОВН у залежності від зусилля його натягнення  $N$  при просочуванні.

Аналіз трьох останніх підходів не викликає особливих труднощів, тому доречно зупинитись на аналізі більш трудомісткого першого підходу.

*Перший підхід* є доцільним для визначення структурних характеристик як для оптично прозорих, так і оптично непрозорих (наприклад, металоволокнистих) орієнтованих композиційно-волокнистих середовищ, і заснований на експериментальному дослідженні їх мікроструктури й побудові відповідних кривих розподілу.

За цим підходом адекватна модель структури ОВН, перш за все, повинна враховувати стохастичний характер розподілу волокон в структурі композиту на основі ОВН. За знайденими параметрами структурної моделі і за видом упаковки волокон у перетині композиту на основі ОВН в оптимумі проводиться вибір оптимальної схеми армування і відпрацювання раціональної технології на етапі проектування конструкції (наприклад, оцінка параметрів технологічного процесу просочення ОВН полімерними зв'язуючими, а також здійснюється прогнозування напружено-деформованого стану конструкції з урахуванням характеру діючого навантаження).

При цьому на розподіл волокон в перетині композиту істотний вплив здійснюють такі чинники, як параметри одержання конструкції (зусилля натягнення наповнювача при просоченні і намотуванні при одержанні оболонкових конструкцій, шаг розкладки, швидкість намотування, температурно-часовий режим твердіння і пресування), процентне співвідношення складаючих компонентів, їх властивості й ін.

Спостерігається й стохастичність значень структурних параметрів упаковки волокон у перетині композиту, визначувана структурним аналізом шліфу натурної конструкції. Тому статистичні підходи до дослідження структури і детерміації параметрів адекватної структурної моделі з використанням теорії випадкових процесів є доцільними.

Найбільш адекватним уявленням структури ОВН є структура капілярно-пористого тіла, яка складається із системи паралельно-звивистих капілярів різних радіусів, яку можна детермінувати за допомогою функції розподілу пор радіусом  $\rho$  по розмірах  $\varphi(\rho)$ . Відповідно до розробленого підходу, після затвердіння просоченого орієнтованого волокнистого композиту за визначеного зусилля натягнення ОВН при просочуванні  $N$  роблять мікрошліф його перетину у поперечному до волокон напрямі.

Далі у перетині мікрошліфа експериментально досліджують розподіл довжин екстхорд волокон, або функцію розподілу  $\varphi(\rho) = G(\ell)$  пор за розмірами  $\ell$ . При цьому екстхорди символізують відстані між волокнами в перерізі композиту, або, як у нашому випадку, еквівалентний (ефективний) діаметр (чи подвійний радіус  $r_{ef}$ ) пор, а довжини екстхорд носять випадковий характер.

За умови найкращого наближення теоретичної кривої розподілу до експериментальної проводять детермінізацію теоретичної кривої розподілу  $\varphi(\rho) = G(\ell)$ . Після цього за знайденими аналітичними залежностями обчислюють пористість  $\varepsilon$ , питому внутрішню поверхню  $S_{y\partial}$  та ефективний (або еквівалентний) капілярний радіус  $r_{ef}$  шуканого ОВН як капілярно-пористого тіла за допомогою функції розподілу довжин екстхорд  $\varphi(\rho) = G(\ell)$ .

### Список використаної літератури

1. **Колосов, О.Є.** Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК "Політехніка", 2015. – 295 с.

*Матеріали надійшли:* 14.10.2016

УДК 514.18

**Колосова О.П.**

асистент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

## **ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОСОЧЕННЯ ОРІЄНТОВАНИХ ВОЛОКНИСТИХ НАПОВНЮВАЧІВ ПОЛІМЕРАМИ**

*Проаналізовано існуючі підходи та особливості геометричного моделювання технологічного процесу просочення орієнтованих волокнистих наповнювачів розчинами або рідкими реактопластичними полімерами.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, просочення, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, полімер, проектування.*

### **Вступ.**

Процес просочення орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) розчинами або рідкими реактопластичними полімерами (полімерними зв'язуючими – ПЗ) є важливою технологічною операцією в ланці виробництва конструкційних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ). Адже від повноти протікання цього процесу залежить якість та експлуатаційні характеристики одержуваного затверділого композиту.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Відомі підходи розглядають процес просочення ОВН як капілярно-пористих сил з позицій теорії фільтрації та перколяції [1]. Проте складність досліджуваної проблеми геометричного моделювання технологічних процесів одержання КВМ обумовлена тим, що основні формоутворювальні елементи цих технологічних процесів характеризуються нестационарністю й стохастичністю. Тому не дивно, що практично не досліджувались питання моделювання цього процесу на базі використання апарату теорії інтегральної геометрії й геометричних ймовірностей та мікроструктурного аналізу шліфу ОВН.

### **Постановка проблеми.**

Завданням проведених досліджень було геометричне моделювання процесу просочення ОВН розчинами або рідкими реактопластичними полімерами.

### **Обговорення отриманих результатів.**

Основними формоутворювальними елементами, які обумовлюють досліджуваний технологічний процес, є порядок розміщення або схема армування ОВН у мікроструктурі КВМ. При цьому у залежності від геометричних параметрів розміщення ОВН й зусилля його натягнення (що є початковими або вхідними умовами технологічного процесу) змінюються геометричні параметри змотувального й просочувального обладнання, а також модельні кінетичні параметри базового процесу "вільного" просочування.

Геометричне моделювання зазначеного базового процесу здійснювали на базі використання апарату теорії інтегральної геометрії й геометричних



ймовірностей та мікроструктурного аналізу шліфу ОВН. Розглядали прикладну геометричну задачу, що полягала в апроксимації реальної мікроструктури просоченого ОВН геометричною моделлю еквівалентного циліндричного капіляра.

При розгляді адекватної геометричної моделі структури ОВН виходили з того, що на практиці застосовуються такі об'ємні степені армування  $\xi_a$  при одержанні орієнтованих КВМ з оптимальними фізико-механічними характеристиками:  $\xi_a = \{0,6 - 0,75\}$ .

На першому етапі знаходили функції розподілу відстаней між суміжними колами (т.зв. довжин "екстхорд" кіл), розташованих у вузлах модельної подвійноперіодичної решітки, що моделює реальну структуру ОВН у просоченому і затверділому КВМ, при їх перетині випадковою прямою.

При цьому у вузлах подвійноперіодичної решітки (ЕБК) у вигляді паралелограма розміщені кола радіуса  $r$ , що моделюють волокна ОВН.

Для детермінування параметрів геометричної моделі структури вся площа поперечного шліфа досліджуваного ОВН моделюється шляхом подвійноперіодичного (тобто по вертикалі і по горизонталі) продовження елементарної базисної комірки ЕБК. В якості геометричних параметрів ЕБК, тобто параметрів упаковки волокон, вибрані довжини сторін  $\omega_1$  і  $\omega_2$  і кут між ними  $\alpha$ .

Надалі на базі параметрів отриманої кривої розподілу екстхорд волокон моделі визначають структурні характеристики, що входять до модельного кінетичного рівняння процесу "вільного" просочення еквівалентного капіляра рідкими ПЗ.

Після цього на базі відомих залежностей будують модельні кінетичні криві процесу "вільного" просочення у залежності від параметрів геометричної моделі упаковки (схеми армування) ОВН за визначеного зусилля його натягнення.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень.**

Було здійснено комп'ютерне моделювання для отримання репрезентативних кривих розподілів довжин екстхорд (зовнішніх хорд суміжних кіл) для геометричної моделі мікроструктури ОВН та шліфу натурної конструкції КВМ, у т.ч. у залежності зусилля натягнення ОВН. Визначено геометричні та структурні характеристики еквівалентного циліндричного капіляра, просочуваного рідким ПЗ. Це дає змогу здійснювати комп'ютерну візуалізацію базового процесу "вільного" просочування ОВН за допомогою модельних кінетичних кривих.

### **Список використаної літератури**

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

*Матеріали надійшли: 14.10.2016*

УДК 514.18

**Колосова О.П.**

асистент кафедри нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

## **ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Наведено основні результати геометричного моделювання процесів та обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів.*

*Ключові слова: геометричне моделювання, процес, обладнання, композиційно-волокнистий матеріал, реактопласт, полімер, проектування.*

**Вступ.** Сучасний етап розвитку хімічної, машинобудівної, будівельної та ряду інших галузей промисловості характеризується існуванням на ринку великої кількості високоміцних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ), сформованих на основі армуючих орієнтованих волокнистих наповнювачів (ОВН) та рідких полімерних зв'язуючих (ПЗ), зокрема, епоксидних зв'язуючих (ЕЗ). При цьому моделювання (геометричне, комп'ютерне та експериментально-статистичне) технологічних параметрів процесів виготовлення КВМ, а також конструктивних параметрів формоутворювального технологічного обладнання, мають важливе значення при виготовленні конструкційних виробів з таких КВМ.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Складність досліджуваної проблеми геометричного моделювання технічних засобів одержання КВМ обумовлена тим, що основні формоутворювальні елементи цих технологічних процесів характеризуються нестационарністю й стохастичністю [1]. У свою чергу, оптимізація параметрів використовуваного технологічного УЗ-обладнання пов'язана зі складністю і необхідністю врахування та параметризації конструкторсько-технологічних параметрів формування КВМ.

Тому не дивно, що існуючі теоретичні та експериментальні роботи з геометричного моделювання окремих процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних КВМ стосуються переважно автоматизації стаціонарного намотувального обладнання шляхом геометричного моделювання процесу намотування та викладення, зокрема, дослідження форми поверхні полімерної стрічки з волоконних оправок різної форми при виробництві композитних деталей.

При цьому практично не досліджені питання геометричного моделювання параметрів базового процесу «вільного» просочування, інтенсифікуючого УЗ-обладнання, що використовується в базових процесах озвучування ЕЗ і приготування ПЗ, а також дозованого нанесення озвученого ПЗ на просочений ОВН. Таке моделювання, у т.ч. на базі застосування методології структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ), дає змогу направлено досліджувати й оптимізувати параметри цих формоутворювальних елементів.

**Постановка проблеми.** Завданням проведених досліджень було геометричне моделювання процесів та обладнання для одержання висококоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

**Основні отримані результати.** В роботі *вперше*:

- розроблено узагальнену СПГМ базових технологічних процесів одержання реактопластичних КВМ із застосуванням ультразвуку (УЗ) та досліджено особливості геометричного моделювання формоутворювальних елементів цих базових процесів;

- розроблено методику та алгоритм СПГМ складеного УЗ-дозуючого кавітаційного пристрою з прямокутною випромінюючою пластиною, циліндричними двоступінчастими хвилеводами-концентраторами і п'єзоелектричних перетворювачів (ПЕП) та здійснено комп'ютерну візуалізацію отриманих аналітичних співвідношень.

*Удосконалено:*

- загальну методику автоматизованого СПГМ для проведення оптимізації найбільш використовуваних конструкцій простих хвилеводів та концентраторів УЗ;

- геометричну модель базового процесу «вільного» просочування ОВН рідкими ПЗ на базі використання апарату теорії інтегральної геометрії й геометричних ймовірностей та мікроструктурного аналізу шліфу ОВН, а також розроблено методику та алгоритм моделювання параметрів цього процесу.

*Дістало подальший розвиток:*

- застосування на базі системного підходу методології комп'ютерного структурно-параметричного геометричного моделювання при дослідженні складних технологічних процесів та обладнання на прикладі одержання висококоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

Було також розроблено відповідно до вхідних параметрів (наперед заданих технологічних умов) базових технологічних процесів одержання реактопластичних КВМ: методики автоматизованого СПГМ для оптимізації найбільш використовуваних конструкцій простих хвилеводів та концентраторів УЗ для базового процесу обробки рідких ПЗ, у здійсненні комп'ютерної візуалізації параметрів базового процесу «вільного» просочування ОВН рідкими ПЗ, а також комп'ютерної візуалізації оптимальних геометричних параметрів складеного дозуючого УЗ-пристрою.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Використання отриманих результатів геометричного моделювання дозволяє істотно скоротити спектр необхідних натурних експериментів, а також суттєво зменшити фінансові та часові витрати на їх проведення.

### Список використаної літератури

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

*Матеріали надійшли:* 14.10.2016

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

УДК 004.942

**Селін Ю.М.**

старший науковий співробітник

Навчально-науковий комплекс "Інститут прикладного системного аналізу" (м. Київ)

**Шулькевич Т.В.**

аспірант

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

**Селін О.М.**

доцент

Навчально-науковий комплекс "Інститут прикладного системного аналізу" (м. Київ)

## **МОДЕЛІ І МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ПРИРОДИ**

*Зроблено короткий аналіз видів економічних процесів. Запропоновано розробку підходу для інтелектуального аналізу нелінійних нестационарних динамічних процесів.*

В сучасних умовах загальної економічної нестабільності, коли у світі наступають фінансово-економічні кризи, виникає необхідність удосконалення світової фінансової системи, а також удосконалення методів і технологій управління фінансовими ризиками. Актуальною задачею є виконання поглиблених наукових досліджень в напрямі математичного моделювання і прогнозування фінансових процесів. Це стосується, безумовно, і українського фінансового ринку, на якому фінансовий ризик-менеджмент знаходиться на ранній стадії свого становлення.

Прагнення побудувати модель, яка б найбільш точно відповідала реальній поведінці фінансових ринків, та необхідність підвищення якості прогнозів ведуть до появи нових класів моделей і до модифікацій вже існуючих. Таким чином, побудова і дослідження математичних моделей, які адекватно описують динаміку таких фінансових інструментів як акції, облігації, опціони, котирування валют та інших, є актуальним напрямом сучасних досліджень.

Коротко оглянемо сучасні методи прогнозування відповідних процесів.

Не буде перебільшенням сказати, що понад 90% публікацій з прогнозування базуються на часових рядах економічних показників. Такі показники прогнозують на основі використання часових рядів однієї змінної – авторегресії, авторегресії з ковзним середнім (АРКС), АРКС з трендом й т. ін. Також прогнозують на основі використання часових рядів декількох змінних (векторні регресори), коли прогнозована змінна залежить від декількох регресорів або екзогенних змінних у правій частині рівняння. Однак практика засвідчує, що одного, навіть досить універсального методу недостатньо для

досягнення повного аналізу процесу. Так, коректний аналіз гетероскедастичних процесів (процеси із змінною в часі дисперсією) вимагає застосування моделей спеціальної структури для описання умовної дисперсії, що не забезпечує метод групового врахування аргументів (МГВА), який, наряду з нечіткими нейромережами, можна назвати відносно "універсальним" методом моделювання та прогнозування [1].

У спеціальній літературі є класифікації математичних моделей за різними критеріями, в яких виділено багато класів та підкласів моделей. Наприклад математичні моделі можна будувати на основі рівнянь різних типів: різницевих, алгебраїчних, диференціальних. Математичні моделі можна розділити на два широких класи: аналітичні, що описують вибрані зміни процесу (зазвичай такі моделі відтворюють один з аспектів функціонування процесу чи об'єкта, наприклад динаміку ВВП); імітаційні, що докладно відтворюють поточне функціонування процесу у вибраному масштабі часу. Такі моделі нагадують активний фізичний експеримент з використанням фактичних даних, отриманих безпосередньо з процесу. [2]

Навіть з такого короткого, спрощеного аналізу часових рядів економічних показників стає зрозумілим різноманіття моделей для прогнозування процесів економічного виду.

Всі вони мають ознаки нестационарності та нелінійності. Існують сучасні інформаційні технології, методи, методології, які застосовуються для аналізу та прогнозування часових рядів у різноманітних предметних областях, таких як економіка, екологія та соціологія. Слід зауважити, що не було розроблено єдиної універсальної технології.

І тому актуальним є створення такого підходу, який може бути однаково ефективним для застосування аналізу та прогнозування всіх цих процесів.

### **Список використаної літератури**

1. **Бідюк, П.І.** Аналіз часових рядів [Текст] / П.І. Бідюк, В.Д. Романенко, О.Л. Тимошук // Навчальний посібник. – К.: НТУУ "КПІ", 2013. – 600 с.
2. **Румянцева, Е.Е.** Новая экономическая энциклопедия [Текст] / Румянцева Е.Е. – М.: Инфра-М, 2005. – 826 с.

*Матеріали надійшли: 25.09.2016*

УДК 621.313

**Шинкаренко В.Ф.**

завідувач кафедри електромеханіки

**Шиманська А.А.**

доцент кафедри електромеханіки

**Котлярова В.В.**

асистент кафедри електромеханіки

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

## **ПРОСТОРОВА ГЕОМЕТРІЯ І ТОПОЛОГІЯ В СТРУКТУРНІЙ ОРГАНІЗАЦІЇ І ГЕНЕТИЧНІЙ ЕВОЛЮЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ**

*Аналізуються інваріантні властивості просторової геометрії і топології електромагнітних структур в генетичній організації і структурній еволюції електромеханічних систем. Показано, що просторова геометрія, електромагнітна симетрія і топологічні ознаки електромагнітних хромосом узагальнюються фундаментальними поняттями генетичної інформації, складові якої визначають структуру універсального генетичного коду довільних видів електромеханічних об'єктів. Аналізується взаємозв'язок просторової геометрії і топології електромагнітних структур з загальносистемними принципами структуроутворення і розвитку складних динамічних систем – симетрією, періодичністю, системністю, гомологією, парністю, ізотопією та ізомерією.*

*Ключові слова: електромеханічний об'єкт, первинне джерело поля, електромагнітна хромосома, просторова геометрія, топологічні ознаки, генетична інформація, генетичний код, породжувальна система, вид, генетична еволюція.*

Проблема пізнання принципів структурно-функціональної організації і законів коеволюції складних систем як природного, так і антропогенного походження, відноситься до першочергових задач фундаментальної науки. Саме за цим науковим напрямом очікуються відкриття загальносистемних принципів структуроутворення і визначення стратегії гармонійного співіснування людини, техніки і природи. Давно помічено, що на різних рівнях структурної організації в різноманітності природних і штучних об'єктів спостерігаються структурні паралелізми, аналогії та гомології, які розпізнаються через просторову геометрію об'єктів і чітко проявляються в процесі визначення відповідних елементів симетрії або аналізу їх топологічних ознак. Відкриття генетичної класифікації (ГК) первинних джерел електромагнітного поля і аналіз детермінованих взаємозв'язків елементно-інформаційного базису періодичної структури ГК з принципами збереження симетрії, генетичної інформації і структурною еволюцією електромеханічних систем (ЕМ-систем) [1], кардинально змінили традиційні уявлення стосовно принципів структурної організації і джерел структуроутворення складних систем антропогенного походження. За результатами генетичного аналізу і

постановки численних еволюційних експериментів встановлено, що множина електромагнітних і електромеханічних об'єктів (ЕМ-об'єктів), створених багатьма поколіннями спеціалістів, наділена високоупорядкованими системними зв'язками, структурна різноманітність і властивості яких розпізнаються через складові їх генетичних кодів – просторову геометрію і топологію елементного базису ГК. Елементно-інформаційний базис першого великого періоду ГК представлений 36 орієнтованими джерелами поля (електромагнітними хромосомами) базового рівня, місцеположення і генетична інформація яких однозначно визначають їх таксономічні, електромагнітні, геометричні і топологічні властивості: групу електромагнітної симетрії, приналежність до відповідного геометричного класу активних поверхонь (таксономічна категорія роду), їх зв'язність і орієнтованість (категорія гомологічного ряду), генетичний код (категорія виду) і принцип парності (категорія видів-двійників). Аналогічні системні взаємозв'язки мають місце в інших великих періодах, а також на рівні джерел-ізопопів (таксономічна категорія видів-близнюків). Фундаментальність симетрії, просторової геометрії і топології елементарних електромагнітних структур визначається їх інваріантністю до рівня складності, функціональної приналежності і часу еволюції ЕМ-систем-нащадків.

За результатами структурно-системних досліджень, отриманих в галузі структурної і генетичної електромеханіки, створено теоретичні засади і єдину методологічну основу для організації і розвитку нових наукових напрямків досліджень з постановкою і розв'язанням нових системних задач: створення наукових основ генетичної систематики об'єктів електромеханіки, розробки технології генетичного передбачення і спрямованого генетичного синтезу нових класів ЕМ-об'єктів, створення генетичних каталогів і банків інновацій, організації міждисциплінарних досліджень на основі горизонтального обміну знань, впровадження інноваційних технологій навчання та ін.

### Список використаної літератури

1. **Шинкаренко, В.Ф.** Основи теорії еволюції електромеханічних систем [Текст] / В.Ф. Шинкаренко. – К.: Наукова думка, 2002. – 288с.

*Матеріали надійшли: 27.09.2016*



УДК 519.876.5

**Пахомова В.М.**

доцент кафедри електронних обчислювальних машин  
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка  
В. Лазаряна

## **МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АТМ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Вступ.** Технологія АТМ (Asynchronous Transfer Mode) – це технологія, яка має вбудовані можливості управління QoS (Quality of Service) та характеризується широким набором наступних властивостей: висока пропускна здатність; можливість організації високошвидкісних з'єднань; надання гарантованої смуги пропускання; універсальна сумісність.

**Постановка проблеми.** Існуючі технології в інформаційно-телекомунікаційній системі (ІТС) Придніпровської залізниці (IP, Ethernet, Fast Ethernet та інші) не в змозі забезпечити необхідну якість обслуговування QoS, саме технологія АТМ може бути використана за основу. Незважаючи на те, що технологія АТМ має ряд переваг над Fast Ethernet, повномасштабна реалізація високо коштовної технології навряд чи виправдана, тому доречно створити відповідні імітаційні моделі та провести на них ряд додаткових експериментальних досліджень, щоб проаналізувати здатність мережі до модернізації на основі технології АТМ, визначити стабільність мережі із різним навантаженням. Для цього розглянутий один із основних фрагментів ІТС Придніпровської залізниці.

**Імітаційне моделювання.** У програмі Netcracker розроблені імітаційні моделі: АТМFast-DK, АТМ-DK, GigaFast-DK. Імітаційна модель АТМFast-DK відображає впровадження технології АТМ лише на ділянці Дніпропетровськ-Київ; в будівлях залишається Fast Ethernet. Імітаційна модель АТМ-DK повністю моделює роботу розглядаємого фрагмента ІТС за технологією АТМ; станції забезпечені адаптерами АТМ, що надають можливість їх поєднання із комутаторами АТМ за допомогою волоконнооптичного кабелю. Імітаційна модель GigaFast-DK моделює роботу фрагмента існуючої ІТС: за технологією Gigabit Ethernet (між містами) та Fast Ethernet (в будівлях).

**Аналіз одержаних результатів на імітаційних моделях.** Для оцінки адекватності розроблених імітаційних моделей використовуються реальні дані

мережного трафіку в ІТС Придніпровської залізниці (Дніпропетровськ-Київ) за 01.04.2016 р. (від 14:00 до 16:00). Середній час відповіді, отриманий на імітаційних моделях GigaFast-DK, ATMFast-DK, ATM-DK становить 113,4 мс, 105,6 мс, 108,4 мс відповідно, що майже дорівнює реальному значенню 113,4 мс, тобто розроблені імітаційні моделі можливо використати в організації наступних досліджень.

**Дослідження залежності часу доставки повідомлення в мережі від її параметрів.** На розроблених імітаційних моделях ATMFast-DK, ATM-DK, GigaFast-DK проведені експериментальні дослідження залежності часу доставки повідомлення від: ступеня завантаженості мережі (від 266 до 366 станцій мережі), розміру повідомлення (від 2000 до 10000 байт), при збільшенні кількості звертань до мережі (зменшення часу між транзакціями від 0,008 до 0,004 с). У кожному дослідженні проводиться по три експерименти на кожній імітаційній моделі. Тривалість роботи моделей складає: 1 хвилину в експериментах № 1-2, 10 хвилин в експерименті № 3. Результатами роботи імітаційних моделей є швидкість потоку трафіку на ділянках мережі та час доставки повідомлень в мережі. На основі отриманих результатів на імітаційних моделях побудовані відповідні графічні залежності середнього часу доставки повідомлення від параметрів дослідження.

**Висновки.** Оскільки, середній час доставки повідомлення приблизно однаковий на моделях ATMFast-DK і GigaFast-DK, але на моделі GigaFast-DK найбільша кількість напрямків відмовлення при збільшенні кількості звертань до мережі, то в ІТС Придніпровської залізниці доцільно використання технології ATM в зрівнянні з технологією Gigabit Ethernet, але лише на ділянці Дніпропетровськ-Київ. У подальшому на імітаційній моделі ATMFast-DK необхідно перевірити ефективність роботи мережі із різним типом трафіку.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 004.942:519.25

**Макарова Л.М.**

доцент кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв)

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВІДМОВ В ОБСЛУГОВУВАННІ ПРИСТРОЇВ ТЕРМІНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ**

Завдання оцінювання середнього часу відновлення працездатності пристроїв термінальної мережі (ПТМ), складовою частиною якого є задача прогнозування відмов в обслуговуванні пристроїв та своєчасна ліквідація цих відмов, є важливим для нормального функціонування термінальної мережі. Недоліком розглянутих інформаційних технологій (ІТ) переробки інформації термінальної мережі є те, що вони не дають можливості прогнозування подій та працюють тільки з подіями, що відбулися.

В остаточному варіанті, представленому, зокрема, в [1], розроблена ІТ містить підсистему розрахунку з: модулем попередньої обробки емпіричних даних, в якому реалізовано виключення вибірок з малою кількістю значень та відсікання аномальних значень в негаусівських корельованих даних; модулем прогнозування часу відновлення працездатності ПТМ, в якому моделювання залежної змінної у рівнянні регресії проводиться не по середньому значенню, а згідно повного рівняння регресії, включаючи випадкову помилку.

Робота модуля попередньої обробки емпіричних даних ґрунтується на нормалізації емпіричних даних із застосуванням перетворення Джонсона [2, 3]. За нормалізованими даними будується лінійне рівняння регресії, для якого визначаються довірчий інтервал та інтервал прогнозування. На основі обраного нормалізуючого перетворення будується нелінійне рівняння регресії, для якого також визначаються довірчий інтервал та інтервал прогнозування [4]. В рамках розробки ІТ була створена комп'ютерна програма "ATMStat" [5].

Розроблена ІТ показала гарні результати для прогнозування відмов в обслуговуванні ПТМ. В результаті її використання коефіцієнт готовності, що визначається як відношення часу напрацювання між відмовами до суми часу напрацювання між відмовами і часу відновлення працездатності, збільшився з 82-84% до 98%. Надалі планується розвиток і удосконалення розробленої ІТ для можливості її використання в інших сферах діяльності, для чого планується розробка універсальної програми розрахунку параметрів перетворення

Джонсона для нормалізації емпіричних даних і побудови нелінійної регресійної моделі.

### Список використаної літератури

1. **Макарова, Л.М.** Моделі та інформаційна технологія переробки інформації для прогнозування відмов в обслуговуванні пристроїв термінальної мережі: автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.13.06 / Л.М. Макарова; Дніпропетр. нац. ун-т ім. О. Гончара. – Д., 2015. – 20 с.

2. **Приходько, С.Б.** Выбор аналитической модели закона распределения времени наработки между отказами устройств терминальной сети [Текст] / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова // Наукові праці: науково-методичний журнал. Вип. 179. Т. 191. Комп'ютерні технології. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. – С. 42-45.

3. **Приходько, С.Б.** Аналитическая зависимость для выбора распределения Джонсона семейства SL [Текст] / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова // Вестник ХНТУ. – №2 (45). – Херсон: ХНТУ, 2012. – С. 101-104.

4. **Приходько, С.Б.** Доверительный интервал нелинейной регрессии времени восстановления работоспособности устройств терминальной сети [Текст] / С.Б. Приходько, Л.Н. Макарова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Математика и кибернетика – прикладные аспекты. – Т. 3/4 (69). – Харьков: ЧП "Технологический центр", 2014. – С.26-31.

5. **Свідцтво** про реєстрацію авторського права на твір №59107. Комп'ютерна програма "ATMStat". Макарова Л.М. Заявл. 04.02.2015. Видано 01.04.2015. – 1 с.

*Матеріали надійшли: 30.09.2016*

УДК 004.942

**Зосімов В.В.**

викладач кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики  
Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ ПОШУКУ ІНФОРМАЦІЇ В ІНТЕРНЕТІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОРИСТУВАЦЬКИХ СКРИПТІВ**

*В статті описані можливості підвищення якості пошуку інформації в мережі Інтернет за рахунок використання користувацьких скриптів.*

*Ключові слова: пошук інформації, мережа Інтернет, релевантність, персоналізація пошуку.*

Сучасні пошукові системи мають досить велику кількість додаткових налаштувань розширеного пошуку. Але користується цими налаштуваннями лише малий відсоток відвідувачів. Це відбувається тому, що користувачі не хочуть витратити час на вивчення всіх можливостей пошукових систем.

В якості альтернативи сторінці налаштувань параметрів розширеного пошуку можна використовувати користувацькі скрипти, що виводять більшість необхідних налаштувань в якості кнопок безпосередньо біля поля вводу пошукового запиту. Ці кнопки виступають в якості елемента інтерфейсу, що надає доступ до випадаючого меню з обраними налаштуваннями. На рис. 1 представлено варіант використання подібного скрипту для пошукової системи Яндекс. Аналогічні скрипти існують і для найбільш популярної в наш час пошукової системи Google. На базі існуючих скриптів досвідчені користувачі мережі Інтернет можуть створювати власні набори необхідних опцій, та налаштовувати зовнішній вигляд і розташування кнопок.

Використання персонально налаштованих скриптів дозволить користувачам вести більш ефективний пошук інформації, витрачаючи на це набагато менше часу.

Одночасне використання декількох скриптів з різних пошукових систем можна використати в якості прототипу метапошукової системи з подальшою інтелектуальною обробкою отриманих результатів.

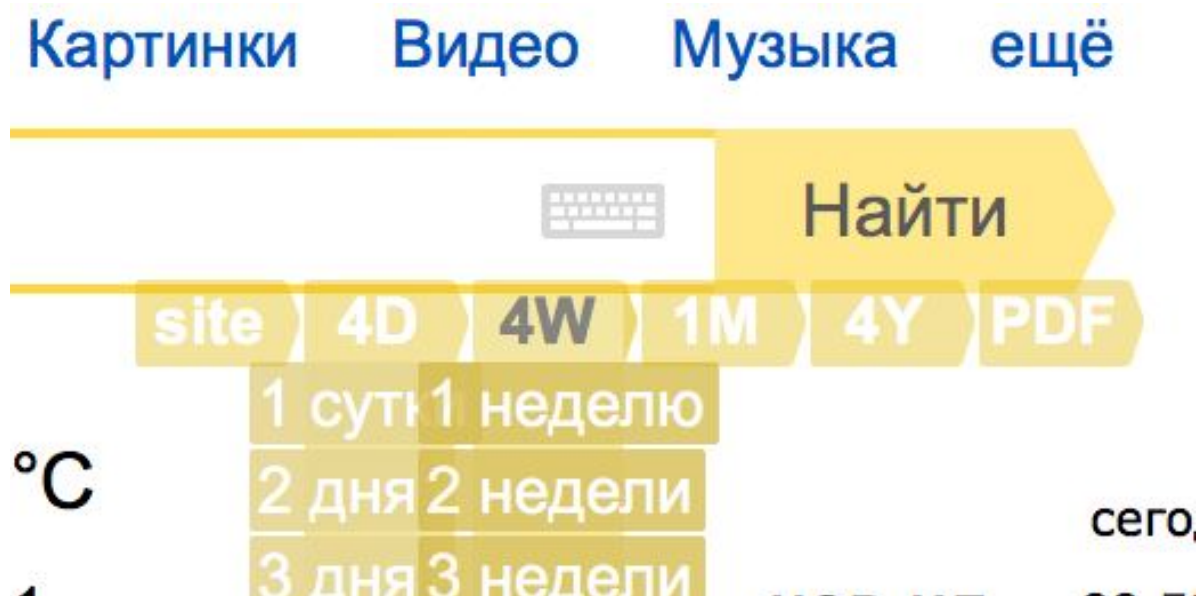


Рис. 1. Приклад застосування користувацьких скриптів

### Список використаних джерел

1. <https://habrahabr.ru/post/275479/>
2. <https://github.com/spmbt/haPages/tree/gh-pages/userscript/yandex>
3. <http://poschuk.blogspot.com>
4. **Гультьяев, А.К.** Самое главное о...: Поиск в Интернете [Текст] / А.К. Гультьяев // 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 144 с.
5. <http://bit.csu.ac.ru>
6. <http://ukrkatalog.info>
7. <http://www.yandex.ru>
8. <http://www.google.ru>

*Матеріали надійшли: 01.10.2016*

УДК 004.932

**Березький О.М.**

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

**Бендик Т.П.**

магістр

**Данилюк В.І.**

магістр

Тернопільський національний економічний університет

## **АЛГОРИТМИ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

*У роботі проаналізовано джерела спотворення зображень, здійснено аналіз алгоритмів підвищення якості зображень на основі мультифрактальних показників і вейвлет-перетворення. Запропоновані алгоритми використані для попередньої обробки біомедичних зображень.*

*Ключові слова: біомедичні зображення, мультифрактальні показники, вейвлет-перетворення.*

Під час отримання мікроскопічних зображень біомедичної природи: гістологічних і цитологічних зображень на них впливають різні шуми. Тому при подальшому опрацюванні цих зображень необхідно проводити попередню обробку [1]. Це дає можливість ефективно проводити сегментацію зображень, визначати кількісні характеристики і проводити розпізнавання різних патологічних станів. Тому розроблення алгоритмів попереднього оброблення є актуальною задачею.

В роботі розглянуто завади різної природи: адитивні, мультиплікативні, флуктаційні та імпульсні, які виникають на різних етапах отримання мікроскопічних зображень.

Відомі методи зменшення шумів (статистичне оцінювання та експертна оцінка) мають ряд суттєвих недоліків.

Для усунення цих недоліків в доповіді запропоновано використати мультифрактальні показники. Ці показники характеризують ступеневу залежність статистичних моментів абсолютних різниць для значень інтенсивності пікселів зображення від масштабу фрагмента зображення. Це дозволяє реалізувати багатомасштабний аналіз із врахуванням геометричних розмірів мікрооб'єктів.

Для характеристики нестационарного часового ряду використано показник  $H_1$ , який характеризує степінь залежності статистичного моменту першого порядку для абсолютних різниць значень даних від масштабу. Для

визначення імпульсності відліків часового ряду введено показник  $C_1$ , що характеризує залежність від масштабу локально усередненої абсолютної різниці значень даних.

Крім цього досліджено різні типи спотворень, що виникають при різних видах компресії статичних зображень. Ці спотворення поділяються на такі основні групи: блочні, кільцеві, розмивчасті, ефект "мерехтіння" та ефект "сніг".

Основною причиною виникнення спотворень є зростання кроку квантування, усікання коефіцієнтів в частотній області. Для компенсації цих спотворень використано надлишковості коефіцієнтів у вейвлет-перетвореннях зображень.

На основі запропонованих алгоритмів розроблено модуль попередньої обробки зображень. Адаптивний модуль попередньої обробки дозволяє автоматично покращувати якість цитологічних та гістологічних зображень.

### **Висновки**

Розроблено алгоритми попередньої обробки біомедичних зображень, які базуються на використанні мультифрактальних показників і вейвлет-перетворення, що дало можливість покращити якість зображень. На основі розроблених алгоритмів спроектовано та програмно реалізовано модуль попередньої обробки зображень.

### **Список використаної літератури**

1. **Гонсалес, Р.** Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер с англ. под ред. П.А. Чочиа. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
2. **Berezsky, O.** Automated Processing of Cytological and Histological Images [Text] / Oleh Berezsky, Oleh Pitsun // Proceedings of the XIIth International Conference "Perspective Technologies and Methods in MEMS Design", MEMSTECH'2016, Lviv-Polyana, April 20-24, 2016. – Lviv, 2016. – P. 51-53.

*Матеріали надійшли: 12.10.2016*



Секція 3  
Комп'ютерна та програмна інженерія  
в сучасних умовах

УДК 004.942

**Юрченко Д.М.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ CMS-СИСТЕМ

На сучасному етапі розвитку web-технологій можна виділити два основних підходи до розробки сайтів: використання готової універсальної системи управління контентом (CMS, Content Management System) або створення своєї власної CMS.

Універсальна CMS – система розширеної функціональності, яка надає користувачеві інтерфейс для роботи з вмістом сайту, зручні інструменти збереження і публікації інформації, автоматизуючи процеси розміщення інформації в базах даних та її представлення в HTML. Більшість існуючих CMS легко налаштовуються і не вимагають участі програміста. Для створення web-сайту з використанням універсальної CMS, наприклад, Joomla, Wordpress, Drupal, зазвичай досить тільки знань HTML і CSS. Однак при необхідності створення функціоналу, який не входить в стандартний перелік можливостей універсальної CMS, потрібна участь професійного програміста.

Сучасним підходом до розробки web-сайтів на основі власної, а не універсальної CMS-системи, є застосування web-frameworks.

Web-framework або CMF-система (CMF, Content Management Framework) – каркас програмної системи, який включає допоміжні програми, бібліотеки коду, мови сценаріїв і інше програмне забезпечення, що полегшує розробку і об'єднання різних компонентів великого програмного проекту.

Таким чином, якщо CMS – конструктор сайтів без втручання програміста, то CMF – це конструктор вузькоспеціалізованих CMS для програміста [1]. Завдяки такому підходу сайт, створений за допомогою CMF, в порівнянні з сайтом на базі універсальної CMS, має більш просту і безпечну в роботі адміністративну панель і менш вимогливий до ресурсів системи (кожен модуль реалізує саме ті функції, які необхідні в роботі сайту). При наявності грамотно спроектованої CMF і готових модулів, програмісту залишається тільки зібрати ці модулі в єдиний простір та оформити інтерфейс відповідно до побажань клієнта.

Більшість популярних на сьогоднішній день web-frameworks спроектовані на основі паттерна проектування (шаблону) MVC (рис. 1), мета якого – відділення бізнес-логіки від інтерфейсу користувача.

Шаблон MVC реалізовується використовуючи об'єктно-орієнтований підхід, завдяки чому він стає зручним інструментом для створення великих функціональних блоків і систем.

На вибір web-framework впливає ряд факторів: розмір; продуктивність, яка залежить від розміру і оцінюється в кількості запитів, що обробляються за

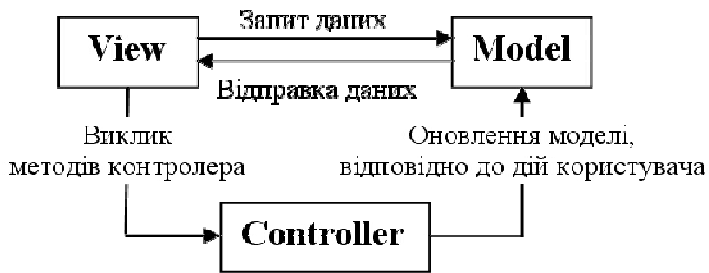


Рис. 1. Схематичне зображення паттерну MVC

орієнтованими. В роботах [2-3] здійснювалося порівняння продуктивності різних PHP-фреймворків шляхом їх тестування з використанням утиліти Apache Benchmark. Результати тесту зображено на рис. 2.

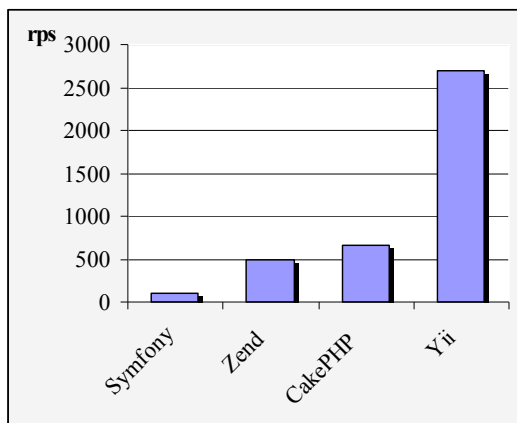


Рис. 2. Порівняння швидкодії web-frameworks

Всі розглянуті web-frameworks за своєю функціональністю є універсальними. Значить, вибір між ними необхідно здійснювати за критерієм продуктивності.

Таким чином, сучасним підходом до створення CMS-систем є використання саме web-фреймворків, які забезпечують максимальну гнучкість розробки web-додатків. Основною причиною розробки систем управління контентом є необхідність створення на їх основі спеціалізованих сайтів, реалізацію яких складно здійснити в існуючих CMS-системах через громіздкий процес розширення їх функціоналу, необхідність налагодження зв'язків нових модулів з іншими структурами і блоками.

### Список використаної літератури

1. **Попов, Д.** CMF как инструмент freelance-разработки: [Электронный журнал] / Д. Попов // PHP Inside. – phpclub.ru, 2004. – № 7. – С. 97-107.
2. **Тестирование** производительности PHP-фреймворков. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/sandbox/48275/>
3. **PHP** фреймворки: сравнение Yii, Kohana (K03), CodeIgniter (CI), OnPHP, Symfony2. – Режим доступа: [http://baron.su/archives/272-PHP\\_frejmvorki\\_sravnenie\\_Yii\\_Kohana\\_KO3\\_CodeIgniter\\_CI\\_OnPHP\\_Symfony2.html](http://baron.su/archives/272-PHP_frejmvorki_sravnenie_Yii_Kohana_KO3_CodeIgniter_CI_OnPHP_Symfony2.html)

Матеріали надійшли: 04.10.2016

УДК 004.942

**Погромська Г.С.**

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

**Махровська Н.А.**

доцент кафедри комп'ютерних наук та прикладної математики

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ГЕНЕРАЦІЇ ЗВІТІВ З ІНФОРМАЦІЇ БАЗ ДАНИХ**

У зв'язку з ускладненням форм і кількості друкованих документів особливо гостро постає завдання створення електронних комплексів, що дозволяють автоматизувати процес створення друкованих документів, використовуючи інформацію, що зберігається в базах даних. Такі електронні комплекси називаються генераторами звітів. Отже, генератор звітів – програма або бібліотека, що дозволяє представити інформацію в зрозумілому людині структурованому вигляді, тобто, зробити з даних інформацію (документ, звіт), яку можна роздрукувати або зберегти в різних електронних форматах.

Виконано аналіз найбільш поширених генераторів звітів, серед яких виділено: Oracle Report (Oracle Corp.) Centura Report Builder (Gupta Technologies). Crystal Report (Crystal Decisions). SoDA – Software Documentation Automation (Rational Software). MS Access (Microsoft Corp.) 1С:Підприємство (1С). FastReport (Fast Reports Inc.). LanDocs (ЛАНІТ). NauDoc (NAUMEN). Optima-WorkFlow (Optima). PayDox (PayBot) та ін.

За результатами проведеного змістового та функціонального аналізу сучасних генераторів звітів, було виділено декілька груп ознак для порівняння, на базі яких складено узагальнюючі характеристики:

- Ознака 1. Підтримка СУБД, дизайн звітної форми, друк звітів, можливість експорту готових звітів (додаткові формати).
- Ознака 2. Наявність засобів створення обчислювальних полів та параметризації запитів.
- Ознака 3. Наявність розвинутих засобів роботи з графікою та OLAP-засобів.

Для прикладу наведемо таблицю порівнянь генераторів звітів за першою ознакою (див. таблицю 1): підтримка СУБД, дизайн звітної форми, друк звітів, можливість експорту готових звітів (додаткові формати).

## Критерії порівняння генераторів звітів за ознакою 1

Найменування продукта	Підтримка СУБД	Дизайнер звітної форми	Майстер швидкого створення таблиць/ ієрархій	Виведення на друк власними засобами	Додаткові формати звітів	Засоби WYSIWYG (шаблон/ друк)
1. Oracle Report	Oracle, ODBC	+	-/-	+	-	+/+
2. Centura Report Builder	SQLBase, ODBC <sup>1)</sup>	+	-/-	+	Excel	+/+
3. Crystal Report	ODBC, ADO, DAO та інші.	+	-/-	+	Word, Excel, PDF, HTML, Plain Text, RTF etc.	+/+
4. SoDA	-	+	+/-	-(Word)	Word	+/+ (Word)
5. MS Access	Access	+	-/-	+	Word	+/+
6. 1С:Підприємство	MS SQL Server	-	-/-	-(Excel)	Excel	-/+
7. Fast Report	ADO	+	-/-	+	-	+/+
8. LanDocs	Oracle, MS SQL	-	-/-	-(RTF)	RTF	-/-
9. NauDoc	ZoDB	-	-/-	-(HTML)	HTML	-/-
10. Optima-Workflow	ODBC	+	-/-	-(Crystal Report)	-	+/+
11. PayDox	MS SQL, Access	-	+/-	-(HTML, Word)	Word, HTML	-/+ (Word)
12. Q&R	Lotus Notes	+	+/-	-(Word)	Word	+/+ (Word)
13. БОС-Референт	Lotus Notes	-	+/-	-(Excel, Word)	Excel, Word	-/+ (Word)
14. Гран-Док	MS SQL Server	-	-/-	-(Word)	Word	-/-
15. Documentum	ODBC, Lotus Notes	-	-/-	-(Word, Excel)	Word, Excel, HTML	-/+ (Word)
16. CalliGraph	ADO, CACHE	+	+/-	+	Excel	-/+
17. Cognitive Report	ADO, DAO, ODBC, НИКА	+	+/+	-(Word, HTML)	Word, Plain Text, RTF, HTML	+/+

Таким чином, підсумовуючи отримані результати аналізу можна дійти таких основних висновків огляду.

1. Системи генераторів звітів під силу придбати собі тільки великі компанії, тому що їх розробка справа трудомістка і дорога.

2. Зазвичай генератори звітів існують в рамках досить потужних інформаційних систем і поставляються разом з ними.

3. Як правило (частково в силу першого висновку), використовуються не дизайнери звітної форми, а майстри створення табличних звітів з полів БД і обчислюваних змінних.

4. Все частіше в звітах з'являються затребувані засоби OLAP (аналіз за кількома показниками, візуалізація у вигляді діаграм і т.і.).

5. Пріоритетними напрямками розвитку генераторів звітів можуть бути: полегшення життя користувачеві (створення розвиненого майстра таблиць, автоматичного підрахунку підсумків, поліпшення зручностей дизайнера звітної форми і т.і.), створення мінімальних засобів OLAP (подання таблиць у вигляді графіків і діаграм, інтеграція з MS Excel), розширення формульного набору (через VB Script), тісніша інтеграція з вхідними формами документів прикладних програмних комплексів (систем документообігу та ін.).

6. При розвинених засобах швидкого конструювання таблиць даних для звітних форм, відсутні (крім Cognitive Report) засоби конструювання ієрархій і послідовностей реквізитів.

7. Відсутня (крім Cognitive Report) можливість виводу бази даних або будь-якого її фрагмента у вигляді дерева відповідно до схеми бази даних.

8. Відсутні засоби швидкого переформування всієї структури звіту (наприклад, якщо потрібно скласти звіт за іншими показниками зі зміною угруповань і зв'язків між таблицями). Таку проблему можна було б вирішити за допомогою представлення схеми реляційної бази даних у вигляді дерева з швидким «переважуванням» гілок. Втім, це окрема велика задача, не обов'язково характерна для генераторів звітів.

*Матеріали надійшли: 06.10.2016*

УДК 004.942

**Лукьянчиков С.Д.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

**Палько М.Ю.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## АРХІВАЦІЯ ЗВУКОВИХ ДАНИХ ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ РОЗРЯДНОСТІ АМПЛІТУДНИХ ЗНАЧЕНЬ ЗВУКОВОГО СИГНАЛУ

Ідея способу архівації звукових даних, що пропонується, полягає в тому, щоб зменшити розрядність амплітудних значень звукового сигналу (семплів) за допомогою двічі-диференціального перетворення, і за рахунок більш компактного збереження цих амплітудних значень досягти компресії.

У первинному вигляді зберігаються два перших амплітудних значення аудіосигналу, а замість всіх наступних амплітудних значень зберігаються значення кінцевих різниць другого порядку, підраховані за наступною формулою:

$$dd_i = S_i - 2S_{i-1} + S_{i-2},$$

де  $dd_i$  – кінцева різниця другого порядку;  $i$  – індекс різниці,  $i = 3, 4, 5, \dots$ ;  $S_i$ ,  $S_{i-1}$ ,  $S_{i-2}$  – амплітудні значення звукового сигналу.

Двічі-диференціальне перетворення є, фактично, варіантом дельта-кодування другого порядку, оскільки зберігаються різниці не першого, а другого порядку. Проведені дослідження показують, що двічі-диференціальне перетворення дозволяє значно ефективніше зменшити амплітудні значення звукового сигналу, ніж це можна зробити за допомогою звичайного дельта-кодування.

На рис. 1-3 наведені відповідно первинний звуковий сигнал (до перетворення), звуковий сигнал після перетворення за допомогою звичайного дельта-кодування і той самий звуковий сигнал після двічі-диференціального перетворення.

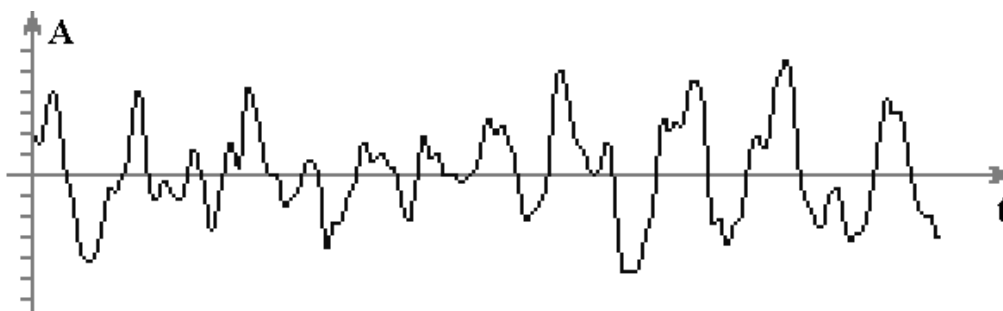


Рис. 1. Первинний звуковий сигнал

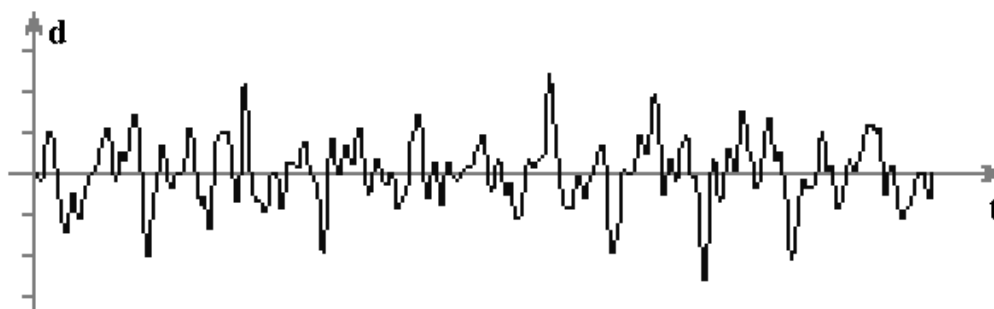


Рис. 2. Звуковий сигнал після перетворення за допомогою дельта-кодування

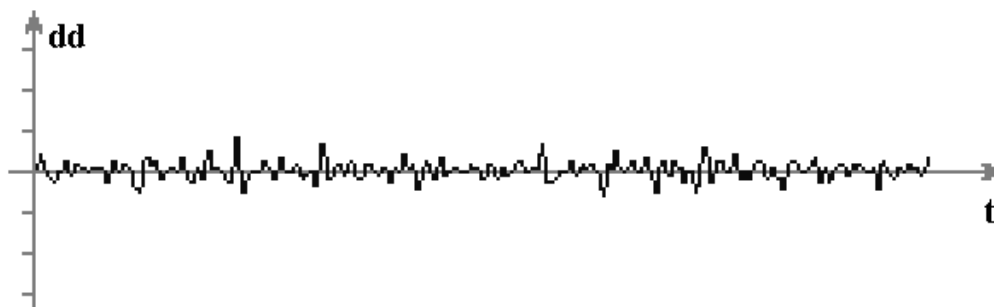


Рис. 3. Звуковий сигнал після двічі-диференціального перетворення

Як видно з вищенаведених рисунків, амплітудні значення звукового сигналу після двічі-диференціального перетворення суттєво зменшуються, що дає змогу зберігати їх з меншою розрядністю, ніж це було спочатку. За рахунок цього і досягається стиснення звукових даних. Однак, для найбільш ефективного стиснення необхідно зберігати перетворені амплітудні значення у вигляді блоків непостійної довжини, всередині яких розрядність амплітудних значень є постійною. Ця розрядність має бути мінімально-необхідною для безвтратного збереження амплітудних значень звукового сигналу. Оптимальна довжина блоків, тобто кількість амплітудних значень звукового сигналу, повинна обиратись з точки зору досягнення найбільшої ступені компресії цього блоку з урахуванням необхідної розрядності для збереження цих значень.

Структура для збереження блоку перетворених амплітудних значень звукового сигналу має містити:

- кількість амплітудних значень, збережених у даному блоці,  $l$ ;
- розрядність амплітудних значень (кількість бітів під кожне з таких значень),  $n$ ;
- самі амплітудні значення ( $l$  амплітудних значень розрядності  $n$  біт).

Для досягнення найбільш ефективного стиснення означена структура має бути бітовою структурою з розмірами полів, не обов'язково кратними до 8. Вигляд означеної бітової структури для подання блоку перетворених амплітудних значень звукового сигналу наведений на рис. 4.



Кількість різниць ( $l$ )	Розрядність різниць ( $n$ )	$dd_i$	$dd_{i+1}$	$dd_{i+2}$	...	$dd_{i+l-1}$
$N$	5	$n$	$n$	$n$		$n$

Рис. 4. Бітова структура для подання блоку перетворених амплітудних значень звукового сигналу.

На рис. 4 поля структури  $dd_i$ ,  $dd_{i+1}$ ,  $dd_{i+2}$ , ...,  $dd_{i+l-1}$  відповідають перетвореним амплітудним значенням звукового сигналу. Під назвами полів структури вказані їх розміри у бітах.

Розмір  $N$  поля під кількість амплітудних значень у блоці має задаватись перед початком архівації і бути параметром архівації. Згідно до значення  $N$  має підраховуватись максимальна кількість  $l_{\max}$  амплітудних значень у блоці за наступною формулою:

$$l_{\max} = 2^N - 1.$$

Розмір поля під розрядність перетворених амплітудних значень звукового сигналу встановлений у 5 бітів з наступних міркувань:

- максимальна розрядність амплітудних значень звукового сигналу, яка використовується в рамках формату RIFF WAVE, дорівнює 16 бітам;
- навіть за умов, якщо розрядність амплітудних значень сигналу не буде зменшена в результаті двічі-диференціального перетворення, відведення 5 біт гарантує її збереження без спотворень.

У випадку використання запропонованої бітової структури для збереження перетворених амплітудних значень звукового сигналу в архіві, фактична ступінь компресії блоку таких значень, яка при цьому буде досягатися, може бути підрахована за наступною формулою:

$$K = \frac{m \cdot l}{N + 5 + n \cdot l},$$

де  $m$  – первинна розрядність амплітудних значень звукового сигналу до перетворення.

На етапі відтворення компресованих звукових даних збережені (перетворені) амплітудні значення звукового сигналу повинні бути зчитані з архіву і піддані зворотньому перетворенню.

З відтворених амплітудних значень звукового сигналу має бути сформований аудіопотік, який є результатом розархівації компресованих звукових даних.

Запропонований спосіб архівації звукових даних дійсно забезпечує стиснення без втрат і цілком відповідає принципам архівації.

Матеріали надійшли: 06.10.2016

УДК 004.942

**Устенко С.А.**

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

**Назаренко В.О.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ З ДИСЦИПЛІНИ "ПЕРИФЕРІЙНІ ПРИСТРОЇ"**

Лабораторні стенди можуть являти собою поодинокі макети з обмеженими функціональними можливостями або ж містити сукупність макетів, створених відповідно за певною тематикою. Але для будь-якого з варіантів при проведенні досліджень потрібна наявність додаткової контрольно-вимірювальної апаратури (вимірювачів напруги та струму, джерел сигналів, осцилографів).

Прикладом такого стенду є мікропроцесорний стенд LESO1 – готовий навчальний лабораторний стенд, призначений для вивчення мікроконтролерів. Цей стенд розроблений для освоєння студентами архітектури мікроконтролерів сімейства MCS-51, а також методів розробки мікропроцесорних систем різного призначення. Він успішно застосовується в технічних ВНЗ для навчання студентів, оскільки є готовим портативним і доступним пристроєм. Стенд може бути використаний студентами як основа для дипломного проектування або для науково-дослідної роботи в бакалавраті або магістратурі.

У дипломному проекті буде розроблений лабораторний стенд з дисципліни "периферійні пристрої", він буде призначений для удосконалення знання студентів та більш детального вивчення елементів периферійних пристроїв не тільки в усному вивченні, а й на практиці.

Актуальністю даного лабораторного стенду є те, що студенти за допомогою нього зможуть вивчати як працює той чи інший периферійний пристрій.

Перевагою лабораторного стенду буде компактність і універсальність, що дозволить проводити дослідження на одному навчальному місці кільком студентам одночасно. Надійність вбудованих приладів забезпечує тривалий термін експлуатації, знижує витрати на подальше його обслуговування. Лабораторний стенд влаштований так, що за допомогою нього можна прискорено виконувати лабораторні роботи.

*Матеріали надійшли: 06.10.2016*

УДК 004.942

**Устенко С.А.**

завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

**Лебідь В.А.**

студентка

**Мороз О.А.**

студент

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ "СТУДЕНТИ ТА СПІВРОБІТНИКИ" ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Інформаційно-пошукові системи (ІПС) – це різновид автоматизованих інформаційних систем, в яких завершальна обробка даних не передбачається. Ці системи призначені для пошуку текстів (документів, їх частин, фактографічних записів) в сховищах (базах даних) за формальними характеристиками. Тому в роботі ІПС можна виділити два основних етапи: перший – збір і зберігання інформації, другий – пошук і видача інформації користувачам.

ІПС студентів та співробітників створена для швидкого вибору людей. В базі користувач може додати нових студентів до існуючого списку, а також вибрати людей за спеціальними критеріями, переглянути та роздрукувати звіт.

При цьому розроблена база даних повинна мати зручний, інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс користувача, забезпечуючи достатню надійність роботи.

При постановці задачі головна увага повинна бути приділена з'ясуванню початкової мети та вирішенню поставленої мети: вибірка за критеріями.

При виборі інформаційних об'єктів, завданні властивостей для кожного об'єкта, встановлення зв'язків між об'єктами, визначенні обмежень, що накладаються на інформаційні об'єкти, визначення типів зв'язків між об'єктами, створення форм та запитів, звітів і файлу допомоги, а також створення головної кнопочкової форми, слід розв'язати такі питання:

- задати властивості об'єктам;
- встановити зв'язки між таблицями, щоб БД могла нормально працювати;
- обрати програму для створення бази даних.

Концептуальне проектування бази даних полягає головним чином у визначенні елементів даних, які потрібно включити в базу даних, відносин між ними і обмежень на значення даних.

Для отримання концептуальної моделі бази даних, що проектується необхідно виконати нормалізацію зовнішньої моделі. Для приведення до першої нормальної форми необхідно обрати унікальні ключі для кожної сутності.

Для приведення до другої нормальної форми, необхідно вибрати унікальні ключі для кожного поля. Концептуальна модель "сутність-зв'язок" показана на рис. 1.

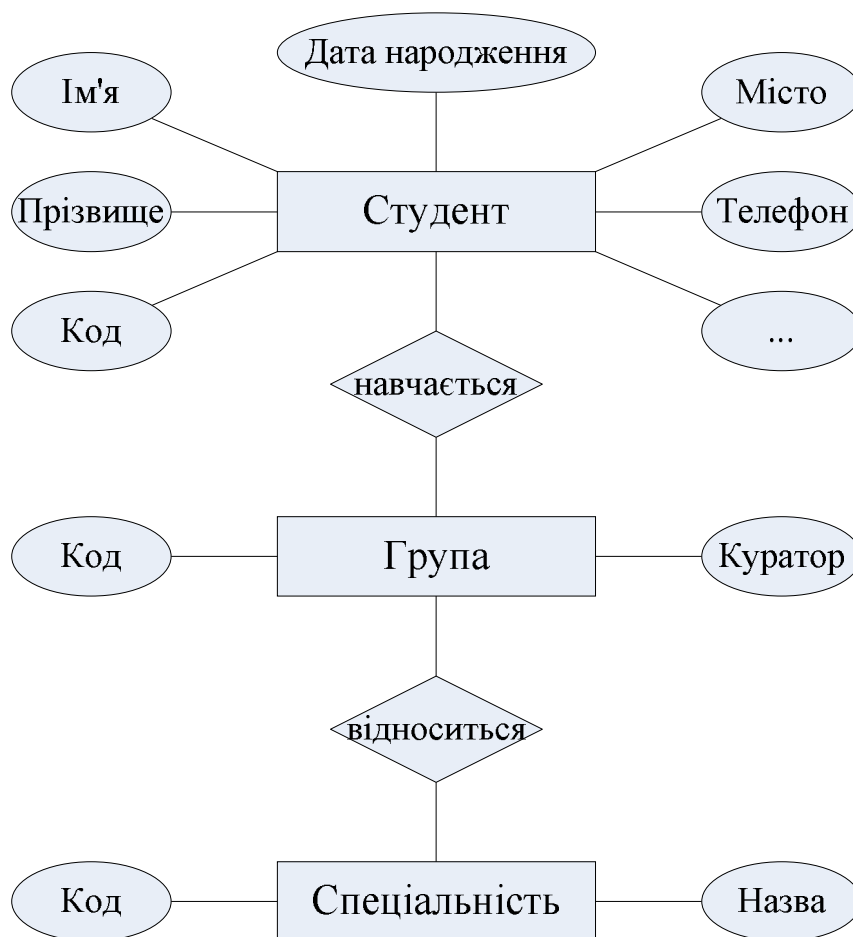


Рис. 1. Концептуальна модель

Взагалі системи управління базами даних надають змогу оперувати даними в більш зручному форматі і змінювати структури баз даних, спрощують роботу з базами даних.

*Матеріали надійшли: 07.10.2016*

УДК 004.942

**Кудря В.І.**

студент

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ВИКОРИСТАННЯ FRAMEWORK'ІВ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ WEB-СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КАТАЛОГАМИ ТОВАРІВ**

Сучасні тенденції розвитку бізнесу диктують умови, при яких ведення бізнесу неможливе без використання інтернет сайтів. Власникам необхідно своєчасно розповсюджувати інформацію про власні товари, для цього вони наймають контент менеджерів та веб-програмістів.

Для швидкого виконання робіт замовника були розроблені системи управління контентом (CMS – Content Management System). Це програмне забезпечення, за допомогою якого можна створювати, редагувати, додавати новий контент та видаляти вже існуючий. Система управління контентом являє собою програмне забезпечення клієнт-серверної архітектури, при якому основна логіка знаходиться на сервері, який за запитом клієнта формує веб-сторінку. Для програмування серверу використовують такі мови як PHP, Python, Ruby, Java, C#, Perl та ін. Якщо існують данні, які потрібно зберігати використовують СУБД, такі як MySQL, MariaDB, MS SQL Server та інші, запити до них формуються на мові процедурного програмування SQL.

На сьогоднішній день все частіше використовують так звані фреймворки. Це програмний продукт, який представляє собою каркас, що змінюється в залежності від написання коду. Їх широке розповсюдження можна описати наступними перевагами:

- 1) значна економія часу розробки;
- 2) забезпечення стабільної роботи додатку;
- 3) широкий функціонал, що дозволяє писати код для розповсюджених задач;
- 4) дозволяє працювати декільком спеціалістам одночасно, адже код не залежить від програміста.

Популярними php-фреймворками є: Symfony, Zend framework, Yii framework. Перевага Yii над іншими фреймворками полягає в ефективності, широких можливостях та якісній документації. Yii спроектований дуже ретельно, він відповідає всім вимогам до розробки професійних веб-додатків.

У результаті аналізу існуючих підходів у Web-програмуванні, а також сучасних методів ведення онлайн маркетингу, була розроблена структурна схема клієнт-серверної взаємодії користувачів з базою даних інформаційної онлайн-системи керування каталогами товарів (рис. 1).

У процесі аналізу виявлено, що при реалізації такої системи доречно використовувати такі технології: PHP; MySQL; HTML 5/CCS 3; JavaScript; Framework Yii; Framework 960gs; Framework jQuery.

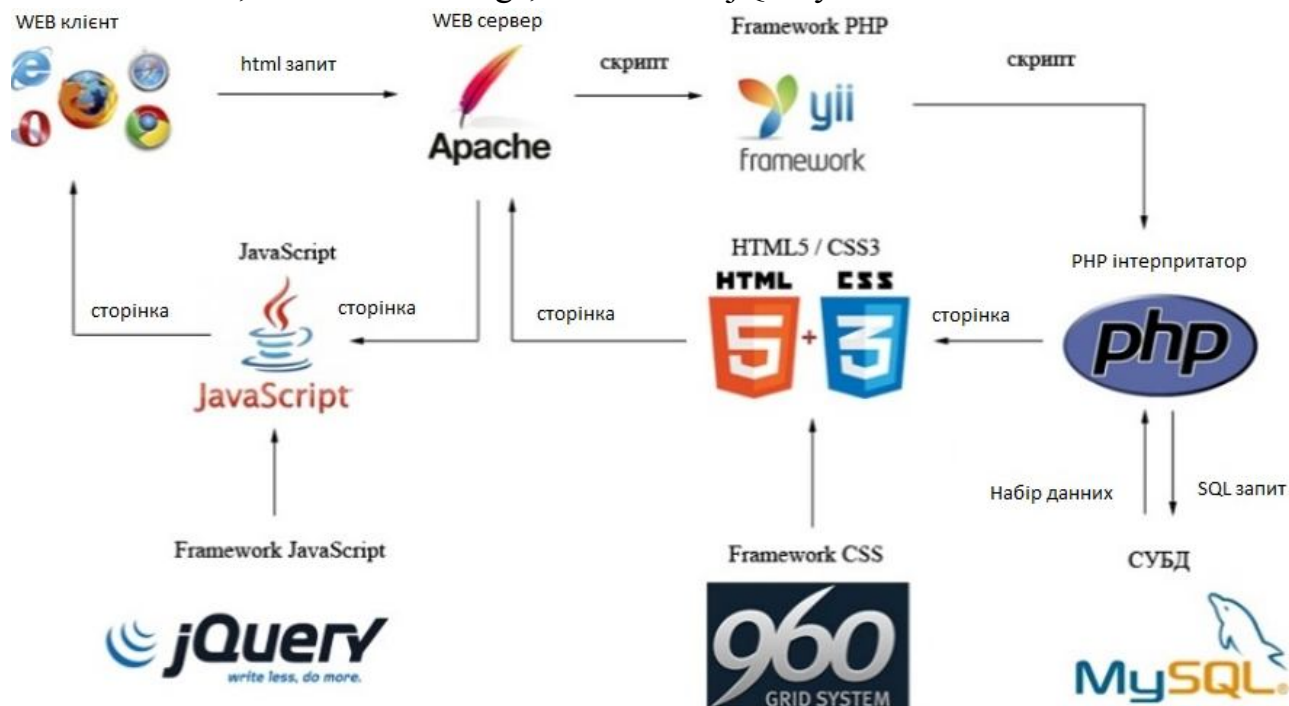


Рис. 1. Структурна схема клієнт-серверної взаємодії користувачів з базою даних інформаційної онлайн-системи керування каталогами товарів

Використання framework'ів, таких як Yii, jQuery, 960gs дозволить швидко отримати необхідний результат, і що не менш важливо кроссбраузерність. Кроссбраузерність є актуальною проблемою, адже кожен клієнт користується не лише різними браузерами, а й відмінними версіями від тієї, на якій здійснювалося тестування проекту. Це може спричинити невірне відображення сторінки, та навіть появу помилок на сторінці, отриманій клієнтом.

Згідно з рис. 1. користувач відсилає HTML запит до веб-серверу, який згідно з необхідною інформацією, формує скрипт. Виконання цих дій відбувається скрізь прошарок framework'а Yii. Цей фреймворк підходить для розробки додатків з великим обсягом трафіку, таких як портали, форуми, CMS системи, системи електронної комерції та ін.

Yii має широкий спектр можливостей: цілковито об'єктно-орієнтоване програмування; компоненти MVC (Model, View, Controller); валідація форм; аутентифікація, авторизація; багаторівнева система кешу; інструменти для попередження і запобігання атак; консольні генератори коду; використовується jQuery.

Таким чином, виконаний огляд функціональності framework'ів в задачах розробки web-систем управління каталогами товарів, а також виявлено, що при реалізації таких систем доречно використовувати такі технології: PHP; MySQL; HTML 5/CCS 3; JavaScript; Framework Yii; Framework 960gs; Framework jQuery.

*Матеріали надійшли: 09.10.2016*

УДК 004.942

**Кузьма К.Т.**

старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії  
Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

## **ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ ГІПОТЕЗ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РІВНЯ ЗНАНЬ В СИСТЕМАХ ТЕСТУВАННЯ**

На сьогодні для процесу ідентифікації рівня знань учасників навчального процесу з використанням методу послідовного аналізу розроблені обчислювальні процедури перевірки двохальтернативних випадків, наприклад, класифікації об'єктів навчання на дві групи: атестовані та не атестовані. Постає задача розробки алгоритму класифікації тестованих відносно декількох гіпотез.

На основі методів, поданих у роботах [1, 2], розроблено алгоритм для чотирьохальтернативної задачі класифікації учасників навчального процесу. Пропонується класифікувати об'єкти навчання за рівнем знань: I клас – об'єкти навчання, які володіють "високим" рівнем знань (А від 90 до 100 балів); II клас – "достатнім" (В, С від 65 до 89 балів); III клас – "середнім" (D, E від 50 до 64 балів); IV клас – "початковим" (F, FX від 1 до 49 балів).

Сутність класифікації полягає в розбитті інтервалу тестових завдань  $N$  на чотири області:  $N_1, N_2, N_3, N_4$ . Якщо число невірно виконаних завдань  $d_h$  потрапило в область  $N_1$ , то приймається гіпотеза  $H_1$  – об'єкт навчання має "високий" рівень знань; якщо в  $N_2$ , то приймається гіпотеза  $H_2$  (відповідає "достатньому" рівню знань); якщо в  $N_3$  – гіпотеза  $H_3$  (відповідає "середньому" рівню знань); інакше – приймається гіпотеза  $H_4$  (відповідає "початковому" рівню знань).

Розроблений алгоритм базується на використанні двохальтернативного критерію послідовного аналізу в декілька етапів.

Нехай  $x_i$  – випадкова величина, яка визначає результат перевірки  $i$ -го завдання та приймає тільки два значення 0 або 1. Припустимо, що  $x_i = 0$ , якщо завдання виконано вірно,  $x_i = 1$ , якщо завдання виконано невірно. Нехай  $p_i$  визначає відносне число невиконаних завдань. Тоді ймовірність отримання вибірки  $(x_1, \dots, x_h)$  обчислюється за формулою:

$$p_h = p^{d_h} (1-p)^{h-d_h}, \quad (1)$$

де  $d_h$  – число невірно виконаних завдань серед  $h$  перевірених.

На першому етапі рішення задачі визначимо гіпотези оцінки рівня навчальних досягнень тестованих. Допустима доля невірних відповідей для кожного класу  $p_i$  встановлюється виходячи з ефективності контролю.

Оскільки ймовірність невиконання завдань  $p_i$  є випадковою величиною, то приймаємо наступні гіпотези:  $H_1$ : якщо ймовірність невиконання завдання дорівнює  $p_1$  ( $p = p_1$ ), тестований зараховується до класу I;  $H_2$ : якщо ( $p = p_2$ ) – до класу II;  $H_3$ : якщо ( $p = p_3$ ) – до класу III;  $H_4$ : якщо ( $p = p_4$ ) – IV.

При цьому перевірка здійснюється наступним чином. Із загальної кількості  $n$  завдань вибирається група  $g_1$ , яка містить  $h$  завдань. Перевірка закінчується прийняттям гіпотези про атестацію тестованого, якщо в групі  $g_1$  для відповідного класу виконується умова:

$$a_h \geq d_h,$$

де  $a_h$  – прийнятне число невірно виконаних завдань для певного класу;  $d_h$  – число невірно виконаних завдань в групі  $g_1$ .

Перевірка закінчується прийняттям гіпотези про неатестацію тестованого, якщо в групі  $g_1$  для відповідного класу виконується умова:

$$r_h \leq d_h,$$

де  $r_h$  - неприйнятне число невірно виконаних завдань для певного класу.

Якщо  $a_h < d_h < r_h$ , обирається друга група  $g_2$ , яка містить наступні  $h$  завдань. Знову тестований атестується позитивно, якщо загальне число невиконаних завдань у двох групах  $d_{2h}$  менше або дорівнює  $a_{2h}$ ; тестований неатестується, якщо  $d_{2h} \geq r_{2h}$  та береться третя група  $g_3$  із  $h$  запитань, якщо  $a_{2h} < d_{2h} < r_{2h}$ . Процес продовжується, поки тестований буде атестований або неатестований. Таким чином, коли спостереження проводяться над групами по  $h$  завдань, число визначених невірно виконаних завдань  $d_m$  порівнюється з відповідним приймальним числом  $a_m$ , або неприймальним числом  $r_m$  тільки при  $m = h, 2h, 3h, \dots, n$ .

Пороги прийняття  $\hat{a}_i(h), i = \overline{1,3}$  або неприйняття  $r_i(h), i = \overline{1,3}$  гіпотези щодо зарахування об'єкта навчання до одного з чотирьох класів навченості обчислюються за формулами:



$$a_i(h) = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \frac{p_{r_i}}{p_{a_i}} - \ln \frac{1-p_{r_i}}{1-p_{a_i}}} + \frac{h \cdot \ln \frac{1-p_{a_i}}{1-p_{r_i}}}{\ln \frac{p_{r_i}}{p_{a_i}} - \ln \frac{1-p_{r_i}}{1-p_{a_i}}};$$

$$r_i(h) = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_{r_i}}{p_{a_i}} - \ln \frac{1-p_{r_i}}{1-p_{a_i}}} + \frac{h \cdot \ln \frac{1-p_{a_i}}{1-p_{r_i}}}{\ln \frac{p_{r_i}}{p_{a_i}} - \ln \frac{1-p_{r_i}}{1-p_{a_i}}} \quad i = \overline{1,3},$$

де  $p_{a_i}$ ,  $p_{r_i}$  – відповідно приймальна та неприймальна доля неврно виконаних завдань для  $i$ -ї класифікації.

Процедура прийняття рішень під час перевірки знань на основі методу послідовного аналізу відрізняється від стандартного адаптивного тестування, при якому кожному об'єкту навчання представляється унікальний набір тестових завдань. У даній процедурі всі об'єкти навчання виконують однакові тестові завдання, проте деякі з них закінчують тестування раніше. Отже, забезпечується адаптивність тестування за рахунок мінімізації вибірки спостережень, тобто кількості завдань, які надаються тестованому та часу випробування.

### Список використаної літератури

1. **Васильев, В.И.** Основы культуры адаптивного тестирования [Текст] / В.И. Васильев, Т.Н. Тягунова. – М: Издательство ИКАР, 2003. – 584 с.
2. **Вальд, А.** Последовательный анализ [Текст] / А.Вальд. – М.:Физматгиз, 1960. – 328 с.

*Матеріали надійшли: 09.10.2016*

УДК 519.2:519.6

**Приходько С.Б.**

завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Приходько А.С.**

студент

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

## МОДЕЛЮВАННЯ ГАУСІВСЬКИХ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЖОНСОНА

*Ключові слова:* математичне моделювання, гаусівська випадкова величина.

**Постановка проблеми.** На даний час для моделювання гаусівських випадкових величин (ГВВ) застосовують три групи методів: методи, що використовують функцію щільності ймовірності (ФШЙ) розподілу Гауса (РГ); методи, що базуються на апроксимації функції, яка є зворотною до функції РГ, та методи, що застосовують різноманітні нелінійні перетворення. Методи, що використовують ФШЙ РГ, та частина методів, що базуються на нелінійних перетвореннях (наприклад, Бокса-Мюллера), містять виключення і потребують для створення визначеної кількості значень ГВВ приблизно в 1,25 рази більше значень випадкової величини (ВВ) з рівномірним розподілом. Це приводить до першої проблеми. Друга проблема пов'язана із залежністю інтервалу моделювання ГВВ від кількості значень, що потрібно змоделювати.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Зараз для вирішення першої проблеми відомий метод на основі зворотної функції. Але його використання для моделювання ГВВ ускладнено тим, що не існує аналітичного виразу зворотної функції для функції РГ, а це потребує відповідної її апроксимації. Крім того сама апроксимація буде залежати від діапазону значень ГВВ, що породжує другу проблему. Інший шлях вирішення зазначеної вище першої проблеми – це застосування методу на основі нормалізуючих перетворень, зокрема перетворення Джонсона [1, 2]. В [1] для моделювання ГВВ запропоновано застосовувати нормалізуюче перетворення Джонсона із сім'ї  $S_B$ , яке не є бієктивним. А це приводить до поганих результатів на границях емпіричного розподілу ГВВ, що моделюється. В [2] для покращення результатів моделювання ГВВ запропоновано застосовувати бієктивне перетворення, яким є перетворення Джонсона із сім'ї  $S_U$ . Його застосування дозволило розширити границі моделювання з 2 до 4 середньо квадратичних відхилень (СКВ) від математичного сподівання (МС). Але другу проблему цей

метод не вирішує. Тому **ціль роботи** полягає в удосконаленні метода моделювання ГВВ на основі перетворення Джонсона, що дасть змогу враховувати вплив кількості значень ГВВ, яка моделюється, на довжину інтервалу моделювання.

**Викладення основного матеріалу.** Суть методу моделювання ГВВ на основі нормалізуючого перетворення Джонсона полягає у тому, що спочатку за значенням ВВ з рівномірним розподілом на основі нелінійного перетворення отримують значення ВВ  $x$  з розподілом Джонсона певної сім'ї. Далі за отриманим значенням  $x$  на основі перетворення Джонсона визначають значення ГВВ  $z$  з МС нуль і дисперсією одиниця.

Для збільшення інтервалу для величини  $z$  та врахування його залежності від кількості значень ГВВ, що моделюється, пропонується значення ГВВ  $v$  з довільними МС  $m_v$  і СКВ  $\sigma_v$  отримувати як

$$v_i = m_v + c(N)\sigma_v z_i,$$

де  $c(N)$  – коефіцієнт, що залежить від кількості значень  $N$  гаусівської випадкової величини, що моделюється. Так для  $N=10000$  коефіцієнт  $c(N) = 1,5$ .

**Висновки.** Удосконалено метод моделювання ГВВ на основі перетворення Джонсона для сімей  $S_B$  і  $S_U$ , що дає змогу враховувати вплив кількості значень ГВВ, яка моделюється, на довжину інтервалу моделювання.

### Список використаної літератури

1. **Приходько, С.Б.** Моделювання гаусівських випадкових величин на основі перетворення Джонсона із сім'ї  $S_B$  [Текст] / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2012. – т.2, №1. – С.64-69.
2. **Приходько, С.Б.** Моделювання гаусівських випадкових величин із використанням перетворення Джонсона із сім'ї  $S_U$  [Текст] / С. Б. Приходько // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2015. – т.5, №1. – С.92-97.

*Матеріали надійшли: 17.10.2016*

УДК 004.942:005.8

**Приходько С.Б.**

завідувач кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

**Пухалевич А.В.**

старший лаборант кафедри програмного забезпечення автоматизованих систем

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

## **СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*Ключові слова: інформаційна технологія, тривалість програмних проєктів.*

**Постановка проблеми.** На даний час при розробці програмного забезпечення (ПЗ) використовуються інформаційні технології переробки інформації (ІТПІ) для оцінювання тривалості розробки ПЗ (такі як, Comparative Estimating Tool, MS Project та ін.). Незважаючи на використання вказаних ІТПІ 71% проєктів з розробки ПЗ не виконуються в запланований термін [1]. Тому наукова задача створення нових ІТПІ для оцінювання тривалості розробки ПЗ з метою підвищення достовірності відповідних оцінок є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Зараз в існуючих ІТПІ найчастіше використовується нелінійні регресійні моделі (НРМ) побудовані в припущенні про логнормальний розподіл емпіричних даних. Проте, перетворення у вигляді десяткового логарифму не завжди дозволяє добре нормалізувати емпіричні дані, що приводить до необхідності використовувати інші нормалізуючі перетворення, одним із яких є перетворення Джонсона.

В [2, 3] на основі перетворення Джонсона було побудовано НРМ та їх довірчі інтервали для платформ РС, MR, MF. Використання зазначених НРМ та їх довірчих інтервалів дозволяє підвищити достовірність оцінювання тривалості розробки ПЗ. Тому доцільним є створення ІТПІ для оцінювання тривалості розробки ПЗ із застосуванням НРМ, побудованих з використанням нормалізуючого перетворення Джонсона.

**Ціль роботи** полягає у створенні ІТПІ для оцінювання тривалості розробки ПЗ із застосуванням НРМ на основі перетворення Джонсона.

**Викладення основного матеріалу.** ІТПІ, що пропонується, була створена на основі математичних моделей, наведених в [2, 3] та автоматизованої системи (АС) [4].

Ціллю створення ІТ, що пропонується, є підвищення достовірності оцінювання тривалості розробки ПЗ.

Задачі, які вирішуються за допомогою цієї ІТ:

- точкове та інтервальне оцінювання тривалості розробки ПЗ;
- моделювання тривалості розробки ПЗ.

**Висновки.** В даній роботі створено ІТІІ для оцінювання тривалості розробки ПЗ із застосуванням НРМ, побудованих з використанням перетворення Джонсона. Застосування вказаних моделей враховує реальний розподіл емпіричних даних і дає можливість визначення довірчого інтервалу нелінійної регресії та інтервалу її прогнозування. Це дозволяє підвищити достовірність оцінювання тривалості розробки ПЗ.

### Список використаної літератури

1. **СН Standish Group 2015 Chaos Report – Q&A with Jennifer Lynch** [Електронний ресурс] // S. Hastie, S. Wojewoda. – InfoQ, 2015. – Режим доступу: <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>.

2. **Приходько, С. Б.** Розробка нелінійних регресійних моделей тривалості програмних проектів на основі перетворення Джонсона [Текст] / С. Б. Приходько, А. В. Пухалевич // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2014. – № 2. – С. 76-80. – ISSN 2313-0415.

3. **Приходько, С. Б.** Confidence interval estimation of PC software project duration regression based on Johnson transformation [Текст] / С. Б. Приходько, А. В. Пухалевич // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Харків : Харківський авіаційний інститут, 2014. – № 2 (66). – С. 104-107.

4. **Приходько, С. Б.** Інформаційна технологія для оцінювання тривалості проектів з розробки програмного забезпечення [Текст] / С. Б. Приходько, А. В. Пухалевич // Проблеми інформаційних технологій. – Херсон, 2016. – № 1 (019). – С. 81-87. – ISSN 1998-7005.

*Матеріали надійшли: 17.10.2016*

## Автори

1	<i>Hladysh B.I.</i>	Deformations of functions with isolated critical points on the boundary of the surface	<b>C1 12</b>
2	<i>Алтухова Т.В.</i>	Використання алгоритму зворотнього поширення похибки для апроксимації багатовимірних нелінійних об'єктів степеневими рядами	<b>C1 17</b>
3	<i>Антипова Е.А.</i>	Модель информационных потоков линейно-функциональной организационной структуры управления крупным наукоемким предприятием	<b>C1 4</b>
4	<i>Баранецька О.Р.</i>	Умови геометричного формування мінеральних індивідів та агрегатів (двійників)	<b>C1 10</b>
5	<i>Бендик Т.П.</i>	Алгоритми попередньої обробки біомедичних зображень	<b>C2 86</b>
6	<i>Березький О.М.</i>	Алгоритми попередньої обробки біомедичних зображень	<b>C2 86</b>
7	<i>Бідніченко О.Г.</i>	Формули складу геометричних об'єктів n-вимірних просторів	<b>C1 43</b>
8	<i>Білик Н.Т.</i>	Умови геометричного формування мінеральних індивідів та агрегатів (двійників)	<b>C1 10</b>
9	<i>Бойчук О.В.</i>	Комп'ютерне моделювання вільних коливань тонких пластин з різних матеріалів	<b>C1 16</b>
10	<i>Бондаренко В.П.</i>	Нормативне забезпечення представлень прикладних інтерпретованих конструкцій геометричних моделей у STEP	<b>C1 35</b>
11	<i>Борисенко В.Д.</i>	Аналіз аналітичних методів подання корабельних кривих	<b>C1 45</b>
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Моделювання кривих теоретичного креслення корпусу судна	<b>C1 47</b>
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Моделювання криволінійних обводів профілів лопаток осьових турбін	<b>C1 64</b>
	<i>Борисенко В.Д.</i>	Метод аналітичного подання скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів	<b>C1 55</b>
12	<i>Борисенко І.А.</i>	Комп'ютерне моделювання вільних коливань тонких пластин з різних матеріалів	<b>C1 16</b>
13	<i>Борисенко М.Ю.</i>	Комп'ютерне моделювання вільних коливань тонких пластин з різних матеріалів	<b>C1 16</b>
14	<i>Василиненко Є.В.</i>	Нормативне забезпечення представлень прикладних інтерпретованих конструкцій геометричних моделей у STEP	<b>C1 35</b>
15	<i>Волік Д.А.</i>	Дослідження ефекту інтерференції потоку порохових газів у глушнику підчас пострілу	<b>C1 25</b>

16	<i>Даниленко В.Я.</i>	Геометрична складова в моделях екологічної оцінки транспортних засобів та автомобільних доріг	<b>C1 31</b>
17	<i>Данилюк В.І.</i>	Алгоритми попередньої обробки біомедичних зображень	<b>C2 86</b>
18	<i>Дармосюк В.М.</i>	Жорсткі та майже жорсткі сагайдаки	<b>C1 39</b>
19	<i>Друзь Є.І.</i>	Метод аналітичного подання скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів	<b>C1 55</b>
20	<i>Завалко Є.А.</i>	Комп'ютерна візуалізація нових нестандартних моделей серендипової сім'ї	<b>C1 41</b>
21	<i>Зеленський О.В.</i>	Жорсткі та майже жорсткі сагайдаки	<b>C1 39</b>
22	<i>Зосімов В.В.</i>	Персоналізація пошуку інформації в Інтернеті з використанням користувацьких скриптів	<b>C2 84</b>
23	<i>Коваленко І.І.</i>	Модель информационных потоков линейно-функциональной организационной структуры управления крупным наукоемким предприятием	<b>C1 4</b>
24	<i>Коваль Н.В.</i>	"М'яке" моделювання в задачах відновлення функцій двох змінних	<b>C1 37</b>
25	<i>Колосов О.Є.</i>	Деякі підходи до визначення параметрів адекватної структурної моделі орієнтованих волокнистих наповнювачів	<b>C1 69</b>
	<i>Колосов О.Є.</i>	До обґрунтування вибору геометричної моделі капілярно-пористого середовища на основі орієнтованих волокнистих наповнювачів	<b>C1 67</b>
26	<i>Колосова О.П.</i>	Геометричне моделювання процесу просочення орієнтованих волокнистих наповнювачів полімерами	<b>C1 71</b>
	<i>Колосова О.П.</i>	Основні результати геометричного моделювання процесів та обладнання для одержання реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів	<b>C1 73</b>
27	<i>Котляр Д.В.</i>	Дослідження ефекту інтерференції потоку порохових газів у глушнику під час пострілу	<b>C1 25</b>
28	<i>Котлярова В.В.</i>	Просторова геометрія і топологія в структурній організації і генетичній еволюції електромеханічних перетворювачів енергії	<b>C2 78</b>
29	<i>Кременченко О.С.</i>	Комп'ютерна візуалізація нових нестандартних моделей серендипової сім'ї	<b>C1 41</b>
30	<i>Кудря В.І.</i>	Використання framework'ів під час розробки Web-системи управління каталогами товарів	<b>C3 100</b>
31	<i>Кузьма К.Т.</i>	Використання framework'ів під час розробки Web-системи управління каталогами товарів	<b>C3 100</b>

	<i>Кузьма К.Т.</i>	Використання статистичних гіпотез для перевірки рівня знань в системах тестування	<b>C3</b> <b>102</b>
	<i>Кузьма К.Т.</i>	Підходи до створення CMS-систем	<b>C3</b> <b>89</b>
32	<i>Лебідь В.А.</i>	Розробка підсистеми "Студенти та співробітники" інформаційного простору кафедри комп'ютерної інженерії	<b>C3</b> <b>98</b>
33	<i>Легета Я.П.</i>	Аналітичний опис за передавальною функцією центроїд е круглих зубчастих коліс	<b>C1</b> <b>19</b>
34	<i>Літніцький С.І.</i>	Наближене визначення напрямної дискретно представлені конічної поверхні	<b>C1</b> <b>8</b>
35	<i>Лукьянчиков С.Д.</i>	Архівація звукових даних за рахунок зменшення розрядності амплітудних значень звукового сигналу	<b>C3</b> <b>94</b>
36	<i>Макарова Л.М.</i>	Удосконалення інформаційної технології переробки інформації для прогнозування відмов в обслуговуванні пристроїв термінальної мережі	<b>C2</b> <b>82</b>
37	<i>Мартиненко В.С.</i>	Аналіз аналітичних методів подання корабельних кривих	<b>C1</b> <b>45</b>
38	<i>Матвієнко Н.О.</i>	Математичне моделювання когенераційної системи на біодизельному паливі	<b>C1</b> <b>13</b>
39	<i>Махровська Н.А.</i>	Особливості сучасних програмних засобів генерації звітів з інформації баз даних	<b>C3</b> <b>91</b>
40	<i>Мельник В.А.</i>	Розв'язання крайових задач гідроакустики за допомогою пакету програм "FEMLAB"	<b>C1</b> <b>53</b>
41	<i>Мельник О.В.</i>	Характерні особливості моделювання процесів в разрядноімпульсних технологіях	<b>C1</b> <b>50</b>
42	<i>Мороз О.А.</i>	Розробка підсистеми "Студенти та співробітники" інформаційного простору кафедри комп'ютерної інженерії	<b>C3</b> <b>98</b>
43	<i>Назаренко В.О.</i>	Розробка лабораторного стенду з дисципліни "Периферійні пристрої"	<b>C3</b> <b>97</b>
44	<i>Палько М.Ю.</i>	Архівація звукових даних за рахунок зменшення розрядності амплітудних значень звукового сигналу	<b>C3</b> <b>94</b>
45	<i>Пахомова В.М.</i>	Можливість використання технології АТМ в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту	<b>C2</b> <b>80</b>
46	<i>Погромська Г.С.</i>	Особливості сучасних програмних засобів генерації звітів з інформації баз даних	<b>C3</b> <b>91</b>
47	<i>Приходько А.С.</i>	Моделювання гаусівських випадкових величин із застосуванням перетворення Джонсона	<b>C3</b> <b>105</b>
48	<i>Приходько С.Б.</i>	Моделювання гаусівських випадкових величин із застосуванням перетворення Джонсона	<b>C3</b> <b>105</b>



	<i>Приходько С.Б.</i>	Створення інформаційної технології для оцінювання тривалості розробки програмного забезпечення	<b>C3 107</b>
49	<i>Пухалевич А.В.</i>	Створення інформаційної технології для оцінювання тривалості розробки програмного забезпечення	<b>C3 107</b>
50	<i>Роговцов Ю.О.</i>	Комп'ютерне моделювання вільних коливань тонких пластин з різних матеріалів	<b>C1 16</b>
51	<i>Рукавишников Д.В.</i>	Прототип расчета методом конечных элементов на базе Microsoft Excel	<b>C1 59</b>
52	<i>Селін О.М.</i>	Моделі і методи інтелектуального аналізу даних для прогнозування нелінійних нестационарних динамічних процесів економічної природи	<b>C2 76</b>
53	<i>Селін Ю.М.</i>	Моделі і методи інтелектуального аналізу даних для прогнозування нелінійних нестационарних динамічних процесів економічної природи	<b>C2 76</b>
54	<i>Скочко Д.М.</i>	Атоми складності один, два та три для функцій Морса, що задані на многовидах з межею	<b>C1 23</b>
55	<i>Сухарькова О.І.</i>	Дослідження коливань пружинного маятника під візком шляхом розпізнавання фазової траєкторії	<b>C1 27</b>
56	<i>Тютюнников С.В.</i>	Графічно-аналітичні способи розрахунку відбиваючих паркетованих поверхонь	<b>C1 21</b>
57	<i>Тютюнникова Г.С.</i>	Графічно-аналітичні способи розрахунку відбиваючих паркетованих поверхонь	<b>C1 21</b>
58	<i>Устенко І.В.</i>	Моделювання кривих теоретичного креслення корпусу судна	<b>C1 47</b>
59	<i>Устенко С.А.</i>	Моделювання криволінійних обводів профілів лопаток осьових турбін	<b>C1 64</b>
	<i>Устенко С.А.</i>	Розробка лабораторного стенду з дисципліни "Периферійні пристрої"	<b>C3 97</b>
	<i>Устенко С.А.</i>	Розробка підсистеми "Студенти та співробітники" інформаційного простору кафедри комп'ютерної інженерії	<b>C3 98</b>
60	<i>Холковський Ю.Р.</i>	Моделювання складних технічних об'єктів на основі дискретно-інтерполяційного методу	<b>C1 33</b>
61	<i>Хомченко А.Н.</i>	Комп'ютерна візуалізація нових нестандартних моделей серендипової сім'ї	<b>C1 37</b>
	<i>Хомченко А.Н.</i>	"М'яке" моделювання в задачах відновлення функцій двох змінних	<b>C1 41</b>
62	<i>Чайковська Є.Є.</i>	Математичне моделювання когенераційної системи на біодизельному паливі	<b>C1 13</b>

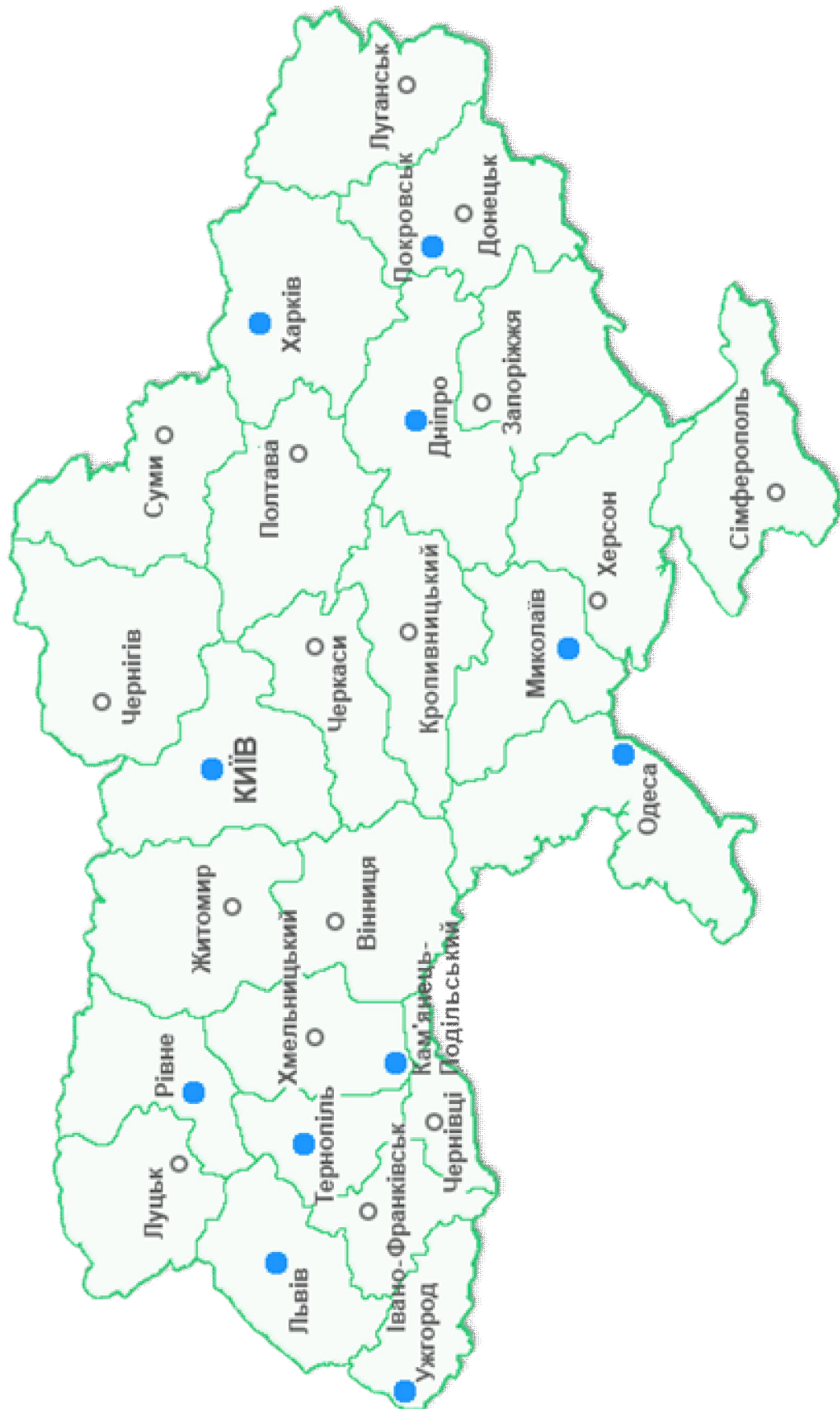
---

63	<i>Шевченко С.М.</i>	Розрахунок геометричної форми профілю відбивача пожежного сповіщувача диму	<b>C1 61</b>
64	<i>Шевчук А.О.</i>	Умови геометричного формування мінеральних індивідів та агрегатів (двійників)	<b>C1 10</b>
65	<i>Шиманська А.А.</i>	Просторова геометрія і топологія в структурній організації і генетичній еволюції електромеханічних перетворювачів енергії	<b>C2 78</b>
66	<i>Шинкаренко В.Ф.</i>	Просторова геометрія і топологія в структурній організації і генетичній еволюції електромеханічних перетворювачів енергії	<b>C2 78</b>
67	<i>Шоман О.В.</i>	Геометрична інтерпретація об'єктів і процесів в деяких задачах практики	<b>C1 29</b>
68	<i>Шулькевич Т.В.</i>	Моделі і методи інтелектуального аналізу даних для прогнозування нелінійних нестационарних динамічних процесів економічної природи	<b>C2 76</b>
69	<i>Юрченко Д.М.</i>	Підходи до створення CMS-систем	<b>C3 89</b>

## Організації

1. Державний вищий навчальний заклад "Ужгородський національний університет".
2. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.
3. Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара.
4. Інститут прикладної математики та фундаментальних наук, Національний університет "Львівська політехніка".
5. Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка.
6. Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
7. Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ "ДонНТУ".
8. Львівський національний університет імені Івана Франка.
9. Миколаївський муніципальний колегіум імені В.Д. Чайки.
10. Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського.
11. Навчально-науковий комплекс "Інститут прикладного системного аналізу", м. Київ.
12. Національний авіаційний університет, м. Київ.
13. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".
14. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут".
15. Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.
16. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв.
17. Національний університет цивільного захисту України, м. Харків.
18. Одеський національний політехнічний університет.
19. Тернопільський національний економічний університет.
20. Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків.
21. Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
22. Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв.

## Географія



## Зміст

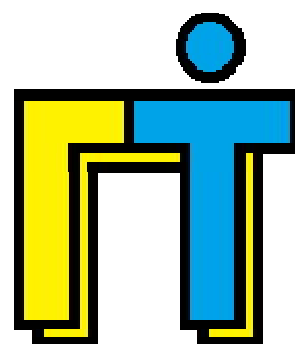
<b>Секція 1. Геометричне, математичне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ і процесів</b>	<b>3</b>
<i>Коваленко І.І., Антипова Е.А.</i> Модель информационных потоков линейно-функциональной организационной структуры управления крупным наукоемким предприятием .....	4
<i>Літницький С.І.</i> Наближене визначення прямої дискретно представленої кінчної поверхні.....	8
<i>Баранецька О.Р., Білик Н.Т., Шевчук А.О.</i> Умови геометричного формування мінеральних індивідів та агрегатів (двійників).....	10
<i>Нладыш В.І.</i> Deformations of functions with isolated critical points on the boundary of the surface .....	12
<i>Чайковська Є.Є., Матвієнко Н.О.</i> Математичне моделювання когенераційної системи на біодизельному паливі .....	13
<i>Борисенко М.Ю., Бойчук О.В., Борисенко І.А., Роговцов Ю.О.</i> Комп'ютерне моделювання вільних коливань тонких пластин з різних матеріалів.....	16
<i>Алтухова Т.В.</i> Використання алгоритму зворотнього поширення похибки для апроксимації багатовимірних нелінійних об'єктів степеневими рядами.....	17
<i>Легета Я.П.</i> Аналітичний опис за передавальною функцією центроїд некруглих зубчастих коліс.....	19
<i>Тютюнников С.В., Тютюнникова Г.С.</i> Графічно-аналітичні способи розрахунку відбиваючих паркетованих поверхонь.....	21
<i>Скочко Д.М.</i> Атоми складності один, два та три для функцій Морса, що задані на многовидах з межею .....	23
<i>Котляр Д.В., Волік Д.А.</i> Дослідження ефекту інтерференції потоку порохових газів у глушнику під час пострілу .....	25
<i>Сухарькова О.І.</i> Дослідження коливань пружинного маятника під візком шляхом розпізнавання фазової траєкторії .....	27
<i>Шоман О.В.</i> Геометрична інтерпретація об'єктів і процесів в деяких задачах практики.....	29
<i>Даниленко В.Я.</i> Геометрична складова в моделях екологічної оцінки транспортних засобів та автомобільних доріг.....	31
<i>Холковський Ю.Р.</i> Моделювання складних технічних об'єктів на основі дискретно-інтерполяційного методу.....	33
<i>Василиненко Є.В., Бондаренко В.П.</i> Нормативне забезпечення представлень прикладних інтерпретованих конструкцій геометричних моделей у STEP.....	35
<i>Хомченко А.Н., Коваль Н.В.</i> "М'яке" моделювання в задачах відновлення функцій двох змінних.....	37
<i>Зеленський О.В., Дармосюк В.М.</i> Жорсткі та майже жорсткі сагайдаки.....	39

<i>Кременченко О.С., Завалко Є.А., Хомченко А.Н.</i> Комп'ютерна візуалізація нових нестандартних моделей серендипової сім'ї.....	41
<i>Бідніченко О.Г.</i> Формули складу геометричних об'єктів n-вимірних просторів.....	43
<i>Борисенко В.Д., Мартиненко В.С.</i> Аналіз аналітичних методів подання корабельних кривих .....	45
<i>Борисенко В.Д., Устенко І.В.</i> Моделювання кривих теоретичного креслення корпусу судна.....	47
<i>Мельник О.В.</i> Характерні особливості моделювання процесів в разрядноімпульсних технологіях .....	50
<i>Мельник В.А.</i> Розв'язання крайових задач гідроакустики за допомогою пакету програм "FEMLAB" .....	53
<i>Борисенко В.Д., Друзь Є.І.</i> Метод аналітичного подання скелетних ліній профілів лопаток осьових компресорів .....	55
<i>Рукавишников Д.В.</i> Прототип расчета методом конечных элементов на базе Microsoft Excel.....	59
<i>Шевченко С.М.</i> Розрахунок геометричної форми профілю відбивача пожежного сповіщувача диму .....	61
<i>Борисенко В.Д., Устенко С.А.</i> Моделювання криволінійних обводів профілів лопаток осьових турбін .....	64
<i>Колосов О.Є.</i> До обґрунтування вибору геометричної моделі капілярно-пористого середовища на основі орієнтованих волокнистих наповнювачів.....	67
<i>Колосов О.Є.</i> Деякі підходи до визначення параметрів адекватної структурної моделі орієнтованих волокнистих наповнювачів.....	69
<i>Колосова О.П.</i> Геометричне моделювання процесу просочення орієнтованих волокнистих наповнювачів полімерами .....	71
<i>Колосова О.П.</i> Основні результати геометричного моделювання процесів та обладнання для одержання реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів.....	73
<b>Секція 2. Інформаційні технології моделювання об'єктів, явищ і процесів</b>	75
<i>Селін Ю.М., Шулькевич Т.В., Селін О.М.</i> Моделі і методи інтелектуального аналізу даних для прогнозування нелінійних нестационарних динамічних процесів економічної природи.....	76
<i>Шинкаренко В.Ф., Шиманська А.А., Котлярова В.В.</i> Просторова геометрія і топологія в структурній організації і генетичній еволюції електромеханічних перетворювачів енергії .....	78
<i>Пахомова В.М.</i> Можливість використання технології АТМ в інформаційно-телекомунікаційній системі залізничного транспорту.....	80
<i>Макарова Л.М.</i> Удосконалення інформаційної технології переробки інформації для прогнозування відмов в обслуговуванні пристроїв термінальної мережі.....	82
<i>Зосімов В.В.</i> Персоналізація пошуку інформації в Інтернеті з використанням користувацьких скриптів.....	84

<i>Березький О.М., Бендик Т.П., Данилюк В.І.</i> Алгоритми попередньої обробки біомедичних зображень .....	86
<b>Секція 3. Комп'ютерна та програмна інженерія в сучасних умовах</b>	88
<i>Юрченко Д.М., Кузьма К.Т.</i> Підходи до створення CMS-систем .....	89
<i>Погромська Г.С., Махровська Н.А.</i> Особливості сучасних програмних засобів генерації звітів з інформації баз даних .....	91
<i>Лукьянчиков С.Д., Палько М.Ю.</i> Архівація звукових даних за рахунок зменшення розрядності амплітудних значень звукового сигналу .....	94
<i>Устенко С.А., Назаренко В.О.</i> Розробка лабораторного стенду з дисципліни "Периферійні пристрої" .....	97
<i>Устенко С.А., Лебідь В.А., Мороз О.А.</i> Розробка підсистеми "Студенти та співробітники" інформаційного простору кафедри комп'ютерної інженерії .....	98
<i>Кудря В.І., Кузьма К.Т.</i> Використання framework'ів під час розробки Web-системи управління каталогами товарів .....	100
<i>Кузьма К.Т.</i> Використання статистичних гіпотез для перевірки рівня знань в системах тестування .....	102
<i>Приходько С.Б., Приходько А.С.</i> Моделювання гаусівських випадкових величин із застосуванням перетворення Джонсона.....	105
<i>Приходько С.Б., Пухалевич А.В.</i> Створення інформаційної технології для оцінювання тривалості розробки програмного забезпечення .....	107
<b>Автори</b>	109
<b>Організації</b>	114
<b>Географія</b>	115

ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ  
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
в моделюванні об'єктів, явищ і процесів  
**AGIT-2016**

**Збірник матеріалів  
конференції**



Редактор,  
відповідальний за випуск,  
комп'ютерна верстка  
С.А. Устенко

Дизайн обкладинки  
Г.В. Пилявська





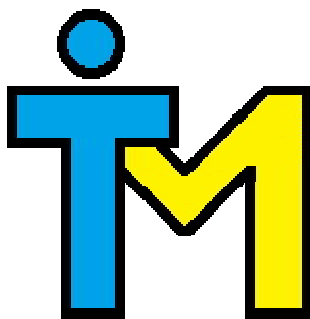
Міністерство освіти і науки України  
Миколаївський національний університет  
імені В.О. Сухомлинського  
Українська асоціація з прикладної  
геометрії

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МОДЕЛЮВАННІ

INFORMATION TECHNOLOGIES  
IN MODELLING

# ITM-2017

II Всеукраїнська науково-практична  
конференція студентів, аспірантів  
та молодих вчених



Миколаїв 2017  
23-24 березня

Кафедра комп'ютерної інженерії

Шановні колеги!

23-24 березня 2017 року



в Миколаївському національному університеті імені В.О. Сухомлинського на базі кафедри комп'ютерної інженерії механіко-математичного факультету відбудеться II 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  
0 (66) 401-11-06

[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

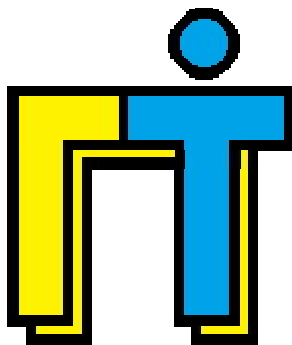
## ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

в моделюванні об'єктів, явищ і  
процесів

APPLIED GEOMETRY AND  
INFORMATION TECHNOLOGIES  
in scene, object and process modelling

# AGIT-2017

II Всеукраїнська  
науково-практична конференція



Миколаїв 2017  
18-20 жовтня

Кафедра комп'ютерної інженерії

Шановні колеги!

18-20 жовтня 2017 року



в Миколаївському національному університеті імені В.О. Сухомлинського на базі кафедри комп'ютерної інженерії механіко-математичного факультету відбудеться II 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  
0 (66) 401-11-06

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

**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 третьому номері:

- свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ №22102-12002Р;
- ISSN 2524-0978;
- Google Scholar <https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=KVt3XckAAAAJ>.

