

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Дрозд Артем Юрійович

УДК 004.622

**ОБРОБКА GPS-ДАНИХ ДЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО
ГЕОПОЗИЦІОНУВАННЯ**

Спеціальність 8.05010302

«Інженерія програмного забезпечення»

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня
магістр

Київ – 2016

Робота виконана на кафедрі автоматизації проектування енергетичних процесів та систем НТУУ «КПІ» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент Титенко Сергій Володимирович, доцент кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем НТУУ «КПІ» (м. Київ)

Рецензент

Захист відбудеться __ червня 2016 р., на засіданні ДЕК кафедри АПЕПС НТУУ „КПІ” аудиторія _____

З дисертацією можна ознайомитись у методичному кабінеті кафедри АПЕПС НТУУ „КПІ”, аудиторія _____ .

Реферат підготовлено та представлено до розгляду „__” _____2016 р.

Робота рекомендована до захисту „__” _____ 2016 р.

Завідуючий кафедрою АПЕПС НТУУ „КПІ”,

доктор технічних наук, професор

Лук'яненко С. О.

Відповідальний за випуск магістрів

кафедри АПЕПС НТУУ «КПІ»,
кандидат технічних наук, доцент

Гагарін О. О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку технологій високого розповсюдження набуло використання глобальних системи супутникового позиціонування, які все частіше застосовуються для визначення місця розташування у системах моніторингу в багатьох сферах діяльності. Також більшість сучасних мобільних телефонів мають вбудований GPS-приймач і активно використовуються для персонального GPS-моніторингу.

Більшість систем моніторингу зберігають велику кількість записаних GPS-даних, кількість яких стрімко збільшується. Для зменшення інформації що зберігається використовують алгоритми, які дозволяють відкинути частину інформації про геопозиціонування, але в свою чергу зменшують точність про переміщення. В зв'язку з новими можливостями, які з'явилися завдяки розвитку комп'ютерних технологій, постала задача обробки GPS-даних для зменшення їх кількості зі зберіганням високої точності за допомогою послідовного використання різних алгоритмів обробки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота магістра виконувалась у НТУУ "КПІ" у відповідності з планом наукових досліджень кафедри АПЕПС.

Мета дослідження: Зменшення об'єму GPS-даних без втрати точності в програмних системах обробки інформації про геопозиціонування шляхом застосування та ефективного комбінування алгоритмів роботи з GPS-даними.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні **завдання дослідження:**

- здійснити програмну реалізацію та проаналізувати існуючі алгоритми обробки отриманих GPS-даних;
- проаналізувати комбіноване застосування різних алгоритмів обробки GPS-даних;

- розробити алгоритм зменшення об'єму GPS-даних без втрати точності, що ґрунтується на оптимальному комбінуванні кількох алгоритмів обробки даних про геопозиціонування;

- реалізувати програмне забезпечення, що реалізує запропонований алгоритм зменшення об'єму GPS-даних без втрати точності.

Об'єктом дослідження є програмне забезпечення-обробки GPS-даних.

Предметом дослідження є алгоритми зменшення об'єму GPS-даних для програмних систем з використанням геопозиціонування.

Методи дослідження: розв'язання поставлених задач ґрунтуються на:

- алгоритмах що дозволяють уточнити GPS-дані, а саме рухоме середнє та фільтр Калмана;

- алгоритмах що дозволяють зменшити кількість GPS-даних, а саме алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера та метод швидкої фільтрації GPS-даних;

- алгоритмах математичної картографії для проведення аналізу роботи алгоритмів обробки GPS-даних.

Наукова новизна одержаних результатів. Найбільш суттєвими науковими результатами магістерської дисертації є:

- удосконалено обробку GPS-даних у програмних системах геопозиціонування шляхом комбінування алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера, що дозволило зменшити розміри GPS-даних, що описують маршрути, із збереженням точності геопозиціонування;

- набуло подальшого розвитку застосування алгоритмів фільтрації та уточнення GPS-даних в програмних системах запису маршрутів.

Практичне значення одержаних результатів. Запропонована комбінація алгоритмів обробки GPS-даних, дає можливість зменшити кількість даних які необхідно зберігати, без зменшення точності інформації про місцеположення. Створено програмний модуль, який реалізує алгоритми запропонованої комбінації, та дозволяє обробити GPS-дані для подальшого їх використання та зберігання.

Апробація результатів дисертації

Основні положення роботи доповідались і обговорювались на:

1. XVI Міжнародній науковій конференції ім. Т. А. Таран «Інтелектуальний аналіз інформації» (м. Київ, 18-20 травня 2016 р.).

2. XV Всеукраїнська студентська науково – практична інтернет-конференція “Innovations in science and technology” (м. Київ, 1-18 грудня 2015 р.)

3. XIV Міжнародній науково-практичній конференції аспірантів, магістрантів і студентів “Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики” (м. Київ, 18-21 квітня 2016 р.).

4. III науково-практичній дистанційній конференції молодих вчених і фахівців з розробки програмного забезпечення «Сучасні аспекти розробки програмного забезпечення» (м. Київ, 15 квітня 2016 р.).

Публікації. Наукові положення дисертації опубліковані в одній роботі.

Ключові слова. GPS-ДАНИ, ФІЛЬТРАЦІЯ, КАЛІМАНА, РАМЕРА-ДУГЛАСА-ПЕКЕРА, ШВИДКА ФІЛЬТРАЦІЯ GPS-ДАНИХ, РУХОМЕ СЕРЕДНЄ.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету і задачі дослідження, вказано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячений аналізу системи GPS, систем зберігання GPS-даних та проблемам зменшенню їх кількості. Глобальні системи супутникового позиціонування все частіше застосовуються для визначення місця розташування в системах моніторингу транспорту, що використовують спеціальне термінальне обладнання. Розвиток і поширення сучасних систем супутникового моніторингу тісно пов'язане з підвищенням точності та достовірності прийнятих навігаційних даних.

Точність позиціонування залежить від ряду факторів, у тому числі помилки обладнання навігаційних супутників, помилки GPS приймача і помилки поширення супутникового сигналу. У загальному випадку, точність позиціонування для побутового GPS приймача становить порядку 15 метрів.

Система глобального позиціонування – сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері. Виділяють три головні підсистеми (сегменти, сектори): наземного контролю і управління, сузір'я супутників (космічних апаратів), апаратури користувачів.

На сьогоднішній день існує велика кількість сервісів, які зберігають велику кількість GPS-даних, такі як: TrackKit, EveryTrail, GPSies, GPSLogLabs та TripGeo. Основними функціями яких є:

- перегляд збережених GPS-даних на карті;
- перегляд статистики збережених GPS-даних;
- управління збережених GPS-даними;
- вивантаження та завантаження GPS-даних;
- синхронізація з мобільними додатками;
- конвертація GPS-даних в різні формати;
- функція “share” для інтеграції в соціальні мережі.

Системи моніторингу зберігають великі об'єми GPS-даних, та їх кількість постійно зростає, що зв'язане з розповсюдженням, здешевленням та підвищенням популярності до технологій GPS.

Велика кількість людей використовують персональний моніторинг записуючи своє переміщення, та зберігають на хмарних сервісах від десятків до сотень кілометрів нової інформації про переміщення кожен день. Але велика кількість даних про місцеположення містить дублюючу, неважливу та навіть помилкову інформацію.

Для зменшення кількості GPS-даних, що необхідно зберігати, тим самим зменшуючи кількість необхідних ресурсів для її зберігання, використовують алгоритми які дозволяють зробити вибірку цих даних. До таких алгоритмів можна віднести метод швидкої фільтрації GPS-даних та алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера. Дані алгоритми дають задовільний результат по зменшенню кількості даних, вони дозволяють зменшити об'єм GPS-даних від двох до десяти разів. Але недоліком цих методів є те, що вони суттєво зменшують точність геопозиціонування вибірки яка формується після обробки.

Аналіз проблеми зменшення GPS-даних показав, що такі алгоритми як Дугласа-Пекера та швидкої фільтрації GPS-даних, дуже чутливі до помилкових даних, що призводить до зменшення точності інформації про геопозиціонування. В результаті досліджень було виявлено, що зменшення помилкової інформації в вихідних даних дозволить збільшити точність GPS-даних, тому необхідно розробляти, вдосконалювати та застосовувати програмне забезпечення обробки GPS-даних.

Другий розділ містить опис алгоритмічно-обчислювальної основи обробки та аналізу GPS-даних. Для визначення можливостей вирішення задачі зменшення об'єму GPS-даних, проведено аналіз існуючих методів, а саме:

- алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера, що дозволяє зменшити кількість точок кривої, апроксимованої більшою серією точок. Недолік цього методу полягає в тому, що алгоритм ґрунтується на відхиленні інформації про місцеположення, відносно тренду переміщення. Так як помилкові дані мають значне відхилення від точного місцеположення, то вони проходять вибірку, що призводить до зменшення точності інформації про геопозиціонування.
- алгоритм швидкої фільтрації GPS-даних, який дозволяє відсіяти надлишкові дані, які входять в точність попереднього місцеположення. Недоліком цього методу полягає в тому, що більшість помилкових даних буде включено в вибірку, так як вони містять інформацію, яка відрізняється від тренду переміщення.
- алгоритм Калмана, який дозволяє уточнити дані про місцеположення, давши оцінку значень, які більш точніші ніж вхідні.
- алгоритм рухомого середнього, який дозволяє уточнити дані про місцеположення, усереднивши значення за певний період.

Для оцінки точності оброблених GPS-даних визначається відстань від кожної точки точного треку. Так як кількість точок в точних GPS-даних є сталою, то оцінка оброблених даних різними підходами дає рівні умови.

Визначення відстані потребує координат основи перпендикуляру, що опущений з точки, яка входить до точних GPS-даних, а відрізок до якого проводиться перпендикуляр береться з оброблених GPS-даних. Такий підхід дозволяє з мінімальною похибкою визначити відстань від деякої точки кривої, до іншої кривої.

Для обчислення відстані від отриманих координат основи перпендикуляру та точкою з якої опущений перпендикуляр, виконується за допомогою формули:

$$D = R * \arctan \frac{\sqrt{(\cos \varphi_2 \sin \Delta \lambda)^2 + (\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \Delta \lambda)^2}}{\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \Delta \lambda}$$

де $\varphi_1, \lambda_1; \varphi_2, \lambda_2$ – широта і довгота двох точок в радіанах;

$\Delta \lambda$ – різниця координат по довготі;

R – радіус Землі в метрах.

Для усунення існуючих недоліків та побудови методу, що дозволяє зменшити кількість GPS-даних без втрати точності при геопозиціонуванні. Для цього було удосконалено обробку GPS-даних у програмних системах геопозиціонування шляхом комбінування алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера, що дозволило зменшити розміри GPS-даних, що описують маршрути, із збереженням точності геопозиціонування, що склало наукову новизну роботи.

Третій розділ присвячено програмній системі обробки GPS-даних, яка створена на основі розглянутих методів та алгоритмів. Система обробки та аналізу GPS-даних дозволяє обробити записані GPS-дані різними комбінаціями в різному порядку алгоритмами, що дозволяють зменшити кількість даних або уточнити інформацію про місцезнаходження. За допомогою даної програмної системи, було проведено аналіз роботи різних алгоритмів обробки, та обґрунтовано використання комбінації алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера, для зменшення об'єму GPS-даних без втрати точності при геопозиціонуванні.

На основі отриманих результатів було розроблено модуль, який дозволяє обробити GPS-дані, комбінуванням алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера. Використання даної комбінації при обробці GPS-даних, дає можливість зменшити кількість даних які необхідно зберігати, без зменшення точності інформації про місцезнаходження які вони містять. На рисунку 1 зображена структура модулю

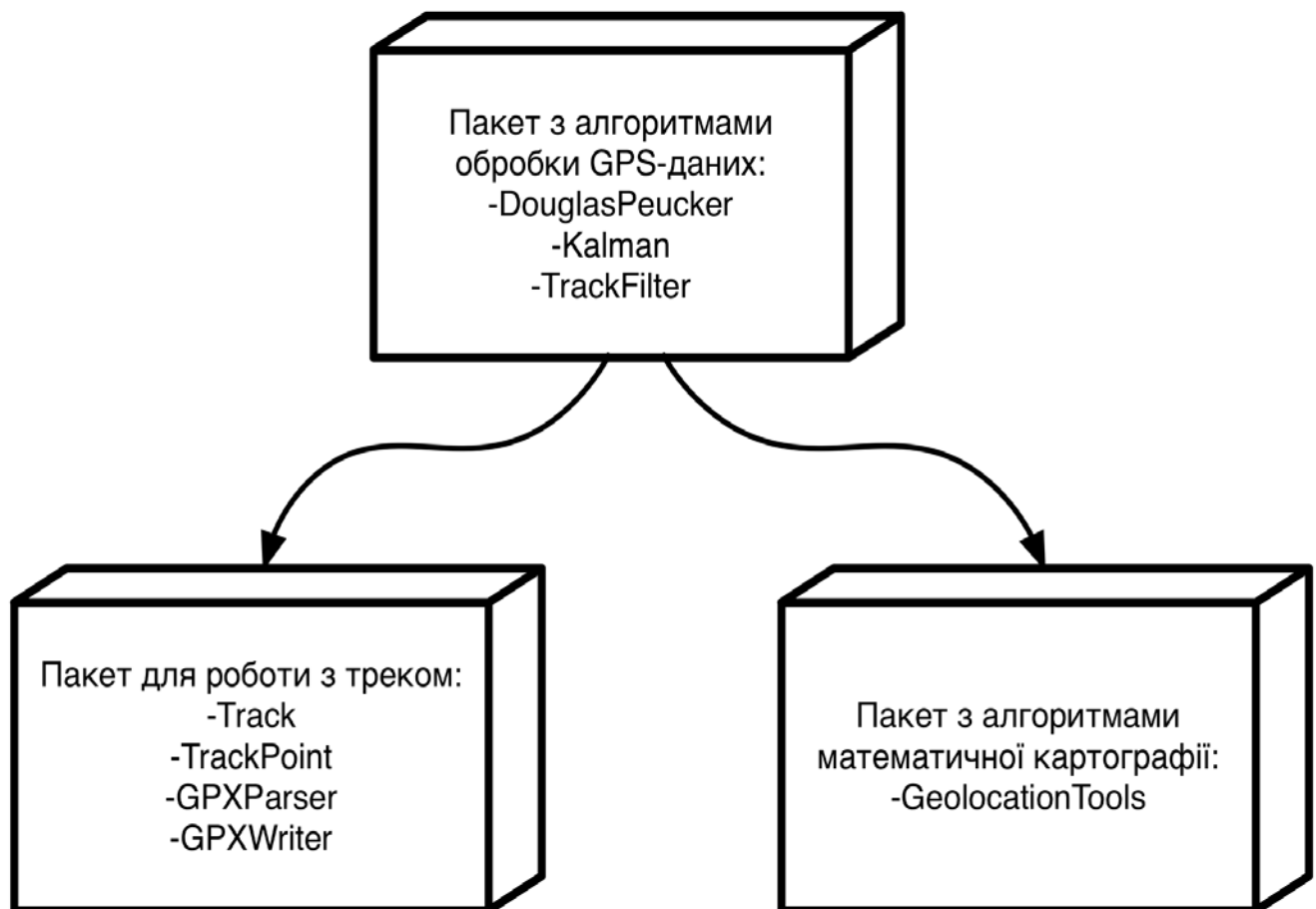
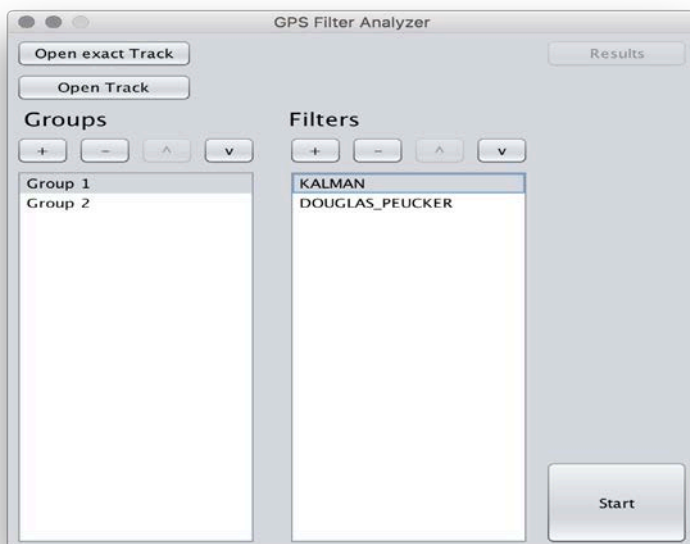


Рисунок 1 – Структура модулю обробки GPS-даних

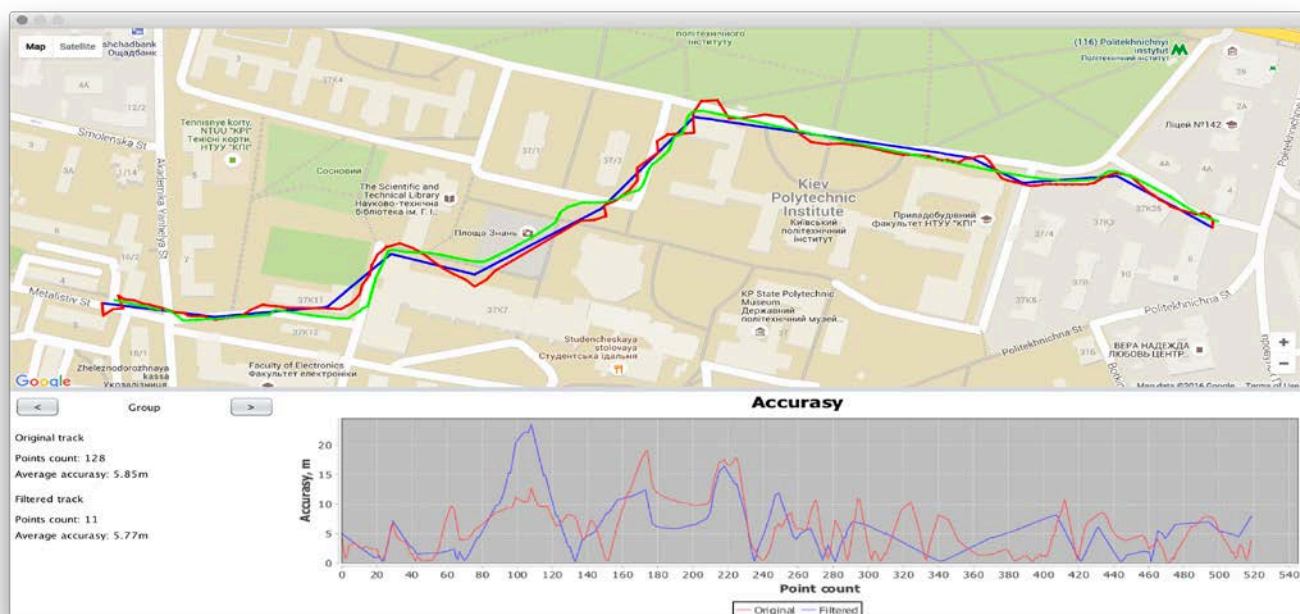
В склад модулю входить:

- Java пакет з алгоритмами обробки GPS-даних, що реалізує комбінацію алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера;
- Java пакет для роботи з треками, що реалізує функції роботи з GPX форматом файлів та включає програмне представлення треку;
- Java пакет з алгоритмами математичної картографії, що дозволяє обраховувати відстань, азимут та координати відносно об'єкту на поверхні землі.

Наступні рисунки демонструють екранні форми роботи розроблених програмних засобів: головну форму управління системою



та результат виконання алгоритму картографічної навігації за розробленим підходом



Наведені у таблиці дані щодо оцінювання подібності для різних комбінацій алгоритмів демонструють ефективність запропонованого підходу

Комбінація алгоритмів	Набір даних №1		Набір даних №2	
	Кількість точок	Середня точність, м.	Кількість точок	Середня точність, м.
—	66	6,05	128	5,97
Калмана Дугласа-Пекера	9	6,04	11	5,97
Рухоме середнє Дугласа-Пекера	10	6,12	15	6,04
Швидка фільт. Калмана	44	6.35	80	6,33
Швидка фільт. Рухоме середнє	43	6,61	79	6,23
Швидка фільт. Калмана Дугласа-Пекера	6	6,98	11	6,75
Швидка фільт. Рухоме середнє Дугласа-Пекера	7	6.28	8	6,92

ВИСНОВКИ

В результаті роботи над магістерською дисертацією було проведено аналіз алгоритмів, що дозволяють зменшити кількість GPS-даних, результаті якого було виявлено, що точність інформації про геопозиціонування зменшується після обробки цими алгоритмами. В результаті досліджень було виявлено, що зменшення помилкової інформації в вихідних даних дозволить збільшити точність GPS-даних, тому необхідно розробляти, вдосконалювати та застосовувати програмне забезпечення обробки GPS-даних.

На основі аналізу технології GPS, сучасних систем по зберіганню GPS-даних та визначення мети роботи, а також з урахуванням алгоритмів обробки, були сформульовані завдання досліджень.

Для визначення можливостей вирішення задачі зменшення об'єму GPS-даних, було проведено аналіз існуючих методів уточнення та зменшення об'єм даних, та вказані їх недоліки.

Для усунення існуючих недоліків та побудови методу, що дозволяє зменшити кількість GPS-даних без втрати точності про геопозиціонування, було розроблено нові методи, що склали наукову новизну роботи:

- удосконалено обробку GPS-даних у програмних системах геопозиціонування шляхом комбінування алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера, що дозволило зменшити розміри GPS-даних, що описують маршрути, із збереженням точності геопозиціонування;

- набуло подальшого розвитку застосування алгоритмів фільтрації та уточнення GPS-даних в програмних системах запису маршрутів.

На основі запропонованих алгоритмів обробки та аналізу GPS-даних, була розроблена програмна система, яка дозволяє обробляти GPS-дані відповідно налаштувань та оцінювати точність і якість зменшення об'єму даних про геопозиціонування. За допомогою програмної системи було обґрунтовано покращений метод зменшення об'єму GPS-даних(комбінація алгоритмів Калмана та Рамера-Дугласа-Пекера).

Було створено модуль обробки GPS-даних, який реалізує покращений метод зменшення об'єму GPS-даних. Модуль обробки значно спрощує процес зменшення GPS-даних з зберіганням точності про геопозиціонування. Розроблений модуль обробки може бути використаний, наприклад, в організаціях та установах, пов'язаних з зберіганням великої кількості даних про місцеположення.

Дослідження, які були проведені під час виконання магістерської дисертації, показали, що помилкова інформація в GPS-даних є дуже важливим фактором в зменшенні об'єму записаних GPS-даних. Актуальним є питання про можливість удосконалення методів уточнення даних про місцеположення, які б дозволили покращити методи зменшення даних, які чутливі до помилкової інформації. Зважаючи на вищезазначене, напрямок робіт в цій області вбачається перспективним.