

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

*В роботі розглядаються приклади систем спостереження за рухомими об'єктами. Здійснюється вибір схеми фільтрації параметрів рухомих об'єктів для вирішення задач їх супроводу з урахуванням параметрів існуючих систем спостереження та можливостей об'єктів до маневрування. Запропоновано виділення ознаки інтенсивного маневру. Аналіз ефективності використання системи згладжування проведено шляхом статистичного моделювання.*

*Ключові слова: система спостереження, експоненціальне згладжування, супровід об'єктів, математичне моделювання.*

O.O. SHELUKHA  
National aviation university, Kyiv.

### RESEARCH OF METHODS OF INFORMATION PROCESSING IN MOVING OBJECTS TRACKING SYSTEMS

*Abstract – In solving problems of analysis of information management systems is necessary to use certain mathematical methods and algorithms. This will improve the quality and performance of tracking systems.*

*The tracking system with the directional control object is considered in this article. Active selection circuit filtering parameters of moving objects for solving their support within the parameters of existing surveillance systems and opportunities to maneuvering objects. A selection of features of intensive maneuvering. Analysis of the efficiency of the system smoothing conducted by statistical modeling.*

*For further development of this topic the optimization model with considering additional parameters are proposed.*

*Keywords: tracking system, exponential smoothing, maintenance facilities, mathematical modeling.*

#### Вступ

На даний час існує велика кількість проектів щодо спостереження за рухомими об'єктами (РО). Зазвичай для цього використовуються нерухомі стаціонарні фіксуючі пристрої. Такі системи можуть супроводжувати об'єкт передаючи дані на сервер з різних камер та фіксуючи його траєкторію. Ці системи добре підходять для спостереження за певними периметрами, проте мають такий недолік як обмеженість поля зору, тому можлива втрата об'єкта спостереження, що у певних випадках неприпустимо. Різноманітність таких систем спостереження пояснюється відмінністю розв'язуваних ними завдань:

- завдання спостереження об'єктів на поверхні Землі за допомогою штучних супутників землі, літаків з метою картографування, виявлення особливостей окремих об'єктів з метою їх розпізнавання, розвідки і т.п.;
- завдання оперативного спостереження за станом різних об'єктів з метою визначення їх розташування і стану за допомогою малої авіації, вертольотів і безпілотних літальних апаратів;
- завдання спостереження за різними військовими об'єктами (рухомими і нерухомими) в конфліктних ситуаціях за допомогою різних рухомих засобів (автомобілі, бронемашини, танки, безпілотні літальні апарати);
- завдання радіомоніторингу нерухомих і рухомих джерел радіовипромінювання за допомогою мобільних станцій радіоспостереження;
- завдання спостереження за натовпом, стеження чи переслідування поліцією зловмисника або автомобіля-порушника на вулицях міста, тощо.

При управлінні платформою з пристроями, що потребують відповідного наведення на рухомий об'єкт та фіксації лінії візування для дослідження цього об'єкту, для прийняття рішення щодо впливу на власну систему чи об'єкт, необхідно мати конкретні дані про параметри та характер руху пари платформа-спостережуваний РО. Якщо дані про рух платформи можуть бути отримані з власних датчиків (гіротахметри, навігаційні прилади тощо), то дані про РО необхідно обчислювати з результатів візуального спостереження. При обробці даних створюється математична модель поведінки такого об'єкту, та використовуються методики згладжування вимірюваних результатів.

Завданням роботи є застосування інформаційно-математичних методів [1-3] для супроводу РО рухомими системами спостереження, що дозволить їм забезпечувати виконання своїх функцій під час руху та впливу дестабілізуючих факторів зовнішнього середовища.

#### Викладення основного матеріалу

При виборі схем фільтрації необхідно враховувати, що ефективність обраної схеми залежить не тільки від маневрових можливостей РО, а й від параметрів системи спостереження. Тобто, при моделюванні

руху РО слід розглядати процес руху об'єктів разом з процесом вимірювання системою спостереження параметрів цього руху. Характер руху більшості РО можемо визначити як сукупність ділянок руху без інтенсивних змін траєкторії та з маневруванням. При цьому ділянки маневрування є нетривалими, а це дозволяє значно підвищити якість фільтрації параметрів на ділянках без змін траєкторії. Отже, модель має бути розрахована на рух РО без маневру за деяким шумом невисокої інтенсивності, та на маневр, що визначатиметься впливом високої інтенсивності. Зміну траєкторії РО представимо як шум з нульовим математичним очікуванням, та дисперсією, що визначається інтенсивністю маневрування, максимальне значення якої визначається з максимально можливих маневрових можливостей РО за правилом «трьох сигм».

Математична модель траєкторії спостережуваного РО створюється у вигляді набору опорних точок в певній системі координат і з заданими параметрами руху. Необхідно вказати умови і обмеження математичної моделі РО: рух РО розглядається як рух матеріальної точки - центру мас РО, а моделювання виконується в межах обраної системи координат.

Одним з методів вирішення проблеми впливу шумів зовнішнього середовища є згладжування курсу РО. Враховуючи, що коефіцієнт взаємної кореляції між площинними координатами при невеликому куті місця приймає значення менше 0.1 [4], розділимо курс РО на вертикальний та горизонтальний канали, кожний з яких зможемо опрацювати окремо без відчутних втрат точності.

Для вирішення цієї задачі у [1-3] пропонується застосування методу експоненціального згладжування, оскільки цей метод є достатньо простим та ефективним. У загальному вигляді спрощене рівняння експоненціального згладжування (на n-му кроці спостереження  $\hat{Q}_n$ ) має вигляд [5]:

$$\hat{Q}_n = \alpha Q_n + (1 - \alpha)\hat{Q}_{n-1},$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт експоненціального згладжування;  $Q_n$  – виміряне значення курсу РО на n-ому кроці.

За цією ж формулою згладжувалися й окремі показники окремих координат  $x$  та  $y$ .

Перевагою такого методу є відсутність необхідності збереження передісторії оцінювання курсу окрім попереднього значення.

Слід зазначити, що при зміні траєкторії РО ефективність експоненціального згладжування знижується, в основному за рахунок зростання систематичної складової похибки оцінки курсу. На рис. 1 відображено результати моделювання для різних значень коефіцієнта  $\alpha$ .

Проте, результати згладжування можуть бути покращені за рахунок виділення керуючого сигналу про зміну траєкторії (рис. 2). За ознакою зміни траєкторії значення  $\alpha$  змінювався на  $1-\alpha$ . На рис. 3 видно, що затримка фільтрації майже відсутня.

Така схема дозволяє проводити згладжування курсу РО, та не потребує великого об'єму пам'яті чи складних обчислень. При цьому, інертність фільтрації може бути виправлена застосуванням ознаки зміни траєкторії.

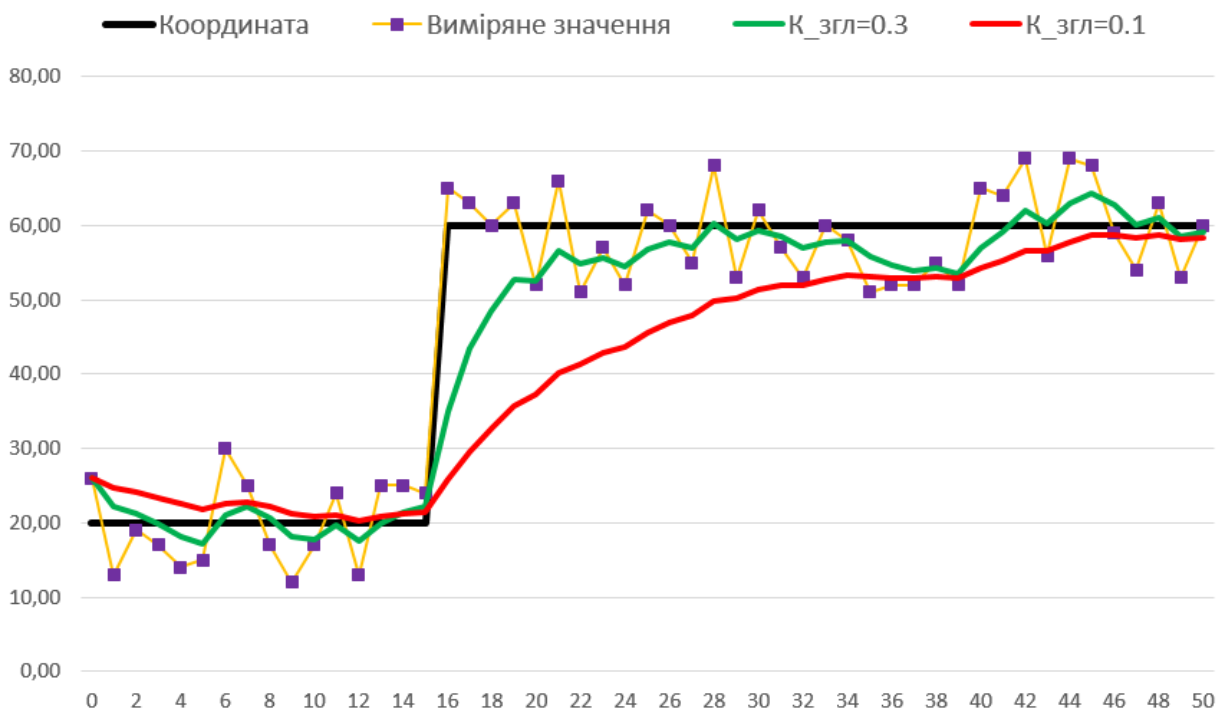


Рис. 1. Згладжування курсу РО з інтенсивним маневром

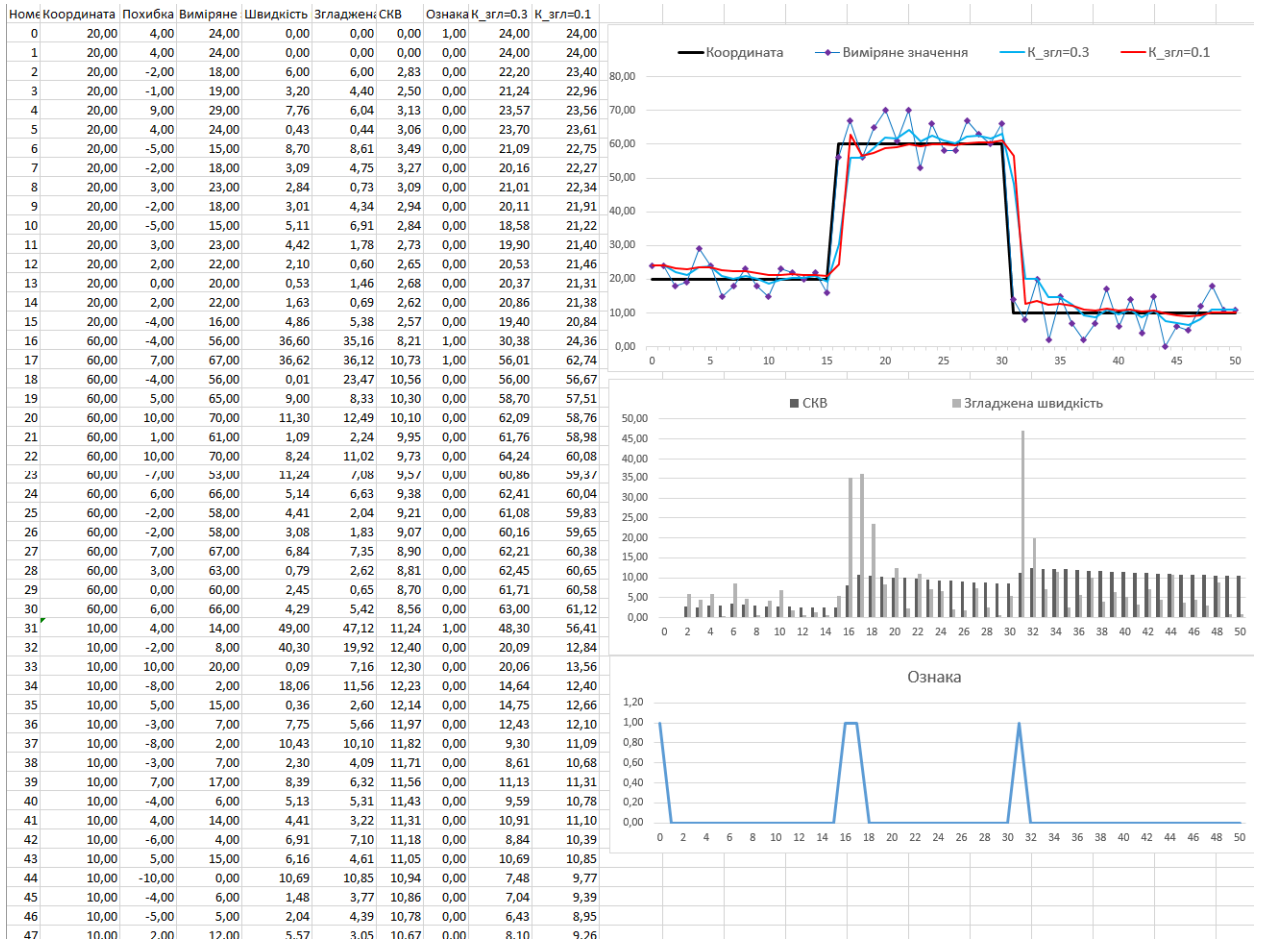


Рис. 2. Результати згладжування з виділенням ознаки маневру

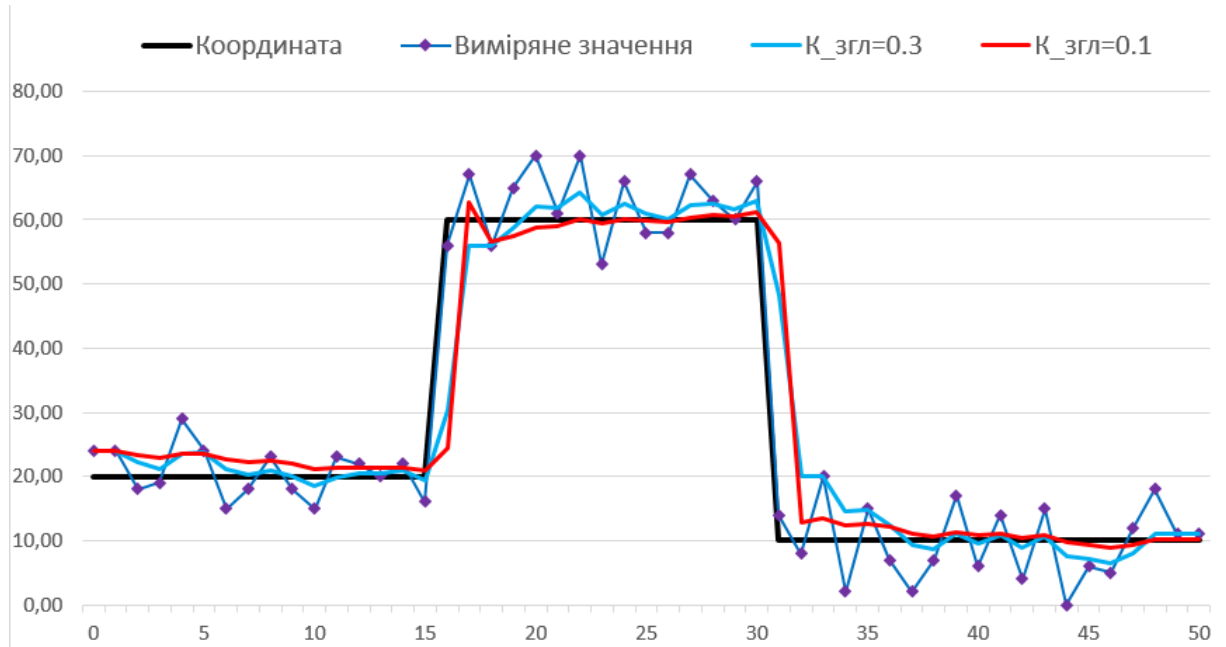


Рис. 3. Результати згладжування курсу РО, що рухається з інтенсивним маневром з використанням ознаки зміни траєкторії

### Висновки

У статті розглянуто приклади систем спостереження за рухомими об'єктами. Здійснено вибір схеми фільтрації параметрів рухомих об'єктів для вирішення задач їх супроводу з урахуванням параметрів існуючих систем спостереження та можливостей об'єктів до маневрування. Запропоновано виділення ознаки інтенсивного маневру. Аналіз ефективності використання системи згладжування проведено шляхом статистичного моделювання.

**Література**

1. Таха, Х.А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. С англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
2. Кузьмин С. З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации / С. З. Кузьмин. М.: «Сов. радио», 1974. – 432 с.
3. Экспериментальная механика: в 2-х кн.: Кн. 2. Пер с англ. / Под ред. А. Кобаяси. – М., Мир, 1990. – 552 с.
4. Жук С.Я. Адаптивная фильтрация параметров движения маневрирующего объекта в прямоугольной системе координат / С.Я. Жук, В.И. Кожешкурт, В.В. Юзефович // Реєстрація, зберігання і оброб. даних. — 2009. — Т. 11, № 2. — С. 12–24.
5. Шелуха О.О. Інформаційна технологія обробки даних в системах спостереження технічних об'єктів / О.О. Шелуха. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2015 №4. С. 202-205.

**References**

1. Takha, K.H.A. Vvedeniye v issledovaniye operatsiy. Moscow, Izdatel'skiy dom «Vil'yams», 2005, 912 p.
2. Kuz'min S. Z. Osnovy teorii tsifrovoy obrabotki radiolokatsionnoy informatsii / S. Z. Kuz'min. M.: «Sov. radio», 1974. – 432 p.
3. Eksperimental'naya mekhanika: v 2-kh kn.: Kn. 2. Ed. by A. Kobayasi. Moscow, “Mir”, 1990, 552 p.
4. Zhuk S.YA. Adaptivnaya fil'tratsiya parametrov dvizheniya manevriruyushchego ob"yektu v pryamougol'noy sisteme koordinat / S.YA. Zhuk, V.I. Kozheshkurt, V.V. YUzefovich // Reēstratsiya, zberigannya i obrob. danikh. — 2009. — T. 11, № 2. — P. 12–24.
5. Shelukha O.O. Īnformatsiyna tekhnologiya obrobki danikh v sistemakh sposterezhennya tekhnichnikh ob'ektiv / O.O. Shelukha. // Vimiryuval'na ta obchislyuval'na tekhnika v tekhnologichnikh protsesakh. 2015 №4. P. 202-205.

Рецензія/Peer review : 23.2.2016 р.

Надрукована/Printed : 25.3.2016 р.