

# ГАО НАН України та дослідження приземного озону

М. Сосонкін

Атмосфери планет це традиційний об'єкт дослідження астрономів. Не залишається поза їхньою увагою атмосфера Землі. З одного боку, наша атмосфера це оптичне середовище, через яке ведуться астрономічні спостереження і стан якого істотно впливає на якість зображення астрономічних об'єктів. З іншого боку, від фізичних процесів в атмосфері найістотнішим чином залежать умови життя на Землі і вивчення цих процесів підходами і методами, звичайними для астрономів, дає нові результати. Ряд досягнень в цих напрямках стали передумовою для досліджень приземного озону в ГАО НАН України.

Моніторинг концентрації озону в приземному шарі повітря обов'язковий для кожної розвиненої держави, а зусилля спрямовані на вивчення приземного озону показово характеризують рівень підходу в цій країні до оцінки стану навколишнього повітря, як фактору, що визначає якість життя. Озон в навколишньому повітрі негативно впливає на здоров'я людини, на стан с / г посівів, саме тому стандартом СРСР 1988 року (ГОСТ 12.1.005-88) озон віднесений до домішок 1-го класу небезпеки, концентрації яких підлягають обов'язковому автоматичному моніторингу. Незважаючи на це, в Україні не існує ні державної, ні регіональних систем моніторингу забруднення повітря за цим параметром. На сьогоднішній день моніторингові вимірювання концентрації озону в приземному шарі, що відповідають вимогам Всесвітньої Метеорологічної Організації (WMO), проводяться тільки на двох станціях в Києві. Найбільш якісний і тривалий ряд спостережень отримано лабораторією біоіндикації і хемосистематики Національного ботанічного саду ім М.М.Гришка. Під керівництвом О.Б.Блюма лабораторія займається вивченням фітотоксичності озону і методами захисту с / г рослин від його впливу. Пункт моніторингу в ГАО НАН України почав функціонувати пізніше, після його апаратного оснащення в ході виконання гранту №3894 УНТЦ (2006-2007 рр). Накопичений цими пунктами спостережний матеріал був використаний в ряді спільних робіт, де порівнювалися рівні і багаторічні тренди приземного озону в мегаполісах колишнього СРСР.

Як одна з основних індикативних забруднюючих домішок, озон не має прямих антропогенних або біогенних джерел, а є продуктом фотохімічних реакцій між багатьма первинними забруднюючими домішками. В першу чергу це  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  різні неметанові леткі сполуки (VOC) і ін. Здебільшого ці реакції нелінійні, їх швидкості залежать від концентрацій, метеорологічних факторів, виду і форми підстильної поверхні і т.д., тому навіть короткострокове прогнозування поведінки озону в приземному повітрі видається досить складним завданням. Для розв'язання завдань прогнозування створюються і використовуються спеціальні моделі різних рівнів складності, які повинні бути частиною систем моніторингу озону. Зусиллями і ентузіазмом А.В.Шавріної в ГАО НАН України була отримана, адаптована, протестована і підготовлена для регулярного використання модель UAM-V. Так звана "Модель Міського Факела" - UAM, була розроблена і підтримується SAI (System Application International). Її коріння сягає до перших спроб фотохімічного

моделювання якості повітря на початку 1970 років. З цього часу модель зазнавала майже безперервний процес застосування, всебічного удосконалення і поліпшення. Модель Міського Факела зі змінною сіткою UAM-V на той час була найбільш передовою працюючою версією моделі UAM. Вона містила множинне розбиття сітки на чарунки, де розраховується перенесення озону і забруднювачів, його попередників в регіональній шкалі і шкалі деяких міських площ. UAM-V дозволяє варіювати число і розташування вертикальних шарів, задавати тривимірний масив метеорологічних змінних. Програмні модулі UAM-V включають облік випадання в осад, виникнення факелів, зміна сонячного потоку і хімічної кінетики. У UAM включена Прогностична Метеорологічна Модель SAIMM з чотиривимірними масивами даних. Для вирішення рівнянь хімічної кінетики UAM-V використовує розширену версію IV Механізму Вуглецевих Зв'язків СВ-IV, який містить понад 100 реакцій і понад 30 хімічних сполук.

Організація і забезпечення безперервного моніторингу в поєднанні з практичним освоєнням складної моделі - це результат роботи, багатий досвід, що не часто зустрічається. Можна стверджувати, що саме вміння астрономів працювати зі складними моделями, достатній досвід роботи зі складним науковим обладнанням і, нарешті, постійне прагнення використовувати найпередовіші інформаційні технології дозволили астрономічній установі, не виходячи за межі кола своїх стандартних завдань, малими ресурсами отримати значущий результат. Цей досвід повинен бути використаний при імплементації європейських норм контролю якості повітря в Україні.

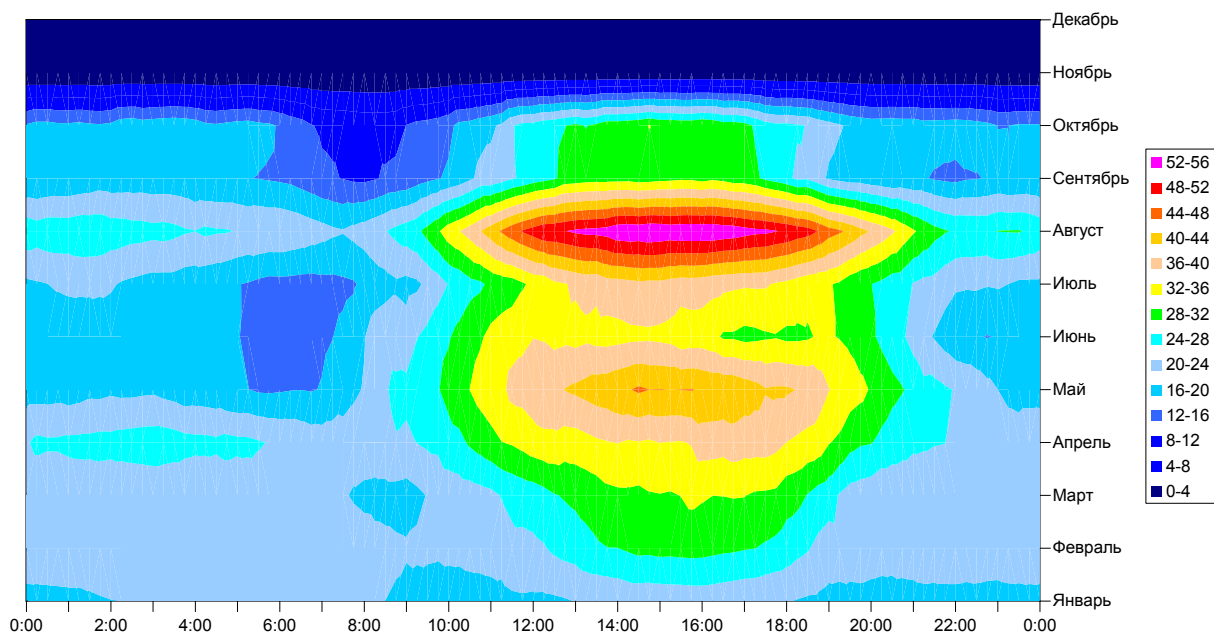


Рис.1. Сезонні варіації добового ходу концентрації приземного озону в м. Києві

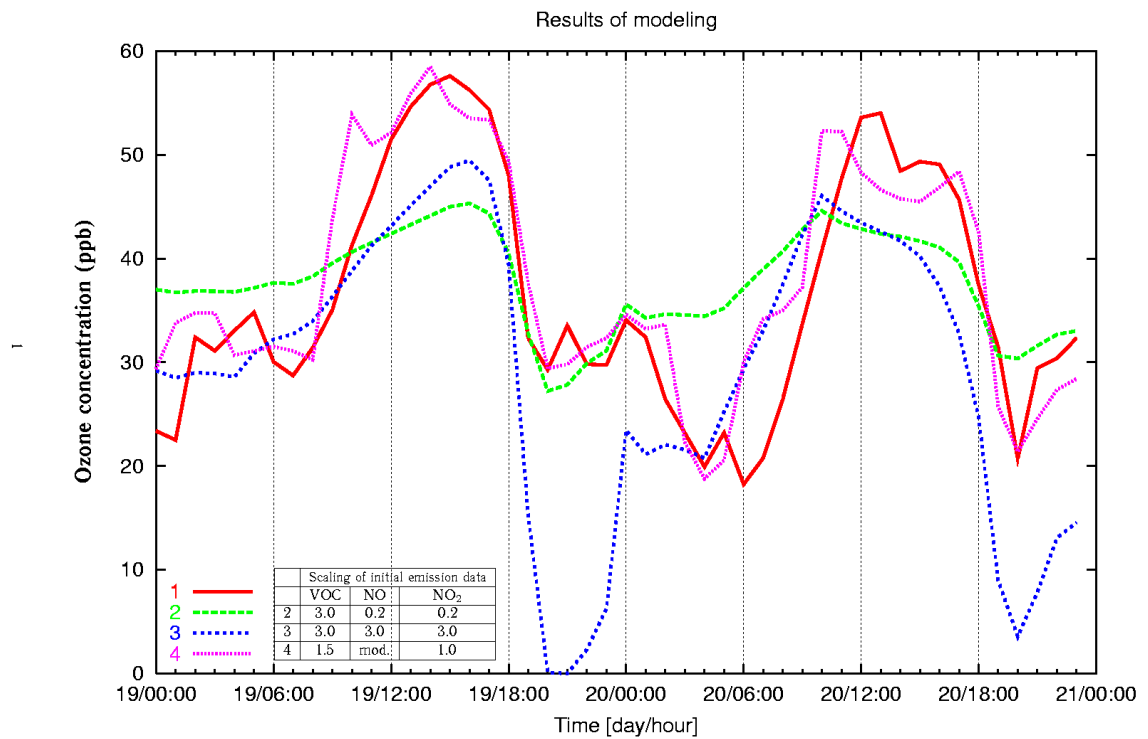


Рис.2. Результати моделювання за допомогою UAM-V ходу концентрації озону протягом епізоду 19-20 серпня 2000 року.

1 – дані вимірювань в Ботанічному саді НАН України.

2, 3, 4 – результати моделювання при різних варіантах шкалювання забруднюючих викидів - прекурсорів озону.

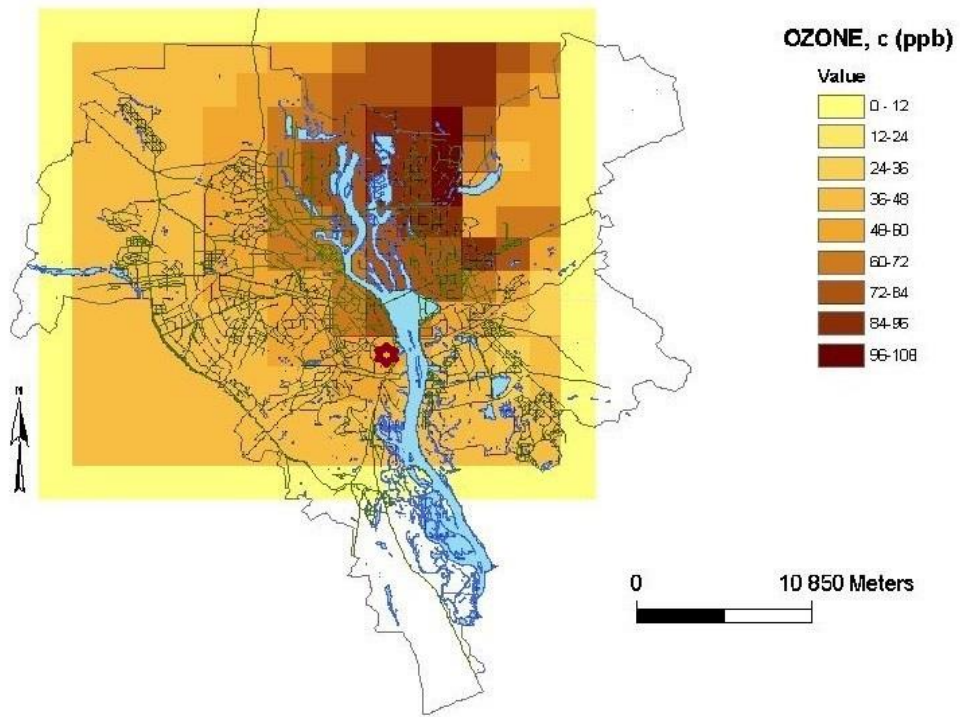


Рис. 3 Розрахований розподіл приземного озону в Києві під час однієї години епізоду з максимальною концентрацією. Зірочка – місце розташування озонometру, Бот. Сад НАНУ.