

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ МОНІТОРИНГУ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ

Постановка проблеми. На сьогодні розвиток сучасного суспільства неможливо уявити без такої галузі як транспорт. Він відіграє велику роль у будь-якій сфері діяльності людини. “Жодне місто не може зростати швидше, ніж його транспорт” – стверджував Ле Корбюз’є.

Зростання обсягів виробництва, розвиток інфраструктури, удосконалення транспортних засобів сприяли різкому збільшенню обсягів перевезень, що призвело до значного збільшення кількості транспортних засобів.

В останні роки транспорт зазнав комбінованого впливу такого фактору, як розширення міських агломерацій, результатом чого стало збільшення кількості населення та переміщення його з центру міста на окраїни, що, в свою чергу, призвело до збільшення частоти і дальності поїздок, а також до збільшення кількості приватних автомобілів. Це сприяло налагодженню внутрішніх і зовнішніх зв’язків виробництва та розширенню ринку реалізації продукції.

Усі ці фактори викликали глибокі зміни у розподілі транспортної роботи міських і міжміських перевезень, а також транзитних перевезень між державами.

За даними Міжнародної дорожньої федерації, 70% пасажирських і вантажних перевезень припадає на автомобільний транспорт, при цьому можна виділити значний розвиток транспортної інфраструктури з її впливом на навколишнє середовище. З усіх видів транспорту автомобільний транспорт розвивається найдинамічніше. Це зумовлено можливостями широкого його використання, комунікабельністю і надійністю.

Розвиток автомобільного транспорту відзначається двома протиріччями. З одного боку, досягнуто високого рівня задоволення потреб населення у транспортних послугах, а, з іншого боку - збільшення негативного впливу на навколишнє середовище, особливо в крупних і найкрупніших містах.

Інтенсивне збільшення кількості автомобілів в Україні за останні десять років призвело до виникнення серйозних проблем.

Зростання кількості автомобільного транспорту значно ускладнило транспортну ситуацію в містах, що виявляється у таких аспектах:

- створення заторів і затримка руху транспортних засобів вулично-дорожньою мережею міст;

- створення дискомфортних умов для проживання населення на території міста;
- значним негативним впливом на екосистеми та здоров'я людини через забруднення атмосфери шкідливими викидами транспортних засобів і шумами;
- надмірним споживанням видобувного невідновлюваного палива та, відповідно, зростанням об'єму викидів CO₂;
- використанням значних ділянок землі для будівництва доріг;
- збільшенням кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), у тому числі із летальними випадками.

Огляд літератури. Огляд сучасних підходів до створення системи спостереження з використанням аерокосмічних знімків представлено у [8-14]. Особливості та закономірності розвитку автомобільного транспорту і його вплив на навколишнє середовище - у [1-7].

Мета статті. Метою роботи є аналіз можливості створення в містах України системи спостереження та контролю за станом вулично-дорожньої мережі.

Основна частина. За останні роки приріст автопарку світу склав 27%, а чисельність населення збільшилася тільки на 4% [1]. Зараз у світі нараховується 603,8 млн. автотранспортних засобів [1], з них 83-85% - легкові автомобілі, 15-17% - вантажні й автобуси [2]. Із загальної кількості легкових автомобілів приблизно 40% знаходиться в США, 10% - в Японії і 20% - у чотирьох європейських країнах: Німеччині, Франції, Італії та Великобританії [3].

На даний час в Україні почали розвиватися малі та середні підприємства, для яких перевезення вантажів раціональніше здійснювати автомобільним транспортом, що має можливість доставляти вантажі безпосередньо до місця призначення.

В Україні до 1991 року проводилась політика обмеження кількості приватних транспортних засобів. Така політика у поєднанні з дуже низькими тарифами на користування громадським транспортом і високими експлуатаційними витратами на індивідуальний транспорт зробила громадський транспорт єдиною можливою для забезпечення транспортних потреб населення. Рівень автомобілізації у 1990 році складав 63 автомобілі на 1000 жителів [4], на сьогодні він уже досяг 170 автомобілів.

Автомобільний транспорт міста - це не тільки громадський, вантажний та індивідуальний транспорт, яким користується населення міста. На даний час - це автомобілі, які рухаються від одного міста до іншого і можуть на своєму шляху проходити через декілька населених пунктів.

Одним з негативних факторів, пов'язаних з масовим використанням автомобілів у сучасному світі, є зростаючий шкідливий вплив їх на навколишнє середовище та здоров'я людини. Це зумовлено, насамперед, викидом значної кількості шкідливих речовин та шумом, що супроводжує роботу автомобілів.

Джерелом викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази автомобільних двигунів, пари системи живлення, підтікання палива та мастил у процесі роботи й обслуговування автомобіля, а також продукти зношення фрикційних зчеплення, гальмівних колодок, шин. Потрапляючи в атмосферу, водоймища, ґрунт, шкідливі речовини, що викидаються автомобільним транспортом, негативно впливають на біосферу.

У містах України кількість шкідливих викидів автотранспорту в загальному забрудненні складає 50-90%. Частка автотранспорту в забрудненні атмосфери в крупних і найкрупніших містах України складає: Ужгород - 90%, Ялта - 88%, Київ - 77,6%, Харків - 68,2%, Миколаїв - 64,6%, Одеса - 61,6% [5]. У 1999 році викиди від автотранспорту становили у Чернівецькій області 71% від загального обсягу викидів по Україні, Волинській - 69%, Одеській - 66%, Закарпатській - 64%, Чернігівській - 62%, Рівненській - 61%, Миколаївській - 59%, Сумській та Херсонській - 58%, Житомирській - 55%, Черкаській - 52%, Хмельницькій - 51% [6].

На даний час у великих містах вулично-дорожня мережа не в змозі пропустити велику кількість пасажирських та індивідуальних легкових автомобілів. Треба зменшити транспортне навантаження на вулиці центральних районів міст, утворюючи додаткові дублюючі магістралі, а також провести відповідні заходи з організації руху автотранспорту.

Оскільки транспортно-планувальні й експлуатаційні показники магістральної мережі міста разом з організацією руху транспорту впливають на співвідношення часу роботи автомобілів на різних режимах і на кількість шкідливих речовин, що викидаються, очевидним є необхідність врахування цих факторів при розробці заходів для вирішення практичних задач поліпшення стану повітряного басейну міста [7].

На сьогодні постає питання про необхідність спостережень і контролю за транспортними потоками вулично-дорожньої мережі міста. Для цього необхідно впровадити систему моніторингу.

Моніторинг забруднення атмосфери великого міста має свої істотні особливості, що пов'язані зі складністю механізму взаємодії забруднюючих домішок, що викидаються в атмосферу, від різних джерел (промислові підприємства, автотранспорт та ін.).

Для ведення моніторингу забруднення атмосфери викидами промислових підприємств і автотранспорту необхідна належна інформаційна

база (мережа спостереження), що дозволяє при мінімальних витратах на її організацію й експлуатацію робити оцінку впливу антропогенного навантаження на природу і середовище життєдіяльності людини.

Побудова моніторингу забруднення атмосфери [8] включає:

1. Аналіз забруднення повітряного басейну великого міста викидами промислових підприємств і автотранспорту;
2. Економічну сутність побудови мережі спостереження за забрудненням атмосфери;
3. Методологію побудови мережі спостереження за забрудненням атмосфери.

Мережа спостереження складає основу моніторингу забруднення атмосфери, оскільки містить у собі комплекс інструментальних спостережень і вимірів не тільки величини забруднення, а й параметрів атмосфери, які складають основу заходів щодо оздоровлень екологічної ситуації міста, а також параметрів транспортного потоку.

Задача формування мережі спостереження для ведення моніторингу в умовах великого міста є дуже складною і полягає в тому, що отримані результати повинні дозволити вирішувати цілий комплекс санітарно-захисних, технологічних, соціальних та інших проблем (планування забудови, розвиток транспортної інфраструктури, зон відпочинку і т.д.).

На сьогодні моніторинг якості повітря проводить центральна геофізична обсерваторія (ЦГО). Зараз мережа з моніторингу повітря складається зі 168 станцій, розташованих переважно у 54 великих містах.

Але на даний час засоби для відбору проб повітря й аналізу застаріли. Більшість станцій були засновані щонайменше 20 років тому.

Загальновизнано, що наявна мережа є, з одного боку, занадто великою, а з іншого боку, концентрація точок моніторингу не завжди достатня на територіях. Тому зменшення розміру мережі, переміщення станцій до особливих зон впливу, розширення програми моніторингу на всі відповідні забруднювачі є головними вимогами на майбутнє.

На сьогодні спостереження забруднень атмосферного повітря автотранспортом проводяться на стаціонарних постах спостереження.

Забруднення атмосферного повітря у місті Києві контролюється за допомогою 21 стаціонарного поста ЦГО (за даними ЦГО п'ять з них не діють). Ці пости ЦГО розміщені територією міста Києва нерівномірно, без будь-яких залежностей стосовно їх щільності, радіусів обслуговування, виду групи тощо.

На відміну від існуючих контактних методів, більш ефективними будуть аерокосмічні методи [9], які дозволять набагато збільшити обсяг дослідження, а також прискорити час отримання результатів.

У методичних розробках в області космічного моніторингу виділяють дві основні проблеми: дешифрування за космічними знімками стану транспортної мережі міста й інтерпретацію космічної інформації для підготовки пропозицій щодо покращення стану повітряного басейну міста.

Це дає можливість впровадити і застосувати дистанційне зондування Землі з космічних апаратів з метою вирішення проблеми забруднення території міст відпрацьованими газами автомобільного транспорту, а також покращення організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста.

На території Росії в останні 15 років активно розвивається мережа приймання супутникових даних, які утворюють наземну інфраструктуру екологічного моніторингу [10].

У сучасній тенденції розвитку програм дослідження Землі з космосу є утворення у деяких країнах електронної бібліотеки космічної інформації. Ця національна інформаційна система використовує потоки супутникових даних для вирішення різних задач дистанційного зондування, які використовуються науковцями та конкретними галузями виробничої діяльності.

В Україні космічний моніторинг Землі починає тільки впроваджуватися [11]. Несприятливий екологічний стан України потребує проведення робіт для створення та впровадження методів космічного спостереження і вдосконалення технічних засобів отримання й обробки потрібних матеріалів. Найкращих результатів можна досягти при комплексному, синхронному використанні космічних і наземних досліджень, коли результати наземних вимірювань екстраполюються на картосхеми, одержані на основі космічних знімків.

Дистанційне зондування Землі з космічних апаратів є одним з пріоритетних напрямків сучасної науки [11], яке не лише дозволяє досліджувати глобальні процеси та явища, а й вирішувати актуальні практичні задачі. Особливу увагу для проведення такої роботи треба приділити створенню теоретичних основ, методик і комп'ютерних технологій, також унікальної апаратури для дистанційного дослідження земної поверхні й екологічного контролю за станом навколишнього середовища.

Як відомо, найефективнішими методами оперативного контролю екологічного стану є аерокосмічні методи зондування Землі в різних спектральних діапазонах. Сучасний рівень розвитку засобів дистанційного зондування дозволяє отримати високоточні дані з необхідним просторовим розв'язанням і періодичністю поновлення інформації. Досвід експлуатації штучних супутників Землі виявився перспективним та ефективним для застосування методів дистанційного зондування, і одним з підтверджень цього є державна космічна програма України.

Для сканування зображення в даний час розроблено багато сканерів, спеціальні фотометричні сканери високої продуктивності й ефективності. Вони мають можливість сканувати як цілі плівки (фільми), так і окремі знімки.

Маючи такі технічні можливості, необхідно розробити та ввести в дію систему спостереження і контролю за вулично-дорожньою мережею міста. За допомогою космічної зйомки стає можливим оцінювати умови руху як на окремих ділянках доріг, так і на всій мережі, оцінити структуру автотранспортної мережі міста і ті проблеми, що виникають у сполученні з віддаленими районами і транзитним проїздом.

Використовуючи аерокосмічні знімки, які були зроблені в різні години, можна створити базу даних характеристик транспортного потоку на вулично-дорожній мережі всього міста.

Відомо, що в Росії розроблені містобудівні інформаційні системи для міст Пермі, Магнітогорська, Петрозаводська та ін. При цьому використовуються космічні цифрові зображення. Один цифровий знімок покриває територію 60х60 км. Містобудівна інформаційна система, утворена на основі цифрових космічних знімків, має ряд переваг, на відміну від системи, утвореної на основі стандартних картографічних документів [12]:

- гарантована об'єктивність основи, яка відображає дійсно сучасний стан території (на час проведення космічної зйомки);
- створює можливість ведення реального містобудівного моніторингу шляхом поступового залучення космічних знімків останніх років.

Користуючись даними космічної зйомки території міста, можна здійснювати управління рухом автотранспортних потоків, раціонально розподіляючи їх за напрямками незавантаженої вулично-дорожньої мережі. Космічні знімки вулично-дорожньої мережі можуть бути використані для оцінки екологічного стану території всього міста.

Наявність фотографічних знімків даної території, а також даних про час зйомки і результати топографічного та спеціального дешифрування дають інформацію для вирішення певних задач. Таку інформацію можна використовувати для оцінки характеристик руху транспорту, вивчення інженерно-транспортної структури міста, а також для визначення місць небезпечної концентрації ВГ автомобільного транспорту.

Використовуючи космічні знімки, можна за дуже короткий період часу отримати картину дорожнього руху на всій ВДМ міста і країни, встановити так звані "вузькі місця", де утворюються черги автомобілів, визначити параметри транспортного потоку, серед яких найбільш легкими для визначення є щільність і швидкість руху.

Користуючись залежністю (1), одержаною в роботі [13], можна визначити інтенсивність руху і пропускну спроможність транспортного вузла, встановивши таким чином ділянку ВДМ, яка не відповідає умовам руху.

$$N=gV \quad (1)$$

де N - інтенсивність руху, авт./год.;

g - щільність руху авт./км.;

V - швидкість руху, км/год.

Використовуючи аерокосмічні знімки (рис.1) [14], основний і дублюючий, які виконані з інтервалом часу, можна за залежністю визначити інтенсивність руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі. Маючи показники забруднення повітря в момент фотографування, визначаємо $K_{ВГ}$ - середній коефіцієнт забруднення, який залежить від кількості викидів відпрацьованих газів автотранспорту й інтенсивності руху [13]. Визначення середнього коефіцієнту $K_{ВГ}$ дасть можливість характеризувати інтенсивність руху транспортних засобів у відношенні до забруднення відпрацьованими газами навколишнього середовища. Після встановлення цієї залежності ми зможемо контролювати територію.



Рис.1. Космічний знімок вулично-дорожньої мережі

Сутність використання аерокосмічних знімків полягає в тому, що ми можемо порівняти інтенсивність руху на вулично-дорожній мережі з екологічно допустимою інтенсивністю руху N_e^d , при якій забруднення від транспортного потоку не перевищує санітарні норми [15].

Величина допустимої інтенсивності руху суттєво залежить і від масового викиду d -ої шкідливої речовини, а також від еквівалентної висоти джерела викиду H , м.

Розрахункове значення екологічно-допустимої інтенсивності руху повинно порівнюватися зі значенням максимальної інтенсивності N_v [15]:

$$N_v = \frac{3600 \times V}{(d_{\min} + i) \times e^{\frac{V}{V_0}}} \quad (2)$$

де V - середня швидкість руху для даного потоку, км/год.;

d_{\min} - мінімальна дистанція між автомобілями при заторній ситуації ($d_{\min}=1\text{ м}$);

i - середня довжина автомобіля у транспортному потоці (для легкового автомобіля $i = 4,2 \text{ м}$);

V_0 - середня швидкість руху для транспортного потоку, яка відповідає пропускній здатності ВДМ.

Із залежності (2) виходить, що збільшення інтенсивності призведе до зменшення швидкості руху та збільшення масового викиду.

Цю закономірність і треба покласти в основу створення екологічного моніторингу. Використовуючи космічні знімки транспортної мережі міста, ми можемо створити базу даних з визначення інтенсивності руху транспорту кожною вулицею міста залежно від часу.

Маючи повну картину інтенсивності транспортного руху в будь-якому територіальному районі міста і встановивши екологічно допустиму інтенсивність руху N_e^d , а також значення максимальної інтенсивності, можна визначити пропускну спроможність вулиці або транспортного вузла. Це дає можливість ввести конкретні заходи з організації дорожнього руху, головною метою яких і буде поліпшення умов руху, зменшення кількості вимушених зупинок, заторів на перехресті, зменшення кількості викидів відпрацьованих газів.

Висновки. Використовуючи необхідні технічні засоби й оброблену інформацію, ми можемо оперативно здійснити контроль за територією всього міста, і це дасть можливість, використовуючи засоби АСУДР, покращити рух автотранспортних засобів вулично-дорожньою мережею міста.

Список використаних джерел

1. Луканин В.Н., Буслав А.П., Трофименко Ю.В., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда. – М.: Инфра-М, 2001. – 645с.
2. Могилевкин И. Мировой транспорт: время перемен// МЭ и МО. – 1999. – №8. – С. 59-63.
3. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. – 176 с.
4. Рейцен Е.О. Бурба І.О. Міський транспорт і туризм// Коммунальное хозяйство городов. – 2002. – №37. – С. 180-184.
5. Бойченко С.В., Матвеева Е.Л. Мониторинг антропологической деятельности в сфере использования нефтяных источников энергии // Экотехнологии и ресурсосбережения. – 1999. – №5. – С. 55.
6. Білятинський О.А., Угненко Є.Б. Екологічна безпека на автомобільному транспорті. // Безпека дорожнього руху України. – К.: НДЦБДР, 2000. – №2. – С. 33-38.
7. Солуха Б.В., Фукс Г.Б. Міська екологія: Навчальний посібник – К.: КНУБА, 2004. – 338с.
8. Маренко А.Н., Конторщиков В.И. Особенности мониторинга загрязнения атмосферы выбросами промышленных предприятий и автотранспорта в условиях крупного города. – К.: Знание, 1989. – С. 1-16.
9. Мелуа А.И. Применение космических снимков при изучении крупных городов и городских агломераций // Проблемы больших городов. Вып.4. М.: ГОСИНТИ, 1981. – 25 с.
10. Арманко Н.А., Кравцов Ю.А. Кудашев Е.Б. и др. Интернет и проблемы космического экомониторинга территории России. // Инженерная экология. - 2000. - №5. - С. 2-19.
11. Лялько В.І., Федоровський О.Д., Сіренко Л.А. Україна з космосу, Атлас дешифрованих знімків території України з космічних апаратів. – К.: Знання, 1997. – С. 34.
12. Иванова Л.И., Рейцен Е.А. О комплексном подходе к выполнению курсовых работ и дипломного проектирования по специальности «Кадастр»// Инженерная геодезия. Вып. 41. - К.: КНУБА, 1999. - С.51-55.
13. Білятинський А.О. Застосування космічної зйомки для аналізу дорожньої мережі з метою підвищення безпеки руху. // Безпека дорожнього руху України. - К.: НДЦБДР, 2000. - №1(6). - С. 9-11.
14. Лебедев В.В. Опыт решения задач контроля и управления природно-техногенными системами в развитии концепции создания региональных

геоинформационных комплексов // Исследование земли из космоса. - 2000. - №2. - С.52-61.

- 15.Пальчик А.М., Петрова О.І., Рахуба О.І. Розрахунок екологічно допустимої інтенсивності руху автомобільного транспорту в населених пунктах. // Безпека дорожнього руху України. – К.: НДЦБДР, 2000. - №1(6). - С. 43-46.

Анотація

Розглядаються основні положення можливості та необхідності створення моніторингу вулично-дорожньої мережі у містах України. Описані можливі методи використання аерокосмічних знімків для створення бази даних інтенсивності автотранспортних засобів на вулично-дорожній мережі міста.

Аннотация

Рассматриваются основные положения возможности и необходимости создания мониторинга улично-дорожной сети в городах Украины. Описаны возможные методы использования аэрокосмических снимков для создания базы данных интенсивности движения автотранспортных средств на улично-дорожной сети города.