

ВИКОРИСТАННЯ ГІС ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНУ

Ночвай В.І., Шаєріна А.В., Дячук В.А., Сосонкін М.Г.

Геоінформаційні системи (ГІС), як потужний інструмент концентрування інформації, щодо певних характеристик простору, дає змогу ефективно працювати з просторовими моделями, продуктивно використовуючи весь арсенал наявної інформації.

Оскільки аналітичні інструменти ГІС поки що обмежені, то для вирішення складних і нетривіальних задач, до яких, зокрема, відноситься моделювання атмосферних процесів, застосовуються складні аналітичні програмно-моделюючі комплекси. Так, для моделювання процесів забруднення приземним озonom атмосфери міста Києва, в лабораторії атмосферної оптики ГАО НАНУ, застосовується модель UAM-V (SAI) [1]. Це - математична модель із тривимірною сіткою координат для розрахунку концентрацій як інертних, так і хімічно активних забруднюючих речовин (ЗР), шляхом моделювання фізичних і хімічних процесів в атмосфері, що впливають на концентрації приземного озону.

В основу моделі покладені атмосферна дифузія і рівняння неперервності для хімічних сполук. Рівняння описують баланс мас, у якому в математичній формі виражені відповідні емісії, перенос, дифузія, хімічні реакції і процеси виведення. В ній органічно поєднуються розрахунки емісійних потоків озonoутворюючих речовин, їх перенос і турбулентне перемішування, формування міського факелу первинних домішок, їх фотохімічні перетворення і утворення вторинних домішок, в тому числі – приземного озону.

Для розрахунків здійснено вибір озонowego епізоду 18 – 22.08.2000 р. з безхмарною погодою, незначним добовим коливанням тиску, слабким переносом і відсутністю опадів.[2]

Приземний озон – типовий регіональний наслідок забруднення нижніх шарів тропосфери озonoутворюючими домішками, відноситься до класу надзвичайно токсичних атмосферних газів (I класу небезпечності). В останні десятиріччя XX ст. формування та стан тропосферного і стратосферного озону стали об'єктами детальних досліджень в зв'язку з встановленням його кліматоутворюючої ролі. Як парниковий газ, озон по величині потенціалу глобального потепління поступається лише водяній парі і вуглекислому газу [3].

Територія міста в моделі розбита на сітку 17x15 комірок розміром 2x2 кілометри. Для кожної комірки сітки окремо задаються вхідні параметри моделі і відповідно розраховуються концентрації забруднюючих речовин. Величина комірки вибрана з урахуванням точності наявних даних для аналізу.

Оцінка емісії від стаціонарних та пересувних джерел викидів ЗР в атмосферу міста Києва в серпні 2000 року проводилось за даними звіту про стан навколишнього середовища Державного управління екологічної безпеки у м. Києві та статистичної звітності Міського управління статистики про обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферу у 2000 році від окремих підприємств міста Києва.

Об'єми викидів забруднюючих речовин в повітря стаціонарними джерелами у 2000 році у порівнянні з 1999 роком зменшились на 11,2 тис. тонн і склали 32,593 тис.тонн, у тому числі 4,009 тис.тонн твердих речовин та 28,584 тис. тонн газоподібних. Викиди від стаціонарних джерел забруднення обумовлюються наявністю більш ніж 700 різногалузевих промислових підприємств, на яких нараховується 24 тис. організованих джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Серед галузей промисловості найбільший внесок в забруднення повітряного басейну міста вносять підприємства енергетики (ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ПКТМ, ДТЕЦ), викиди яких у 2000 році склали 19,386 тис.тонн, що становить 60 відсотків викидів від стаціонарних джерел.

На сьогоднішній день автомобільний транспорт в м.Києві, як і в ряді інших міст України, є одним з основних забруднювачів атмосферного повітря. Так, згідно з матеріалами стат. звітності його викиди у 2000 році склали по місту 52,3 тис.тонн, тобто більшу половину від загальноміських.

Джерела емісії були поділені на точкові та розподілені по території міста. Серед точкових джерел враховувались 16 високих стаціонарних джерел, сумарні викиди яких влітку 2000 року склали більше 80% від викидів підприємств. Для кожного з них задані параметри труби: висота, діаметр, швидкість та температура газоповітряної суміші на виході з труби. Інші 20% разом з пересувними джерелами враховувались як розподілені джерела викидів. Емісія з кожної комірки сітки моделі оцінювалась на основі інтенсивності руху автотранспорту на автошляхах, що потрапили в її межі, та, усередненої по районах, емісії від тих стаціонарних джерел, що не були враховані як точкові.

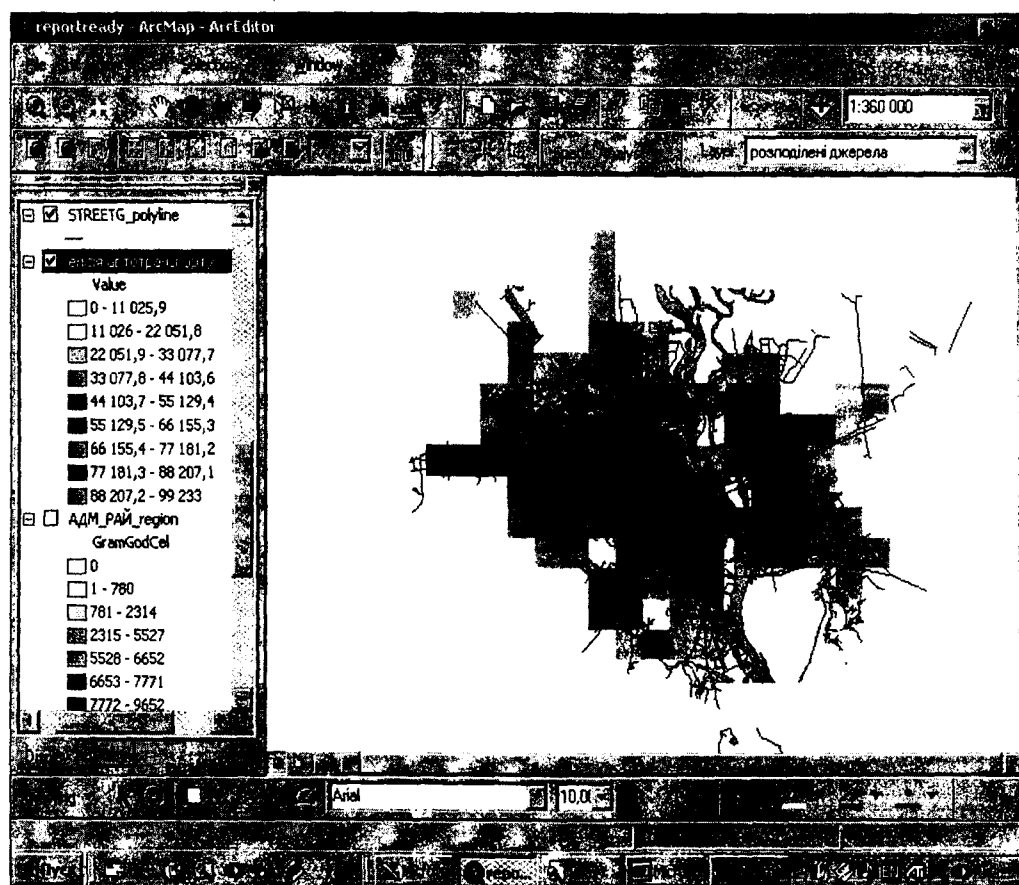
Від точкових джерел враховувались викиди оксидів азоту, насичених та ненасичених вуглеводнів і формальдегіду. Від антропогенних та біогенних джерел, розподілених по території, додатково оцінювались викиди СО та головних компонентів летких органічних сполук (всього 22 сполуки). Емісії окремих сполук від автотранспорту оцінювались за відсотком складу відносно загальної маси викидів відпрацьованих газів автомобілів [4].

Інформаційні ресурси для проведення ГИС- аналізу надані Українським центром менеджменту землі і ресурсів, м.Київ.

В процесі підготовки даних по емісії попередників озону в атмосферу побудована растрова модель області моделювання з розміром клітинок растрової сітки 2 км., відповідно коміркам сітки дифузійної моделі. На мал.1 показаний вид

ГІС-проекту растрової моделі емісії від автотранспорту у м.Києві. Значення емісії відповідно формату вхідних даних дифузійної моделі обраховується в грамах за годину. Аналіз виконувався за допомогою інструментів ArcView Spatial Analyst [5].

Для отримання даних по емісії стаціонарних джерел емісії, які враховувалися не як точкові, а як джерела розподілені по території, згідно статистичних даних викидів по районах міста, побудована карта щільності розподілу емісії по районах; потім, шляхом трансформації в растрове зображення, отримано розподіл емісії по клітинках.

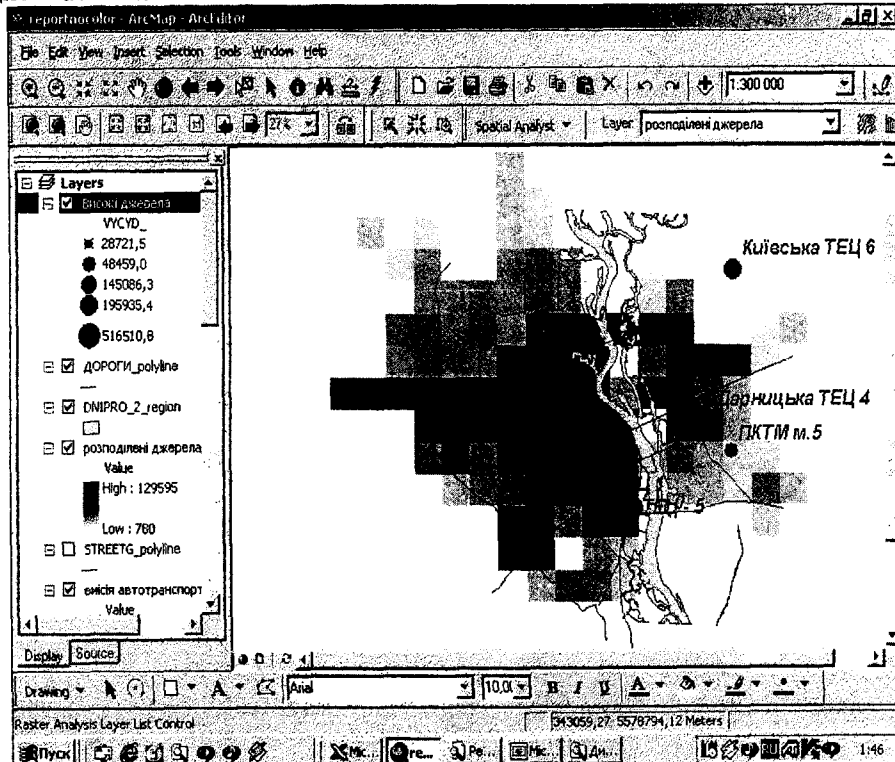


Мал.1. Растрова модель розподілу по комірках сітки емісії від автотранспорту у м.Києві

Методом додавання значень двох растрових шарів даних від пересувних та стаціонарних джерел одержано сумарну карту розподілу емісії по комірках сітки, на якій також показано прийняті високі точкові джерела викидів (мал.2).

Одержані дані були використані для розрахунку озонового епізоду в моделі UAM-V. В результаті, після першого етапу розрахунку моделі, було отримано добовий хід концентрації озону та його попередників для кожної комірки області

моделювання. Усереднені за три години (14 -16 год) значення концентрації озону, діоксида азоту та формальдегіду були представлені як шари растрової моделі ГІС (рис.3). Саме в цей час спостерігалися максимуми добового ходу в пункті автоматичного вимірювання концентрації озону (на території Київського ботанічного саду НАНУ). Аналізуючи розподіл забруднення озоном та його попередників у місті відразу видно значне забруднення центральної та північно-східної частини міста.



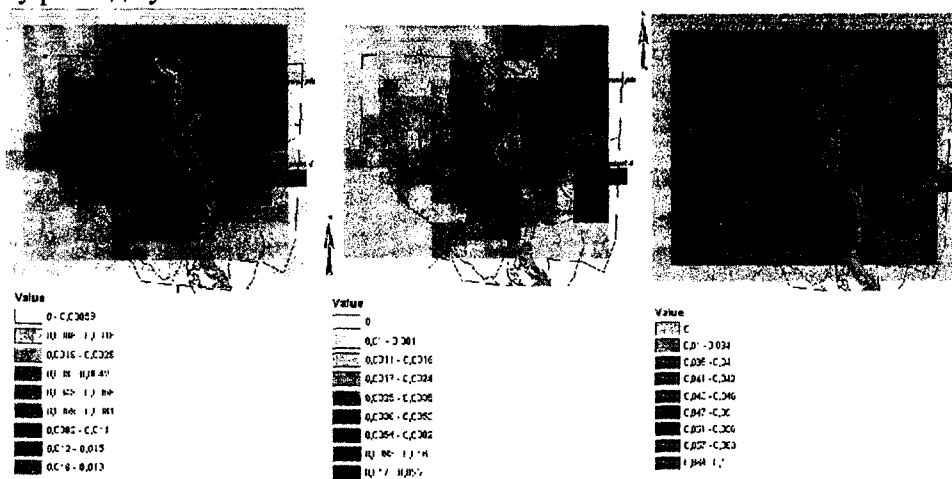
Мал. 2. Растрова модель розподілу емісії у м. Києві

Ця картина логічно пояснюється західним та південно-західним вітрами, що спостерігалися в той день, адже, як видно на мал.2, найбільша кількість забруднюючих речовин викидається в центральній та східній частині міста. Також видно нелінійну залежність концентрації озону від концентрації його попередників.

ВИСНОВКИ

Побудова моделі емісії забруднюючих речовин в етапі підготовки та аналізу даних для дифузійної фотохімічної моделі UAM-V показала зручність та наочність в роботі з даними, що описують певні характеристики поверхні. Адже лише перший етап підготовки даних вже дає можливість для якісного аналізу розподілу забруднень по території, а при відомих метеорологічних параметрах (швидкість вітру, стратифікація атмосфери) дає змогу як інтерполювати дані вимірювання

окремих точок моніторингу на всю територію міста, так і передбачити характер поширення забруднень при різних метеоситуаціях. Перенесення розрахованих концентрацій озону та його попередників на карти за результатами розрахунку моделі UAM-V показала передбачувану для заданих метеорологічних параметрів картину розподілу.



Мал. 3 Розподіл концентрацій формальдегіду, NO₂ та озону в місті Києві, ррт (розрахований для епізоду 19 серпня 2000 року, 14-16 год)

Таким чином, використання ГІС оптимізує роботу з потоками даних в складних програмно-аналітичних комплексах. ГІС дають необхідний для еколога інструмент комплексного аналізу територіальних систем і є базою для побудови еколого-імітаційних систем.

Проте в ході проведення досліджень з'ясувалась надзвичайна складність отримання просторових даних для аналізу. Важкодоступність і закритість більшості розроблених ГІС, консервує важливі масиви інформації які є необхідними для наукового аналізу. Це свідчить про важливість створення прозорих і доступних, централізованих державних геоінформаційних систем для накопичення і оперативного використання інформації.

Література

1. User's Guide to the variable-grid Urban Airshed Model (UAM-V), 1999 ISF Consulting, SAI, California, SYSAPP 99-95/27r3.
2. M.G. Sosonkin, A.V. Shavrina, A.A. Veles, V.A. Dyachuk, O.B. Blum, V. I. Nochvaj. The study of surface ozone for Kiev city. Proc.IV International conf. Urban air quality. Prague, 2003. P. 106-109
3. Перов С.П., Хргиан А.Х. Современные проблемы атмосферного озона. Л: Гидрометеоздат, 1980. 288 с.
4. Исидоров В.А. Органическая химия атмосферы. СПб: Химиздат, 2001. 352 с.
5. ArcView Spatial Analyst. ESRI, Inc, 1996. 148 p.
6. Коляда О.И. Об особенностях загрязнения атмосферного воздуха крупного промышленного города // Труды УкрНИГМИ, 1987. 224. С. 27-30.

Статья поступила в редакцию 25 апреля 2003 г.