

# Ідентифікація циклічних складових індексу геомагнітної активності DST методом SSA

Мислицький А.Б.  
Науковий керівник Приставка П.О., д.т.н., проф.  
ПДС НАУ  
Київ, Україна  
equraw@gmail.com

В роботі показано виділення і оцінка частот циклічних складових часового ряду DST індексу. В основі лежить метод спектрального аналізу SSA та використовується метод ідентифікації гармонічних складових Фур'є.

**Ключові слова:** сингулярний спектральний аналіз, компоненти ряду, ідентифікація періодичних складових, геомагнітна активність.

## I. ВСТУП

Процеси на сонці негативно впливають на технічні пристрої та людей. Передбачити і помітно послабити наслідки такого впливу можна шляхом прогнозу періодів інтенсивності збурень сонячної активності. Характеристикою змін, що відбуваються у геомагнітних полях Сонця та Землі є DST-індекс:

$DST = DCF + DR$ , де DCF — поле поверхневого струму; DR — поле кільцевого струму.

Як метод аналізу часового ряду був обраний сингулярний спектральний аналіз. Головними перевагами методу є те, що існує можливість відновлення ряду за інформативними компонентами; можливе оцінювання не лише частоти та амплітуди гармонічних компонент ряду, а й їх фази. Для ідентифікації компонент відповідних гармонічних складових використовується метод Фур'є.

## II. ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

### A. Загальні відомості

Часовим рядом  $F$  довжини  $N$  ( $N > 2$ ) будемо називати впорядковану послідовність дійсних

чисел  $F = (f_0, \dots, f_{N-1}), f_n$ .

Будемо говорити, що ряд  $F$  складається з суми адитивних складових  $F^{(1)}, F^{(2)}$  і позначати це як

$$F = F^{(1)} + F^{(2)}, \text{ якщо } f_n = f_n^{(1)} + f_n^{(2)},$$

$0 \leq n \leq N-1$ . Проблема виділення деякої адитивної складової ряду — одна з найзагальніших і найпоширеніших проблем аналізу часових рядів. Будемо називати періодичною складовою з періодом ( $T \in \mathbb{Z}$ ) ряд,  $n$ -ий елемент якого задається наступним виразом:

$$f_n^{(P)} = \sum_{k=1}^{\lfloor T/2 \rfloor} A_k e^{\alpha_k n} \cos(2\pi n k / T + \phi_k)$$

де  $A_k, \alpha_k \in \mathbb{R}, A_k > 0$ , а  $\phi_k \in (0, 2\pi)$ .

### B. Метод Фур'є виділення періодик

Методи, що використовуються для ідентифікації компонент відповідних гармонічних складових базуються на періодограмі. Для гармонічного ряду  $M$  з частотою  $\omega = k_0/M, k_0 \in \mathbb{Z}$ , періодограма дорівнює нулю у всіх точках, де вона визначена окрім  $k_0/M$ . Періодограма складової гармонічного ряду має "пік" в точці  $k_0/M$ , но при цьому в близьких точках не приймає нульового значення.

Провівши декомпозицію ряду методом SSA, застосовуємо метод Фур'є і знаходимо компоненти одного періоду — 3, 6, 9. Відновлюючи ряд за ними отримуємо сезонну складову (Figure 1).

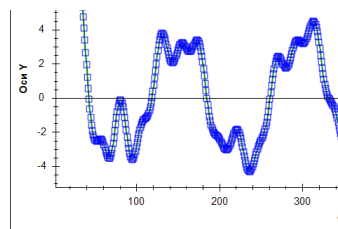


Figure 1. Виділена 27 денна сезонна складова сонячної активності.

## III. ВИСНОВОК

В даній роботі було виділено 27 денний цикл сонячної активності використовуючи розкладання ряду DST індексу на компоненти методом SSA. Далі до цих компонент був застосований метод Фур'є ідентифікації сезонних компонент.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Golyandina, N.E. Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques / N. E. Golyandina, V. V. Nekrutkin, A. A. Zhigljavsky — Chapman&Hall, 2001 — 305 P. — ISBN 1-58488-194-1.
- [2] Ghil, M. Advanced spectral methods for climatic time series / M. Ghil, R.M.Allen// Rev. Geophys. — 2002. — vol.

# Розрахунок типу ракети-носія для доставки космічного апарату на орбіту

Іволженко Марія Юріївна  
науковий керівник П. Ф. Жук, к.ф-м.н., проф.  
ННІДС Національний авіаційний університет  
Київ, Україна

Розроблено програмне забезпечення для аналізу схеми польоту в штатному режимі функціонування космічного апарату, оцінка необхідного запасу палива та вибір типу робочої орбіти та її основних елементів.

**Ключові слова:** ракета-носіє, кут нахилу траєкторії, космічний апарат, атмосфера, робоча орбіта, балістична схема польоту, тяжіння поля.

#### IV. ВСТУП

На сьогоднішній день комплекс задач з аналізу успішності виконання космічних місій є дуже актуальним, адже виведення космічного апарату та вантажу на орбіту дає можливість знайти більш оптимальні розв'язки для багатьох задач, наприклад, задачі трьох тіл [2]-[3].

#### V. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

Для проведення обчислень необхідно задати певні параметри і умови крайової задачі:

1) початкові параметри робочої орбіти ( $\Delta t_{об}$ ,  $\Delta r$ ,  $\Delta l$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta V_r$ ,  $\Delta V_n$ );

2) параметри ракети-носія ( $\Delta X_{хар}^{(об)}$ ,  $n_{max}$ ,  $Q_{max}$ ,  $T_{кр}^*$ ,  $m_{гр}$ );

3) коефіцієнти аеродинамічного супротиву в різних шарах атмосфери.

В результаті отримуємо графіки траєкторії, висоти, швидкості та кута нахилу траєкторії.

#### VI. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для визначення повної траєкторії польоту ракети-носія, перш за все використовуються параметри розв'язку крайової задачі, проектні параметри ступеня та кінцевий кут нахилу траєкторії [1].

Зпочатку необхідно визначитись який переліт вибраний в якості оптимального: двохімпульсний чи трьохімпульсний. Далі розраховуються еволюції орбіти виведення, яка визвана нецентральністю поля тяжіння ( $\Delta\Omega, \Delta\omega$ ) за інтервал часу  $\Delta t_{об}$ , та орбіти, яка викликана впливом атмосфери ( $\Delta r$ ,  $\Delta l$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta V_r$ ,  $\Delta V_n$ ) за інтервал часу  $\Delta t_{об}$ . Обчислюються повні витрати характеристичної

швидкості  $\Delta X_{хар}^{(об)}$ . Координати наземного пункту вибираються з введених початкових даних.

Під час доставки вантажу на Землю необхідно оцінити маневр переходу космічного апарату на з робочої орбіти на передпускову орбіту та маневр гальмування для входу в густі шари атмосфери з заданими початковими умовами. Максимальний по модулю кут входу  $|\theta_{кх}|$  наближено можна оцінити, підставляючи замість  $n_{max}$ ,  $Q_{max}$ ,  $T_{кр}^*$  їх граничні допустимі значення. При цьому швидкість входу вважається рівною  $\sim 8$  км/с.

Повні витрати палива  $m_r$  для реалізації балістичної схеми польоту порівнюються з запасом палива  $m_{гр}$ , який знаходиться на борту космічного апарату:  $m_r = m_0 - m_{ін}$ . Якщо  $m_r \leq m_{гр}$ , то розглядаємо схему польоту здійснення і частина палива може бути переведена в корисне навантаження або збільшити час активного існування космічного апарату.

В результаті отримуємо графіки траєкторії, висоти, швидкості та кута нахилу траєкторії (рис. 1).

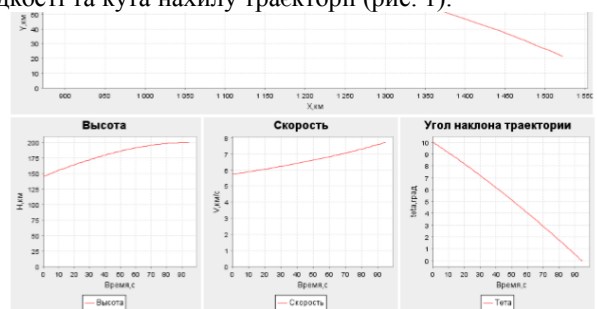


Рис. 1. Кінцеві графіки траєкторії, висоти, швидкості та кута нахилу траєкторії для польоту ракети-носія.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Белоконов В.М., Белоконов И.В. – Системный анализ космических миссий, конспект лекций, г. Самара, 2010 г.
- [2] Интернет ресурс: Космические миссии <https://hi-news.ru/tag/kosmicheskie-missii/>
- [3] Интернет ресурс: 8 действующих космических миссий <http://www.lookatme.ru/mag/live/inspiration-lists/197315-future-missions>

# Детектор кривої рівня масштабування на основі $B$ -сплайн-моделі зображення

Мартюк Богдан Ігорович  
К.т.н., доц. Чолишкіна Ольга Геннадіївна  
Національний авіаційний університет  
Навчально-науковий інститут інформаційно-діагностичних систем  
М. Київ, Україна  
[bogdanmartuk@yandex.ru](mailto:bogdanmartuk@yandex.ru)



**Анотація** — Розглянуто модель цифрового зображення, що описується лінійною комбінацією *B*-сплайнів третього порядку близьких до інтеполяційних в середньому. Отримано детектор кривої рівня масштабування. Наведено приклад застосування та оцінка обчислювальної складності.

**Ключові слова** — *B*-сплайн; поліном; цифрове зображення.

### I. ВСТУП

Визначення локальних особливостей цифрових зображень (ЦЗ) є невід'ємною частиною процедур для обчислення і розпізнавання об'єктів, фотограмметрії, відстеження цілей на цифровому відео, і багато іншого.

Поставимо за мету отримання детектора кривої рівня масштабування для виявлення особливостей ЦЗ.

### II. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Розглянемо модель ЦЗ, де в якості імпульсного виклику використовується функція Гауса.

$$L(t, q, g) = \int_{\xi, \eta} p(\xi, \eta) G(t - \xi, q - \eta, g) d\xi d\eta, \quad (1)$$

$$\text{де } p(x, y) : R^2 \rightarrow R, g = \sigma^2,$$

$$G(t, q, g) = \frac{1}{2\pi g} \exp\left(-\frac{t^2 + q^2}{2g}\right) \quad (2)$$

Похідні Гаусівської функції:

$$L_{t^\alpha q^\beta} (t, q, g) = \frac{\partial^{\alpha+\beta} L(t, q, g)}{\partial t^\alpha \partial q^\beta} = \frac{\partial^{\alpha+\beta} G(t, q, g)}{\partial t^\alpha \partial q^\beta} p(t, q). \quad (3)$$

Прямолінійний і афінно-коваріантний детектор кутів може бути представлений як максимум і мінімум кривої рівня масштабування  $\tilde{k}(L)$ :

$$\tilde{k} = L_x^2 L_{yy} + L_y^2 L_{xx} - 2L_x L_y L_{xy}. \quad (4)$$

Модель ЦЗ на основі *B*-сплайнів [1].  $p(t, q)$  – функція інтенсивності освітлення об'єктів просторової сцени.

$$L(p^{i,j}) = \sum_{ii=i-1}^{i+1} \sum_{jj=j-1}^{j+1} \gamma_{ii-i, jj-j}^{(3)} p_{ii, jj}. \quad (5)$$

$$\gamma_L^{(3)} = \frac{1}{36} \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ 16 & 4 \\ 4 & 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Для знаходження частинних похідних з детектору (4) використовуємо співвідношення:

$$L_l = \sum_{ii=i-1}^{i+1} \sum_{jj=j-1}^{j+1} \gamma_{ii-i, jj-j}^{(3)} p_{ii, jj}, \quad (7)$$

$$\text{де } l = \{t, q, t^2, q^2, tq\},$$

$$\gamma_t^{(3)} = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 1 & -4 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 4 & 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma_q^{(3)} = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ -4 & 0 & 4 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\gamma_{t^2}^{(3)} = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 4 & 1 \\ -8 & -2 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma_{q^2}^{(3)} = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ -8 & 4 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma_{tq}^{(3)} = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

### III. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Застосовуючи детектор (4) до початкового зображення Рис.1 отримуємо особливі точки, що виділені білим кольором на Рис. 2.



Рис.1 Початкове ЦЗ.

Рис.2 Особливі точки ЦЗ.

Подальша обробка за отриманими даними полягає в застосуванні методів розпізнавання об'єктів на базі етолону.

Застосування отриманого в роботі детектору є доцільним, оскільки як видно з (7) всі операції мають лінійний характер, тобто обчислювальна складність алгоритму  $O(h * w)$ , де  $h$  і  $w$  розміри зображення, в порівнянні з використанням моделі (1) яка містить експоненціальну складність в ядрі (3).

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Приставка П.О. Поліномайнні сплайни при обробці даних. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 236 с.

# Алгоритмізація поповнення послідовності відліків функції трьох змінних

Зівакін Валерій Дмитрович  
 науковий керівник П.О.Приставка, д.т.н., проф.  
 ННЦДС, Національний авіаційний університет  
 Київ, Україна  
 e-mail [zivakin1993@gmail.com](mailto:zivakin1993@gmail.com)

Анотація — розробка обчислювальної схеми та її реалізація для забезпечення швидкодії процесу поповнення відліків функції трьох змінних.

Ключові слова — B-сплайн, subdivision, лінійний оператор.

### ВСТУП

На сьогодні велика кількість завдань пов'язана із візуалізацією просторових об'єктів суттєво зростає. Деякі з завдань з'явилися не так давно, такі як реалізація моделей об'єктів більше ніж тривимірних (класичним прикладом є томографія). Для обробки таких даних можна використовувати інтерполяційні методи, але для розмірності більше двох виникає суттєва обчислювальна складність. Методами, які є обчислювальними аспектом методів апроксимації (наприклад *subdivision*), дозволяють бінарне поповнення.

Перехід до багатовимірних *subdivision* відкрив багато можливостей для їх застосування, наприклад для відтворення послідовності відеокадрів.

Тому на разі, коли дано скінчену кількість відліків, що представляють собою набори значень функцій трьох змінних доречніше буде скористатись обчислювальними схемами для кратного поповнення послідовностей. Прикладом таких операторів є ті, які отримуються за допомогою *subdivision* – методів.

### ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Перерізом (або станом) об'єкта будемо називати набір тривимірних точок  $p(t) = p(x(t), y(t), z(t))$ , де

$P$  - колір точки,

$x, y, z$  - координати точки у декартовій системі координат.

Нехай дано початковий набір з  $n$  станів. Необхідно бінарно поповнити послідовність, тобто визначити координати точок та їх колір для нових  $n-1$  станів.

Для вирішення поставленої задачі розглянуто її випадок, який описано в [2].

Для реалізації поставленого завдання, на основі операторів, що описані в [1] та одновимірною *subdivision*, було створено обчислювальна схема, яка дає змогу бінарно поповнити послідовність станів (перерізів) об'єкта на площині. Блок – схема процедури для

отримання нових  $n-1$  перерізів наведено на рисунку 1. Процедура включає в себе:

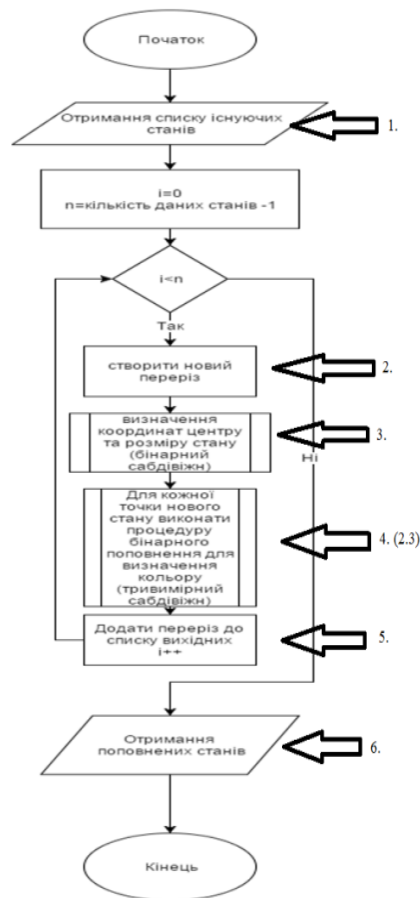


Рис. 1. Блок – схема розробленої обчислювальної схеми

Розроблено програмне забезпечення для використання наведеної схеми.

Дана схема може бути використана при обробці зображень, наприклад, при відновленні чи поповненні послідовності кадрів космічної зйомки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Приставка П.О. Поліноміальні сплайни при обробці даних – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 236 с.  
 [2] Приставка П. О. Поповнення послідовностей станів неоднорідних об'єктів під час руху на площині/ П. О. Приставка, Асаул А.В. // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. – 2011. – Т.15. – С.18-25

# Автоматизація розв'язку прямої геодезичної задачі методом Рунге-Кутта-Мерсона

Вшивкова Єлизавета Олегівна

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. Піскунов Олексій Германович

Національний авіаційний університет

Навчально-науковий інститут інформаційно-діагностичних систем

Київ, Україна

elizabeth.vshyvko@gmail.com

**Анотація:** Реалізовано метод Рунге-Кутта-Мерсона для розв'язку прямої геодезичної задачі на мові високого рівня програмування C# в середовищі .NET.

**Ключові слова:** пряма геодезична задача, еліпсоїд, метод Рунге-Кутта-Мерсона, азимут, довгота, широта.

## I. Вступ

Нехай між двома точками Q1 і Q2 на поверхні еліпсоїда проведена геодезична лінія. Домовимося точку Q1 розглядати як початкову точку геодезичної лінії, тоді Q2 буде її кінцевою точкою. Домовимося також, що геодезична лінія від точки Q1 до точки Q2 має прямий, а від точки Q2 до точки Q1 - зворотний напрямки [1],[2].

## II. Пряма геодезична задача

Дані геодезичні координати B1 і L1 деякої точки Q1, а також довжина геодезичної лінії s і її початковий азимут A1. За цими даними потрібно знайти координати B2 і L2. Де B1, B2 – північна широта, L1 і L2 – східна довгота.

## III. Основна частина

Представлена в доповіді реалізація розв'язку прямої геодезичної задачі методом Рунге-Кутта-Мерсона є важливою ключовою компонентою бібліотеки геометричних обчислень elGeo [5], яка знаходиться в процесі розробки на кафедрі прикладної математики НАУ. При цьому elGeo являє собою динамічно приєднувальну бібліотеку. Для тестування розробленого програмного забезпечення було створено спеціальне консольний додаток.

Для тестування даного програмного забезпечення було використано дані прикладу з Таблиці 20 [1, стр.181]. В результаті обчислень було отримано наступні результати:

$$B2 = 47.484630^\circ$$
$$L2 = 13.753071^\circ$$

В той же час в прикладі з Таблиці 20 [1, стр.181] вважається, що результати мають бути наступні :

$$B2 = 46.25^\circ$$

$$L2 = 11.87^\circ$$

Помітне суттєве відхилення в  $1.5^\circ$ , не дає змогу трактувати результати наших обчислень як задовільні.

Нагадаємо, що  $1^\circ$  по меридіану приблизно дорівнює 110 км.

Для подальшої перевірки наших обчислень було прийнято рішення використати утиліту geod з бібліотеки Proj4 [3], [4] для розв'язання даної задачі на сфері. Результати розробленого ПЗ на сфері:

$$B2 = 47.480999^\circ$$

$$L2 = 13.759761^\circ$$

На цих же даних утиліта geod видала наступні результати:

$$B2 = 47.480999^\circ$$

$$L2 = 13.759762^\circ$$

Отримані результати співпали до 7-го знаку. Можемо зробити висновок, що точність роботи нашої програми задовільна для розв'язання практичних задач.

Список використаних джерел:

[1] Морозов В.П Курс сфероидической геодезии. Изд. 2. Москва, Недра, 1979.

[2] Серапинас Б. Б. Геодезические основы карт. Земные сфера и сфероид. Интернет ресурс: [http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/docs/GOK/gok\\_lecture\\_3.pdf](http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/docs/GOK/gok_lecture_3.pdf)

[3] Butler, Howard (2015-09-13). «Library for performing conversions between cartographic projections».

[4] A library for performing conversions between cartographic projection. Интернет ресурс: <http://proj4.org/>

[5] Сулейманова С.Р., Матвієнко С.С. - Бібліотека геодезичних обчислень/ Сулейманова С.Р., Матвієнко С.С. //ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АВІАЦІЇ ТА КОСМОНАВТИКИ: V Всеукраїнська наук.-практ. конф. молод. учених і студентів з міжнародною участю: тези доп. - К., 2016 -с.136

# Порівняння різних способів обчислення проекції Web Меркатора

Червонюк Юлія Вадимівна  
науковий керівник О.Г.Піскунов, к.ф.-м.н., доц.  
ІДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [ulia94814@gmail.com](mailto:ulia94814@gmail.com)

*Анотація* — у даній роботі розробляється програма, для порівняння результатів обрахунків за проекцією Меркатора з різних джерел.

*Ключові слова* — *Gps координати; проекція Меркатора; сфера.*

#### IV. ВСТУП

Головне завдання картографії полягає у зображенні поверхні Землі на плоску карту. Способом такого відображення може слугувати проекція Меркатора, як одна з найпопулярніших картографічних проекцій. Сферична проекція Меркатора використовується відомими картографічними сервісами, такими як: Google Maps, OpenStreetMap та Bing Maps.

Крім того, в ННПДС на кафедрі «Прикладної математики» Національного авіаційного університету було вдало реалізовано сумісне накладання треків на растрову карту OpenStreetMap [1]. Треки в даній роботі розраховувались за формулою:

$$x = 1 + \frac{\lambda}{\pi} \log \left( \frac{1 + \sin(\varphi)}{1 - \sin(\varphi)} \right)$$
$$y = 1 - 0.5 \cdot \frac{\pi}{\pi}$$

Однако за офіційною документацією OpenStreetMap [2] формула перетворення координат являється такою:

$$x = a \cdot \lambda$$
$$y = a \cdot \ln \left[ \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right]$$

$x$  та  $y$  — прямокутні координати,  
 $\lambda$  - довгота на еліпсоїді в радіанах,  
 $\varphi$  - широта на еліпсоїді в радіанах,

$a$  – значення радіуса землі.

$$a = 6377397,155 \text{ м.}$$

До того ж остання формула збігається з формулами в монографіях [3-4]. З чого помітно, що подані формули є розбіжними з попередньо використаною.

#### V. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Визначити розбіжність в обчисленнях раніше реалізованої (дійсно робочої) формули сферичної проекції Меркатора та за формулою в монографіях [3-4]. Маємо припущення, що формули не можуть бути виведені одна з одної.

#### VI. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Реалізували програму, котра відображає послідовність крапок від 0 до 80° північної широти за реальною та теоретичною формулами. Для зведення до однакового виду результатів, емпіричну і теоретичну формулу, видозмінили вихідну формулу так:

$$x = a \cdot \lambda + 1$$

Згідно результатів, відмітимо, що на найменшому масштабі біля екватору помилка становить 0.004, на 80° - 0.83 (0.4км та 83км відповідно). Вважаємо, що така помилка не є задовільною.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Лавринович В.Ю. Накладання треків з GPS-координатами на растрові карти відкритих тайлових сервісів. Міжнародна науково-практична конференція. – Київ, 2016.
- [2] Електронний ресурс: <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Mercator>.
- [3] Морозов В.П. Курс сферической геодезии / Издание 2, перераб. и доп. «Недра», 1979, 297с.
- [4] Вахромеева Л.А. Картография: Учебник для вузов. М: Недра, 1981.-224с.



## **Обчислення площі сферідичної трапеції**

Лавринович В. Ю.

Піскунов О. Г.

ННЦДС, ПМ

Національний авіаційний університет

Київ, Україна

[Lavrik1103@gmail.com](mailto:Lavrik1103@gmail.com)



Реалізовано одні з методів обчислення площі сфероїдичної трапеції.

Ключові слова — площа, сфероїдична трапеція, біном Н'ютона, сфероїд.

### I. Вступ

Сфероїдична трапеція поверхні еліпсоїда обмежена меридіанами та паралелями (Рис. 1).

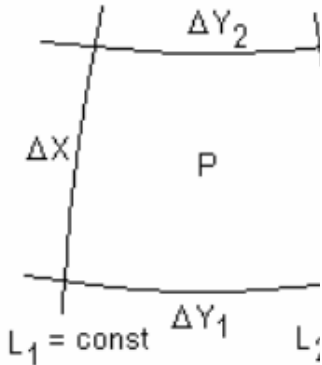


Рис. 1. Сфероїдична трапеція

Де  $P$  – шукана площа,  $B_i$ ,  $i=1,2$  – відповідна широта,  $L_i$ ,  $i=1,2$  – відповідна довгота,  $\Delta X$  – різниця між широтами,  $\Delta Y_i$  – різниці між відповідними довготами.

### II. Обчислення площі

Нескінченно мала площа сфероїдичної трапеції  $dP$  дорівнює добутку нескінченно малих дуг меридіана та паралелі, що дорівнюють відповідно  $dX = RdB$  та  $dY = r dL$ :

$$dP = r M dB dL = R^2 \cos B dL \quad (1)$$

Звідси, відставляючи вираз середнього радіуса  $R$ , для площі  $P$  трапеції,

обмеженою паралелями з широтами  $B_1$  і  $B_2$  та меридіанами  $L_1$  і  $L_2$  отримаємо:

$$P = b^2 \int_{L_1}^{L_2} \int_{B_1}^{B_2} \cos B (1 - e^2 \sin^2 B) \quad (2)$$

Площа  $P$  сфероїдичної трапеції, обмеженої паралелями з широтами  $B_1$  і  $B_2$  та меридіанами з довготами  $L_1$  і  $L_2$ , дорівнює:

$$P = (L_2 - L_1)(F_2 - F_1). \quad (3)$$

При цьому

$$F = b^2 \int_0^B \cos B (1 - e^2 \sin^2 B) \quad (4)$$

Геометрично величина  $F$  представляє площу поверхні еліпсоїда обертання, обмежену екватором, паралеллю широти  $B$  та 2 меридіанами з різницею довгот в один радіан. Вона приймає участь в розрахункових формулах рівновеликих картографічних проєкцій. Її можна обчислити двома шляхами. Обчислимо розкладаючи в ряд функцію, що знаходиться під інтегралом, використовуючи формулу:

$$(1 - x)^{-2} = 1 + 2x + 3x^2 + \dots \quad (5)$$

$$\cos B (1 - e^2 \sin^2 B)^{-2} = \cos B + 2e^2 \cos B \sin^2 B + 3e^4 \cos B \sin^4 B + \dots \quad (6)$$

При цьому враховуючи наступне правило інтегрування:

$$\int \cos B \sin^n B dB = \frac{1}{n+1} \sin^{n+1} B \quad (7)$$

Отримаємо:

$$F = b^2 \left( \sin B + \frac{2}{3} e^2 \sin^3 B \right) \quad (8)$$

Якщо в даній формулі (8) малу піввісь  $b$  представити в кілометрах, то і площа  $F$  буде отримана в кілометрах квадратних ( $\text{км}^2$ ).

Обчислимо площу  $P_e$  всієї поверхні еліпсоїда. Для цього прийmemo  $(L_2 - L_1) = 2\pi$ ,  $B_1 = 0$ ,  $B_2 = \pi/2$ , отриманий результат подвоїмо. Тоді

$$P_e = 4\pi b^2 \left( 1 + \frac{2}{3} e^2 + \frac{3}{5} e^4 \right) \quad (9)$$

Для інтегрування в обмеженому вигляді необхідно скористатись підстановкою  $e \sin B = \sin X$ . Звідси слідує  $e \cos B dB = \cos X dX$ . В результаті отримаємо:

$$F = \frac{b^2}{2} \left[ \frac{\sin B}{1 - e^2 \sin^2 B} + \frac{1}{2e} \right] \quad (10)$$

Виражаючи піввісь  $b$  через велику піввісь  $a$ , для всієї площі еліпсоїда отримаємо:

$$P_e = 2a^2 \pi \left[ 1 + \frac{1 - e^2}{2e} \ln \frac{1 + e}{1 - e} \right] \quad (11)$$

Список використаних джерел:

- [1] Морозов В.П Курс сфероидической геодезии. Изд. 2. Москва, Недра, 1979.
- [2] Серапинас Б. Б. Геодезические основы карт. Лекция 3.
- [3] Бойко Е. Г. Высшая Геодезия Часть 2,

Москва, Картгеоцентр-Геодиздат, 2003.

[4] Вахромеева Л.А., Картография: Учебник для вузов, М.: Недра, 1981.- 224с

Утиліта створення тестових даних для процедури  
знаходження області бачення камери безпілотною  
повітряного судна

Карпенко Денис Владиславович  
Науковий керівник О.Г. Піскунов, к.ф.-м.н., доц..  
ННЦДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mai deniskarpenko115@gmail.com

**Програмне забезпечення створення тестових даних для процедури знаходження області бачення камери безпілотної повітряної судна.**

**Ключові слова – файл світової прив'язки (ФСП), безпілотне повітряне судно (БПС), аерофотозйомка, визначення координат.**

## VII. Вступ

При порівнянні двох способів перерахунку між системами WGS84 та СК-42 (Пулково-1942) були виявлені суттєві відхилення у результатах. В обох випадках з'являється похибка в межах від 90 до 110 метрів [1]. Тому для підготовки тестових даних була поставлена задача звільнитися від цього перерахунку в цілому, а також автоматизувати процес визначення координат точок на площині у метрах.

У даній утиліті був застосований метод, заснований на використанні файлу світової прив'язки (ФСП), що дозволяє обчислювати реальні координати точки у метричній системі за її координатами на зображенні.

## VIII. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Для аналізу похибок при визначенні області бачення камери БПС під час аерофотозйомки на зображенні, що являє собою карту місцевості необхідно обрати деяку кількість точок, при чому для повного функціонування, поряд із зображенням має знаходитися його ФСП. На виході має бути отримано:

- 1) зображення з відміченими точками;
- 2) два файли з розширенням .pxl і .mtr, що несуть у собі:
  - IX. координатами точок в пікселях та в метрах відповідно;
  - X. їх відстань від центра зображення пікселях та в метрах;
  - XI. висота над рівнем моря в метрах;
  - XII. кут нахилу БПС в даній точці.

Такі ж точки відбираються на знімках БПС, в цьому випадку вихідними даними утиліти є лише координати точок в пікселях. Ці дані в подальшому будуть використані в процедурі знаходження області бачення камери БПС.

## XIII. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Кожен ФСП складається з 6-ти чисел (для зручності вони нумеруються буквами А, D, В, Е, С, F), які є коефіцієнтами у наведеній нижче формулі (1) розрахунку координат (рис. 1) [2].

$$\begin{aligned}x1 &= Ax + By + C \\y1 &= Dx + Ey + F\end{aligned}\quad (1)$$

де  $(x; y)$  – координати точки в пікселях,  
 $(x1; y1)$  – вихідні координати в метрах.

```
|1,00003560362075  
|0  
|0  
|-1,00002661700931  
|6286562,48142457  
|5588138,94691609
```

Рис.1 Структура ФСП

За наявності ФСП, знаючи координати точки на зображенні стає можливим розрахунок її реальних координат у метричній системі за формулою (1) [2].

В результаті використання утиліти вдалося істотно скоротити затрати ручної праці і значно пришвидшити підбір точок для тестування.

## IV. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Інтернет ресурс: GIS-Lab Разница в определении координат в WGS84 и СК42 <http://gis-lab.info/qa/wgs-pul-compare.html>
- [2] Інтернет ресурс: GIS-Lab Формат файла географической регистрации (world-файл) <http://gis-lab.info/qa/tfw.html>

Підготовка тестових даних для оцінки похибок  
процедури знаходження області видимості камери  
безпілотного повітряного судна

М. Є. Сторчак

Науковий керівник О.Г. Піскунов, к.ф.-м.н., доц..  
ННПДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [smy980807@ukr.net](mailto:smy980807@ukr.net)

Д. В. Железнякова

Науковий керівник О.Г. Піскунов, к.ф.-м.н., доц..  
ННПДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [dar.zheleznaya@gmail.com](mailto:dar.zheleznaya@gmail.com)

**Анотація – підготовка тестових даних для процедури, для оцінки по похибок процедури знаходження області безпілотної камери безпілотного повітряного судна.**

**Ключові слова – СК-42, проекція Гаусса-Крюгера, безпілотне повітряне судно (БПС), аерофотозйомка, визначення координат, область бачення.**

#### XIV. ВСТУП

На кафедрі прикладної математики НАУ розробляється програмне забезпечення для автоматизації обробки аерофотозйомок. Метою цього є автоматизація пошуку та ведення об'єктів на результатах аерофотозйомок [1], або автоматизація процесу створення фото планів місцевості. [2]

#### XV. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Дані аерофотозйомки містять: ім'я файлу з фотографією, широту центра БПС, довготу центра БПС, висоту у метрах, курс БПС в градусах, тангаш та крен в градусах. Причому широта та довгота можуть надаватися або в метрах (для СК-42), або в градусах (для WGS-84). Під перетворенням фотознімка будемо розуміти проекцію фотоматеріалів не на поверхню Землі, а на площину; вказане перетворення повинно виконуватись в прямокутній системі координат. Це дає змогу для кожного пікселя фотознімка обрахувати справжні координати.

#### XVI. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для оцінки похибки перетворень фотознімків у роботі зроблена спроба порівняти координати деяких точок київської області обраних на кілометровій топографічній карті системи координат 42-го року с даними, які можна отримати, використовуючи такі географічні сервіси як GoogleMap, YandexMap у комплексі із утилітою PROJ.4.[4]. Карти, які є у вільному доступі та мали найбільш детальний масштаб - це карти 1:100 000. Для тестування було обрано 50 точок карти М-36-049, яка знаходиться на краю 6-ї зони проекції Гауса-Крюгера (де повинні бути найбільші викривлення) та 35 точок на карті М-36-055, яка знаходиться у центрі 6-ї зони (де викривлення повинні бути мінімальними). Координати обраних точок в СК-42 вважались еталонними. Далі, обрані точки були знайдені на картах GoogleMap, YandexMap. Їх координати у системі координат WGS84 за допомогою утиліти SC2SC із бібліотеки PROJ4 були перетворенні в СК-42. В результаті порівняння еталонних ті обрахованих координат отримані наступні результати:

- 1) На карті М-36-049 (з краю шостої зони) були отримані наступні відхилення обрахованих координат у порівнянні із еталонними координатами: 53.7 метрів за напрямком південь - північ та

130.7 метрів за напрямом схід – захід.  
2) Були обрані 10 не якісних точок, та перевірено їх координати у системі WGS-84. За уточненими даними похибка змінилась з 64 метрів до 46.5 метрів за напрямком південь - північ, та з 209 метрів до 129.3 за напрямом схід – захід. З практичної точки зору отримане підвищення точності не є достатнім.  
3) Задля продовження експерименту ми провели такі ж тести в центрі шостої зони, на карті М-36-055. Ми порахували координати 35 точок, схожих на точки з пункту 1), та отримали наступні результати: похибка становить 59.8 за напрямком південь - північ та 127 за напрямом схід – захід. Отримані результати демонструють, що похибка не залежить від положення точки в зоні Гауса-Крюгера.

Через незадовільну похибку обчислень виникає необхідність використовувати лише системи координат СК-42. Список використаних джерел

- [1] Чирков А.В. - Використання сплайнів при розмітці відео для тестування якості алгоритмів пошуку і ведення об'єктів / Чирков А. В // Політ. Сучасні проблеми науки: XVI Міжнар. наук.-практ. конф. молод. учених і студентів: тези доп. – К., 2016. – с. 262
- [2] Курочкін В. М. – Застосування кластерного аналізу до даних аерофотозйомки про посівні території / Курочкін В.М. // Політ.

Сучасні проблеми науки: XVI Міжнар. наук.-практ. конф. молод. учених і студентів: тези доп. – К., 2016. – с. 262  
[3] Інтернет ресурс Офіційний сайт PROJ.4 <http://proj4.org/>

# Взаємне конвертування grx та csv файлів

Ковдря Владислав Юрійович  
науковий керівник О. Г. Піскунов, к. ф-м. н., 23оц..  
ННІДС Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [kovdryavlad@gmail.com](mailto:kovdryavlad@gmail.com)





Реалізовано методи для взаємної конвертації *gpx* та *csv* файлів, що містять GPS координати. Та створено доповнення до *IC RasterMap* на мові програмування високого рівня C# .

**Ключові слова** — файл, формат, конвертація, xml-тег, DOM-дерево, метод, трек, точка.

## XVII. ВСТУП

Оскільки формат *gpx* є вільним форматом, який може бути використаний без жодних ліцензійних відрахувань і який з самого початку створювався для обміну даними GPS між різними додатками та пристроями користувачів, саме він був обраний для використання в проектах [1] ННІДС

## XVIII. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Необхідно створити методи для конвертування файлів:

- A. З *gpx* у *csv* — Дані для цього методу являють собою *gpx* файл з довільною кількістю треків, для кожного з яких необхідно створити відповідний окремий файл *csv*.
- B. З *csv* у *gpx* — Дані для цього методу являють собою файл *csv*, з якого потрібно створити відповідний файл *gpx*.

## XIX. КОНВЕРТУВАННЯ

### Метод конвертування з *gpx* у *csv*

Отримавши DOM-дерево вхідного файлу, з нього вибираються лише треки `<trk></trk>`. Для кожного нового треку створюється файл *csv* з відповідним 25оц'ям, де у перших двох рядках зазначені назва додатку, що виконував конвертацію, та рядок, що містить назви тегів, в яких була зібрана додаткова інформація,

Другий рядок потрібен для коректної зворотної конвертації, оскільки, не зазначивши які саме дані збережені, подальша обробка були б неможливою.

Далі вибираються усі точки `<trkpt></trkpt>` і вся інформація, що знаходиться в них, позбувається усіх xml-тегів. У *csv* файлі, в цей час, інформація про кожну нову точку починається з нового рядка.

### Метод конвертування з *csv* у *gpx*

Конвертування *csv* у *gpx* має зворотню логіку, до метода вище: при отриманні файлу *csv* метод створює файл *gpx*, вказуючи творцем додаток, що конвертує. Далі, зчитавши

рядок додаткової інформації, отримує дані про те, які xml-теги повинні міститися в усіх точках `<trkpt></trkpt>`.

Далі, розуміючи, що кожен рядок — одна точка, додаток створює відповідний вузол DOM-дерева, заповнює даними з файлу — розуміючи, що довготу та широту потрібно записати у якості атрибутів для тегу `<trkpt>` — та приєднує до треку.

## XX. ФОРМАТ ОПИСУ ШЛЯХОВОЇ ТОЧКИ (TRACKPOINT)

### `<trkpt`

`lat=»широта в градусах від -90.0 до 90.0 у системі WGS84»`

`lon=»довгота в градусах от -180.0 до 180.0 у системі WGS84»»`

`<ele>` — висота точки в метрах;

`<time>` — дата та час створення точки;

`<magvar>` — магнітне відхилення (в градусах) від точки;

`<geoidheight>` — висота геоїда над рівнем еліпсоїда;

`<name>` — 25оц'я точки;

`<cmt>` — коментар;

`<desc>` — описання елемента для користувача;

`<src>` — джерело даних(пристрій);

`<link>` — посилання на додаткову інформацію про точку;

`<fix>` — кількість просторових координат при GPS-фіксації (2d | 3d);

`<sat>` — кількість супутників, які використовувалися для обчислення місцезнаходження;

`<hdop>` — горизонтальний геометричний фактор;

`<vdop>` — вертикальний геометричний фактор;

`<pdop>` — просторовий геометричний фактор;

`<ageofdgpsdata>` — кількість секунд з моменту отримання поправки диференційної підсистеми;

`<dgpsid>` — ідентифікатор супутника диференціальної системи GPS

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Сулейманова С.Р., Матвієнко С.С. – бібліотека геодезичних обчислень / Сулейманова С.Р., Матвієнко С.С. // V Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів з міжнародною участю «Проблеми та перспективи розвитку авіації та космонавтики»: тези доп. – К., 2016. – с. 215.

[2] Інтернет ресурс: Формат GPX  
<https://ru.wikipedia.org/wiki/GPX>

# Утилита для центрального проектирования прямоуготника на плосину

Білянська Лоліта Валентинівна  
науковий керівник О. Г. Піскунов, к.ф-м.н., доц..  
ННІДС Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [belyanskaya.lolita@gmail.com](mailto:belyanskaya.lolita@gmail.com)

Розроблена утиліта для центрального проектування довільних прямокутників на площину на мові високого рівня C#.

**Ключові слова** — *площина; безпілотне повітряне судно (БПС); визначення координат; центральне проектування; матриці повороту.*

## XXI. ВСТУП

На сьогоднішній день існує велика кількість різних продуктів, які стосуються даної теми, але їх доступність обмежена загалом через фінансову причину.

Головною сферою для використання даної утиліти є проектування зображень на площину, зазвичай фотознімків. Вона призначена, зокрема, для визначення області бачення камери БПС[1].

## XXII. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Дані для утиліти представляють з себе текстовий CSV файл (текстовий формат, призначений для представлення табличних даних), кожен рядок якого воно містить наступне:

- 1) назва файлу з фотографією;
- 2) значення координати  $Y'$  центру проектування в метрах;
- 3) значення координати  $X'$  центру проектування в метрах;
- 4) значення координати  $H$  – висота центру проектування в метрах;
- 5) значення кута  $uaw$  (курс);
- 6) значення кута  $pitch$  (тангаж);
- 7) значення кута  $roll$  (крен).

В результаті отримуємо деякі довільні чотирикутники, спроектовані на площину.

## XXIII. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Вважається, що прямокутник (матриця фото- або відео- камери) цілком розташовується над площиною проектування і, для визначеності, не є квадратом.

Центр проектування  $S$  [2] належить нормалі до прямокутника, що перетинає його в центральній точці, при цьому центр проектування розташовується «вище» прямокутника або прямокутник розташовується між центром проектування та площиною проектування.

Одну з коротших сторін прямокутника позначимо  $I$  (вертикальна), одну з довгих –  $L$  (горизонтальна) (рис. 1).



Рис.1 Приклад проектування.

Крім того, в просторі знаходиться декартова прямокутна система координат, причому її осі координат  $X$  та  $Y$  належить площині проектування.

Розташування прямокутника в просторі задається кутом між віссю  $X$  площини проектування і проекцією відрізка  $I$  на площину – кутом курсу, кутом між  $I$  і площиною –

кутом тангажу, кутом між  $L$  і площиною – кутом крену. Слід зауважити, що витримувався порядок множення на тривимірні матриці повороту [3]. Спочатку виконувався поворот на кут тангажу, а лише потім – крену. Такий порядок зумовлений необхідністю збереження напрямку курсу. Після чого йшов процес проектування кутових точок прямокутника на площину, де вирішувалася система лінійних рівнянь, і лише потім виконувалося множення на матрицю для курсу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Бурий П. А. - Автоматизація визначення області бачення камери безпілотного літального апарату при аерофотозйомці / Бурий П. А // Політ. Сучасні проблеми науки: XVI Міжнар. наук.-практ. конф. молод. учених і студентів: тези доп. – К., 2016. – с. 262
- [2] Інтернет ресурс: Бочков А. Л., Голдобіна Л. О. Нарисна геометрія <http://cadinstructor.org/ng/lectures/1-metody-proecirovaniya/>
- [3] Інтернет ресурс: Матриця поворота [https://ru.wikipedia.org/wiki/Матрица\\_поворота](https://ru.wikipedia.org/wiki/Матрица_поворота)

# Аналіз швидкодії алгоритму обробки потокового відео в залежності від способу реалізації

Сорокопуд Владислав Ігорович  
науковий керівник: Приставка П.О., д.т.н., проф.  
ННІ ІДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail: vlad.sorokopud.i@gmail.com

Чирков Артем Валерійович  
науковий керівник: Приставка П.О., д.т.н., проф.  
ННІ ІДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail: [a.chyrvkov@nau.edu.ua](mailto:a.chyrvkov@nau.edu.ua)

**Анотація** — порівняння швидкості підвищення роботи алгоритму на мові Python: вибір інтерпретатора, конвертація коду на мову C++.

**Ключові слова** — *python, c++, інтерпретатор, конвертація коду.*

Під час виконання наукових досліджень основною вимогою до мови програмування є вимога швидкості написання програмного коду, зокрема швидкість реалізації рутинних операцій. Прийнятним варіантом у випадку досліджень у сфері автоматизованої обробки потокового відео є мова програмування Python [1]. Недоліком є низька швидкість роботи на процесорах архітектури ARM, зокрема на Raspberry Pi 3, неприйнятна для використання алгоритму в реальному часі. Отже, виникає задача пошуку оптимального способу виконання алгоритму.

Особливістю алгоритму, задачу підвищення швидкості якого вирішували автори, є наявність залежностей від сторонніх бібліотек: OpenCV, NumPy.

Розроблений алгоритм було протестовано на цільовому пристрої. Результат – робота алгоритму на відео розмірністю 1920x1080 дала швидкість в середньому 1 fps (кадр/с) при середньоквадратичному відхиленні  $\sigma$  0,12 fps.

Такий результат не є прийнятним для обробки відео в режимі реального часу, тому була поставлена задача підвищити швидкість роботи програми декількома шляхами: 1) переведення програми з мови Python на

C++, 2) підвищення швидкості в рамках обраної мови шляхом використання різних інтерпретаторів мови Python.

Перш за все було досліджено можливість автоматичної трансляції алгоритму з мови Python на C++. Було знайдено декілька 31аключається, що підходять, а саме – Nuitka та PyInstaller.

Nuitka – програма для конвертації коду шляхом трансляції в мову C++ та компілювання програми. Однак вона не працює з бібліотекою OpenCV, тому її використання не є можливим.

PyInstaller – ще одна програма для конвертації, яка компілює python-код. З її допомогою ми вдало провели конвертування, однак швидкість становила в середньому 0,88 fps ( $\sigma=0,03$  fps), тобто приросту швидкості немає.

Іншим варіантом підвищення швидкості коду на Python є використання специфічних інтерпретаторів. Особливістю мови Python є той факт, що в залежності від типу 31аактерпретатора, який використовується, можна отримувати різні результати: інтерпретатор може запустити програму, скомпілювати її або провести JIT-компіляцію.

З великого списку різноманітних інтерпретаторів [2] був обраний PyPy, специфіка якого 31аключається в так званій гібридній інтерпретації: програма запускається на віртуальній машині, однак функції, які часто використовуються, компілюються і потім визивається уже скомпільований варіант. На жаль, така технологія на даний момент не працює з

бібліотекою OpenCV, тому в даній задачі ми не можемо її використовувати.

Також було розглянуто можливість конвертування коду на C++ вручну. Тестування дало швидкість 6 fps в середньому ( $\sigma=0,86$  fps).

Результати практичної апробації використання вказаних підходів наведено в Таблиці 1.

ТАБЛИЦЯ 1. СЕРЕДНІ ШВИДКОСТІ РОБОТИ АЛГОРИТМУ

	Python 3	
1920x1080	1,00 fps	
1280x720	2,40 fps	

Автоматична трансляція алгоритму на мову C++ не дала позитивних результатів. Використання специфічних інтерпретаторів також не вирішує поставлену задачу. Отже, найбільш прийнятним способом підвищення швидкості виконання алгоритму на Raspberry Pi 3 є трансляція коду на мову C++ вручну.

### Список використаних джерел

- [1] Чирков А.В. Методика реалізації програмних рішень для обробки даних на борту безпілотного літального апарату / Чирков А.В. // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: тези доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпропетровськ, 18–20 листопада 2015 р., Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. – Дн-вськ: ДНУ, 2015. – С. 245–246.
- [2] Почему существует так много Питонов? [електронний ресурс] // <https://www.toptal.com/python/почему-существует-так-много-питонов/ru>

# Дослідження оптимальних точок купівлі та продажу матеріальних цінностей



Тиводар Оксана Василівна  
 Д.т.н., проф. Приставка Пилип Олександрович  
 Національний авіаційний університет  
 Навчально-науковий інститут інформаційно-діагностичних систем  
 М. Київ, Україна  
[ksenya\\_tyvodar@yahoo.com](mailto:ksenya_tyvodar@yahoo.com)

**Анотація:** Один з підходів для визначення оптимальної стратегії купівлі та продажу матеріальних цінностей засновується на згладжуванні досліджувано послідовності та аналізу її похідних.

**Ключові слова:** В-сплайн, матеріальна цінність, купівля, продаж.

#### XXIV. ВСТУП

Становлення і розвиток фондових бірж характеризується зростанням кількості акцій, обсягів торгових операцій, та скороченням часу на прийняття торгових рішень, а також рядом інших наслідків, що ускладнюють прийняття раціональних рішень при проведенні торгових операцій. Інноваційним напрямом підвищення ефективності прийняття рішень при проведенні технічного аналізу є розробка інтелектуальних систем для автоматизації процесу технічного аналізу.

#### XXV. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Нехай задано деякий часовий ряд  $P = \{p_i, i = \overline{1, N}\}$ . В загальному випадку можна припускати, що ряд  $P$  сформовано на основі спостереження реалізацій однієї випадкової величини, наприклад  $p_i = x_i$ .

У припущенні, що спостереження містять інформацію про деяку вартість, необхідно визначити моменти часу, коли оптимальним є купівля, або продаж носіїв такої вартості (акцій, матеріальних цінностей, тощо).

Підходом до виділення сигналу із зачумленої послідовності є спосіб на основі обчислювального аспекту кратномасштабного аналізу цифрового сигналу та subdivision-процедур на основі сплайн-операторів, близьких до інтерполяційних у асимптотичному сенсі. Наприклад, для рекурентного збільшення масштабу зі згладжуванням на кожному  $k$ -му кроці рекурсії масштабуємо послідовність [1]:

$$p_{i,k} = (p_{2i-2,k-1} + 76p_{2i-1,k-1} + 250p_{2i,k-1} + 76p_{2i+1,k-1} + p_{2i+2,k-1}) / 384 \quad (1)$$

Для повернення початкової кількості послідовності можна використати рекурентну subdivision-процедуру на основі локальних поліноміальних сплайнів, близьких до інтерполяційних у середньому, на основі В-сплайнів четвертого порядку зі згладжувальними властивостями [1]:

$$p_{2i,k} = (p_{i\mp 1,k-1} + 11p_{i,k-1} + 11p_{i+1,k-1} + p_{i+2,k-1}) / 24 \quad (2)$$

Для визначення оптимальних точок купівлі продажу було використано аналог похідної для лінійної комбінації В-сплайнів четвертого порядку для відновленої за subdivision-процедурою функції [2]:

$$p_{i,k}^{(4,0)} = (-p_{i-2} - 22p_{i-1} + 22p_{i+1} + p_{i+2}) / 96 \quad (3)$$

Перетин похідної нуля зверху (знизу) вважаємо сигналом на продаж (купівлю).

#### XXVI. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

В автоматизованій системі було реалізовано масштабування, визначення похідної послідовності на основі функціоналів (1)-(3). на прикладі фондового індексу S&P 500.

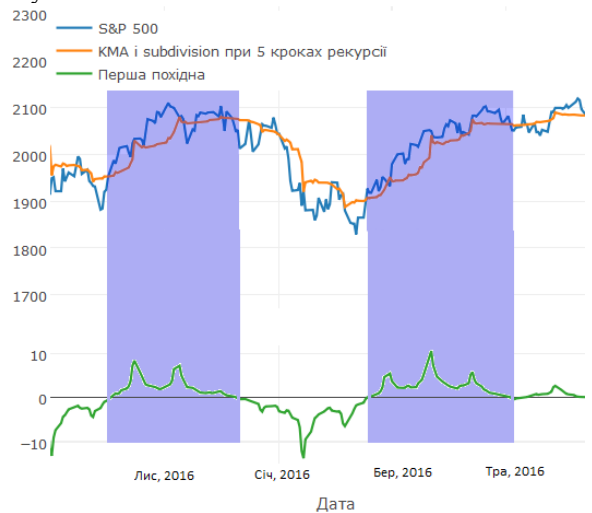


Рис. 1. Виділення зон між купівлею та продажем для індекса S&P 500

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Prystavka P.O. (2004) Polinomailni splainy pry obrobtsti danykh. Issue Dnipropetrovsk university, 236

# Розробка та порівняння утиліт для перетворення координат з системи WGS84 в СК-42 і навпаки

Грінченко Костянтин  
науковий керівник Піскунов О.Г., к.ф.-м.н., доц.  
НН ІДС, Національний авіаційний університет  
Київ, Україна  
e-mail [Grin4ko@gmail.com](mailto:Grin4ko@gmail.com)

**Анотація** — розробка програмного забезпечення, яке б реалізовувало перерахунок координат з системи WGS84 в СК-42 і навпаки. Перевірка результатів з використанням PROJ.4.

**Ключові слова** — перерахунок координат, локальні системи координат, світові системи координат.

## XXVII. ВСТУП

В різних країнах прийняті різні стандарти державних систем координат. Це ускладнює співпрацю між вченими з різних країн, а використання систем навігації виготовлених закордоном в парі з вітчизнами додає зайвих труднощів.

На території України з 1946 року основною системою координат є геодезична система координат Пулково-1942 (СК-42). Лише в 2007 році систему СК-42 замінили іншою, але через ряд причин СК-42 використовується ще й досі.[1] Найбільш поширеною в світі системою координат є WGS84. На відміну від локальних систем, вона є єдиною системою для всієї планети.

Хоч в майбутньому і планується перехід до загальноприйнятої системи проблема взаємодії між локальною та світовою системами залишається актуально. Саме тому системи координат СК-42 та WGS84 були обрані для дослідження.

## XXVIII. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

Нехай маємо вхідні дані у вигляді масиву значень  $\{X;Y;Z\}$ , де  $\{X\}$  широта,  $\{Y\}$  довгота, а  $\{Z\}$  висота. Розроблений алгоритм має, за вибором користувача, проводити перерахунок з однієї системи координат в іншу. Крім цього необхідно додати можливість користувачу обирати бібліотеку PROJ.4 [2] для перевірки обчислень. На вході алгоритм отримує координати та помітки які саме обчислення необхідно проводити. На виході алгоритм повертає координати в обраній системі координат.

## XXIX. ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

В основі алгоритму закладені формули Бурса-Вольфа [3]. Перехід між системами координат здійснюється з використанням спеціальних формул перетворень і набору параметрів. Обчислення проводиться в два етапи:

- 1) координати СК-42 (метри) перераховують в СК-42 (градуси);
- 2) координати СК-42 (градуси) перераховують в WGS84.

Для виконання першого етапу були використанні формули для перерахунку геодезичних координат в плоскі прямокутні та навпаки [4].

Обчислення другого етапу проводиться з використанням скороченого 3-х параметричного перетворення Молодського [4].

Вхідні данні були отримані під час польоту безпілотного літального апарату над с. Мотижин, Макарівського району, Київської області. Після цього вони були порівняні з результатами обчислень розробленого алгоритму та бібліотекою PROJ.4.

№	X.E	X.T	$\Delta X.E$ T	X.P	$\Delta X.E$ P	$\Delta X.TP$
1	5597125,51 8	5597116,185	9.333	5597111,28	14.237	4.904
2	5597081,57 2	5597072,12 9	9.442	5597067,22	14.352	4.908
:	-	-	-	-	-	-
423	5590241,20 3	5590231,72 8	9.474	5590226,71	14.492	5.018
$\Delta.c.e$ p			9,020		13,986	4,965

Таблиця 1. Середні похибки результатів обчислень при перетворенні координат з WGS84 в СК-42 по X.

№	Y.E	Y.T	$\Delta Y.E$ T	Y.P	$\Delta Y.E$ P	$\Delta Y.TP$
1	6286838,26 4	6286848,15	9.885	6286713,46	124.80 4	134.69
2	6286578,90 8	6286588,27 7	9.368	6286453,58	125.32 8	134.697
:	-	-	-	-	-	-
423	6287597,18	6287606,85 3	9.673	6287472,17	125.01	134.697
$\Delta.c.e$ p			9,707		124,72 7	134,435

Таблиця 2. Середні похибки результатів обчислень при перетворенні координат з WGS84 в СК-42 по Y.

З Табл.1 та Табл.2 видно, що результати обчислень розробленого програмного забезпечення збігаються з результатами бібліотеки обчислень PROJ.4 для X та відрізняються по Y. В порівнянні з еталонними даними середня розбіжність по X та Y близько 9 метрів.

Перспективою подальших досліджень є: покращення розробленого програмного продукту, збільшення підтримуваних локальних систем координат, пошук нових алгоритмів перерахунку координат.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Інтернет ресурс Wikipedia <http://wikipedia.org/>
- [2] Інтернет ресурс Офіційний сайт PROJ.4 <http://proj4.org/>
- [3] Інтернет ресурс GIS-Lab <http://gis-lab.info/>
- [4] ГОСТ 51794-2001