

УДК 656.085.2:656.11

ЗАСТОСУВАННЯ КОСМІЧНОЇ ЗЙОМКИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ

А.О. Белятинський, В.В. Доній

Вступ.

Підвищення безпеки руху на автомобільних дорогах є головною вимогою сучасності, оскільки за прогнозами статистики до 2010 року число загиблих під час дорожньо-транспортних пригод (ДТП) збільшиться майже удвічі. Загалом на дорогах Європи гине щорічно біля 41900 чоловік в результаті скоєння ДТП та більше ніж 1,7 млн людей отримують важкі травми. Економічні збитки з причин аварійності на дорогах досягають 45 млрд євро (прямі витрати), побічні кошти становлять 660 млрд євро на рік. Черги автомобілів довжиною 4000 км виникають на автомагістралях Європи щоденно, що відповідає десятій частині довжини всієї мережі.

В останні десять років методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) успішно використовуються на різних стадіях для вирішення задач інженерної гідравліки і гідрології, вищукування і проектування автомобільних доріг та мостових переходів, прогнозування стихійних лих з метою забезпечення безпечною руху на автомобільних дорогах [1]. Стабільними лідерами при вирішенні цих питань серед європейських країн залишаються Німеччина та Україна. Прикладами успішної співпраці науковців двох країн може бути проект мостового переходу Рецбах-Зелінген через р. Майн (рис. 1) та запланований запуск супутника TerraSAR-X.

Здійснення моніторингу руху

З метою організації моніторингу руху на автомагістралях Європи та прийняття заходів щодо ліквідації черг автомобілів на них до початку 2006 року планується запуск першого українсько-німецького керованого супутника TerraSAR-X. Супутник TerraSAR-X облаштовується експериментальною системою, яка зможе розпізнавати рух автомобілів на дорогах, а також визначити швидкість руху в км/год. Його зв'язок може бути здійснений з відносно простими системами на Землі. Перевага супутника над іншими полягає в тому, що за допомогою супутника TerraSAR-X і отриманого ланцюга знімків фіксується процес руху, в якому визначена швидкість кожного автомобіля презентується на одному ГІС-компактному форматі. Для більшої візуалізації величина швидкості автомобіля зображається певним кольором, наприклад: червоним – для швидкості від 0 до 40 км/год, жовтим – від 40 до 80 км/год, зеленим – від 80 до 120 км/год, синім – від 120 до 160 км/год і фіолетовим – від 160 до 200 км/год. Змодельована ділянка автомагістралі з потоком автомобілів біля м. Людвігсхafen подана на рис. 2. За допомогою космічних знімків стало можливим вимірювати такі параметри потоку автомобілів як щільність, швидкість або число великовагових вантажних автомобілів на великій взаємопов'язаній мережі доріг. За допомогою статистичних методів здійснюється подальша обробка отриманих даних та досліджуються ті чи інші закономірності руху.

Зазначені параметри визначаються і у відомих місцях концентрації ДТП. Пов'язані з супутниками наземні датчики можуть, навпаки, лише пунктуально

започаткувати процес руху, але вимірювання на місці ПТП застосовується математи-

чним моделюванням, яке лише у "нормальному випадку" може давати конкретні результати. Черги та вільнорухаючий потік між двома місцями вимірювань залишаються закритими. Супутникові вимірювання, що пов'язані з вимірюваннями на Землі, завдяки моделюванню потоку автомобілів проводяться разом.

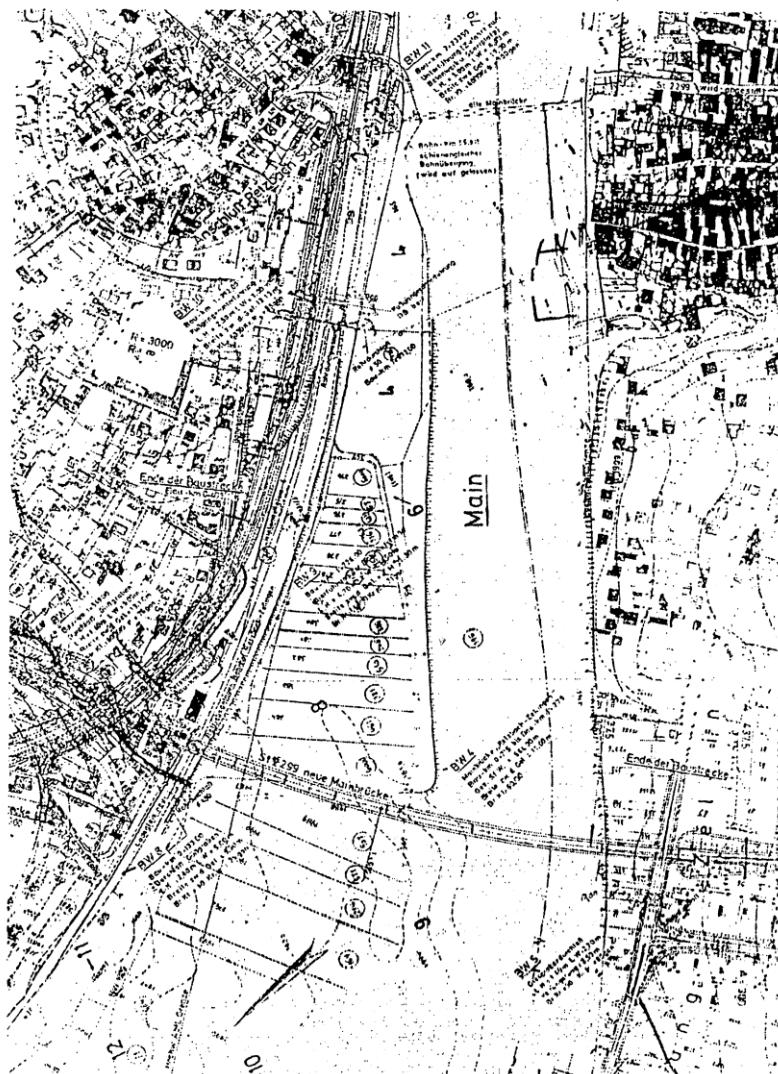


Рис.1. План мостового переходу Рецбах-Зелінген через р.Майн (Німеччина)

В рамках проекту сегмент Землі супутника TerraSAR-X так розширяється, що характеристики потоку, які пов'язані з місцевістю, оперативно визначаються і фіксуються ГІС. Одна і та сама ділянка автомагістралі може зніматися з супутника кожні два дні, так що на протязі року набирається достатня кількість вимірювань, які можна досліджувати методами статистичного аналізу. Ці цифри зразу ж обробляються і передаються в розпорядження європейським науково-дослідним центрам з безпеки руху.

Тут отримані величини закріплюються за відповідними автомобілями і використовуються для інформації щодо транспортної ситуації. Як тільки система спрацювала, інші центри по регулюванню руху також повинні використовувати отримані транспортні параметри. Поряд з рухомим потоком автомобілів знімаються і характеристики автомобілів, що уповільнюють рух, наприклад, при паркуванні.

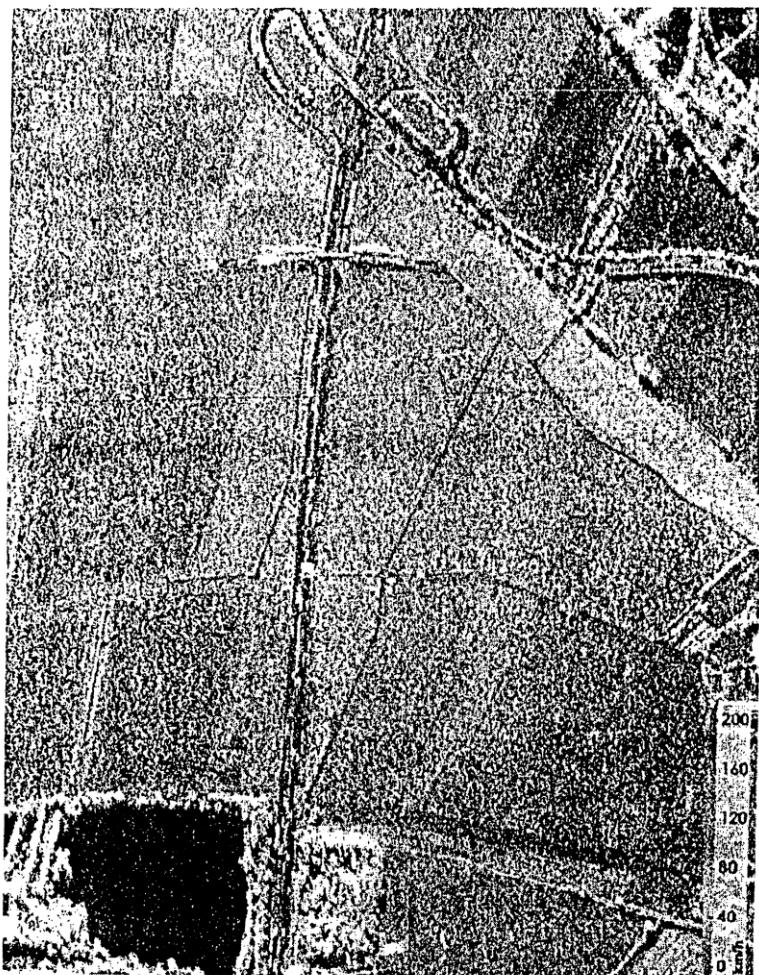


Рис. 2 Ділянка автомагістралі з потоком автомобілів біля м. Людвігсхафен (Німеччина)

Велика перевага спостереження за рухом автомобілів полягає в тому, що отримуються зображення дороги і транспортна ситуація на значній довжині автомагістралі. Супутники, які обладнані радіолокаційною апаратурою, порівняно з оптичними системами дозволяють надавати інформацію незалежно від погоди та освітленості Землі Сонцем. Радіолокаційний супутник випромінює сам за допомогою мікрохвильової антени імпульси на Землю, так що знімки як при хмарній погоді, вдень, або вночі поставляють високоякісну інформацію. До обмежень слід віднести значну чутливість до напрямку руху автомобілів.

Якщо кут між напрямком руху потоку на автомагістралі і напрямком польоту супутника складає 90° , то чутливість найбільша. Рух, напрямок якого співпадає з напрямком польоту супутника, взагалі не розпізнається. З одного супутника не можна дослідити одночасно всі автомагістралі або швидкісні дороги. Це також неможливо через обмежену ширину смуги зйомки. Супутник TerraSAR-X, навпаки, обладнаний технікою і апаратурою таким чином, щоб надавати значну інформацію для транспортної системи. Для того, щоб всі автомагістралі охопити по всій довжині за невеликий період часу, необхідна конфігурація багатьох супутників. Оскільки рухомі об'єкти на радіолокаційному знімку не знаходяться в правильному положенні на дорозі, бо їх зображення в напрямку польоту зміщується до декількох кілометрів, то обробці цих даних надається значна увага та відповідальність, ці дані повинні знаходитися в комплексному транспортному сценарії і бути підпорядковані певним дорогам. Іншою проблемою є те, що при деяких кутах поступають лише слабкі сигнали від автомобілів, оскільки мікрохвили, що падають на гладку поверхню і відбиваються, не завжди сприймаються прийомним пристроєм. При розробці цього проекту приймались до уваги недоліки, що мали місце раніше з метою їх виключення. Супутник TerraSAR-X є вершиною досягнення космічної індустрії і разом з висококомплексною обробкою системою на Землю поставляє продукцію дистанційного зондування Землі для оптимізації роботи автомобільного транспорту при перевезенні вантажів та пасажирів.

Особливою новинкою в цьому супутнику є радар-антена, яка складається з 384 модулів. Завдяки фазовому управлінню досягається дуже рухомий електронний поворот променів, так що в швидкій послідовності може бути отримана область знімання, яка знаходиться під різним кутом огляду.

Розроблена антенна технологія дозволяє при прийомі сигналів антену розподіляти на дві частини, які підпорядковані в залежності від ситуації певному приймачу.

Потужний (256 ГБт) накопичувач дозволяє прийняти і зберігати на борту супутника зняті цифрові величини до тих пір, поки вони не будуть передані на станцію, що знаходитьться на землі. Таким чином ситуація на автомагістралях може зіматися у всьому світі. При цьому змонтована на супутнику сонячна батарея постійно підзаряжається від Сонця і частини земної поверхні в певний час можуть завжди зіматися. Зйомка Землі буде завжди здійснюватися зранку і ввечір. Старт супутника заплановано за допомогою української ракети Дніпро-1 з космодрома Байконур (Казахстан). Завдяки високій швидкості супутника (25000 км/год) автомагістралі для знімання в центрі Європі будуть досягатися через дві хвилини. Щоденно супутник зможе контролювати тисячі кілометрів автомобільних шляхів.

Висновки

Таким чином, застосування космічної зйомки з супутника для моніторингу руху автомобілів на автомагістралях та дорогах, а також на вулицях міст може мати практичне значення. Завдяки цьому буде суттєво покращено організацію руху, ліквідовано вузькі місця на дорогах, підвищено безпеку руху.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белятинський А.О. Прогнозування стихійних лих з метою забезпечення безпечного руху на автомобільних дорогах. // Безпека дорожнього руху України. – 2002. – № 3(14). – С. 21 – 25.
2. Runge H., Ruhu M. Verkehrsmonitoring mit dem deutschen Fernerkundungs-satelliten TerraSAR-X // DRL Nachrichten Sonderheft Verkehr № 106. – Dezember 2003. – S. 10 – 15.