

УДК 551.510.411

Дворецька І. В., Марчук У. І., Савенець М. В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний
інститут

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЗОННОГО ХОДУ ДІОКСИДУ СІРКИ НАД ТЕРИТОРІЄЮ ЄВРОПИ

В статті розглянуто вплив діоксиду сірки на клімат. Створено карту географічного розподілу діоксиду сірки над територією Європи.

Ключові слова: діоксид сірки, Європа, клімат, розподіл, аналіз.

В останні десятиліття увага громадськості та наукової спільноти була прикута до кліматичних та екологічних наслідків потрапляння в атмосферу забруднюючих речовин, загальний потік яких постійно зростає. Враховуючи думку багатьох вчених про те, що кліматичні зміни та екологічні наслідки обумовлені господарською діяльністю людини, **актуальним** стає питання визначення антропогенного впливу на короткострокову динаміку малих газових складових, а, зокрема, на діоксид сірки, що викидається підприємствами багатьох галузей промисловості. Вибір саме діоксиду сірки для таких досліджень пояснюється тим, що він є токсичною речовиною, яка у великих концентраціях згубно впливає на навколишнє середовище та організм людини. **Метою** роботи є аналіз географічного розподілу концентрацій діоксиду сірки в атмосфері над територією Європи, визначення сезонних коливань та характеристика компонентів сезонного ходу, а також аналіз ступеня антропогенного впливу на його короткотермінову емісію.

Діоксид сірки (SO_2) – газ без кольору з різким запахом. На його частку припадає 95% від загального об'єму всіх сірчастих сполук, що надходять в атмосферу від антропогенних джерел [5]. Прямий ефект росту концентрацій сполук сірки в тропосфері та стратосфері полягає в зменшенні температури внаслідок відбиття короткохвильової радіації від Сонця. Непрямий ефект полягає в зміні розміру хмарних крапель, що, згідно модельних розрахунків,

також може викликати зменшення температури [4]. Антропогенний внесок джерел сірки дає спалювання викопного палива та діяльність металургійної промисловості. Серед природних джерел сірки можна виділити океанічні та континентальні. З поверхні океану в атмосферу надходить морська сіль, в тому числі – сульфати. Життєдіяльність фітопланктону також є джерелом сірки. У прибережному мілководді деякі бактерії, засвоюючи сульфати, постачають в атмосферу відновлені сполуки сірки. Джерелами емісії на континентах є вулканічна діяльність, пожежі, біосферні процеси, а також еолова емісія.

Діоксид сірки нерівномірно розподілений по планеті. Максимуми концентрацій спостерігаються поблизу джерел емісії. Антропогенний вплив на надходження сірки в атмосферу найбільш чітко виражений у зоні 20 – 60° пн. ш., де промисловість більш розвинута. У південній півкулі помітне збільшення ролі океану у емісію сірки в атмосферу. Таким чином, основним джерелом надходження сірки в атмосферу є приземний шар, тому і концентрації SO_2 в тропосфері істотно зростають. З висотою вміст сірки в атмосфері зменшується [1, 3-5]. Широтний розподіл потоків сірки за рахунок природних та антропогенних джерел зображений на рис. 1.

Нагромадження сірковмісних сполук здебільшого відбувається у Світовому океані [6]. Вплив цих продуктів на людей, тварин, рослини та інші речовини різноманітний, залежить від їх концентрації та інших чинників навколишнього середовища.

Вихідні дані та методика досліджень. Для проведення досліджень було використано дані наземних спостережень Світового центру даних по парникових газах (WDCGG [7]), що служить для збору, архівації та надання даних про викиди парникових газів (SO_2 , NO_2 , O_3 та ін.) і пов'язаних із ними газів (CO) в атмосфері та океані. Для того щоб досягнути найкращого результату, було взято такі станції, які б максимально охоплювали територію Європи (рис. 2). Дані вимірювань охоплюють період з 1981р. до 2006 р. і мають крок в один місяць.

Основним методом дослідження короткострокової динаміки є гармонічний аналіз. Всі розрахунки було програмно реалізовано мовою програмування VBA, карти будувались за допомогою Surfer.



Рис. 1. Широтний розподіл потоків сірки за рахунок природних та антропогенних джерел [4]

Отже, в результаті аналізу середніх концентрацій діоксиду сірки над територією Європи за всі роки спостережень (рис. 3) було відзначено істотний вплив антропогенної діяльності, що призвело до збільшення концентрацій в Південній та Центральній Європі, а, зокрема, в Румунії, Польщі, Німеччині та в Південній частині Італії, де сіркова промисловість розвивалась протягом століть. В географічному розподілі максимальні концентрації сягають 10 ppb і тяжіють до підприємств видобутку і переробки сірки та її продуктів. Певне збільшення концентрацій діоксиду сірки спостерігається також при просуванні до Атлантичного океану, що пояснюється емісією сірки з його поверхні.

З викладеного вище стає зрозумілим, що коефіцієнти детермінації сезонного ходу, а отже і його наявність, значущі лише на півдні Європи (рис. 4). Це пояснюється тим, що вагома частина природної емісії сірки відбувається при процесах випаровування з поверхні морів та океанів і сезонність цього фактору здійснює істотний вплив на короткотермінову мінливість SO_2 .

Натомість, підприємства із видобутку сірки, що спричиняють значне збільшення концентрації в районах їх розташування, істотно

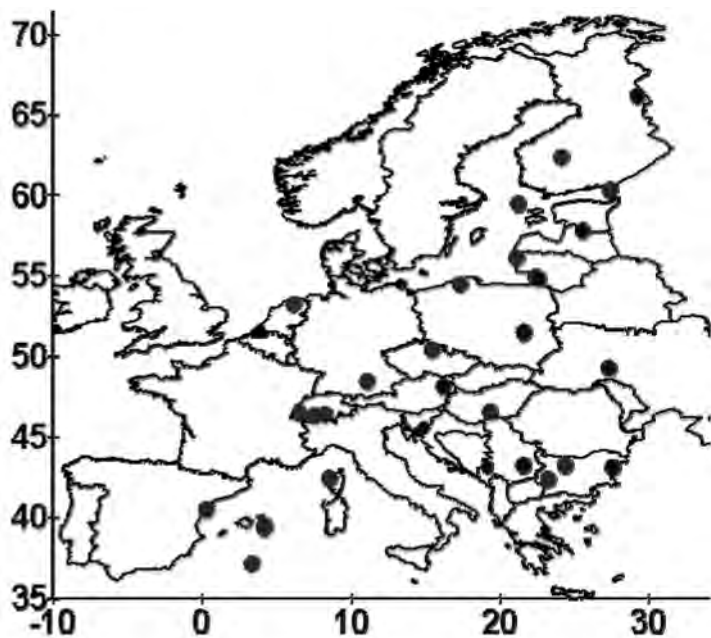


Рис 2. Географічний розподіл станцій наземних вимірювань діоксиду сірки за територією Європи

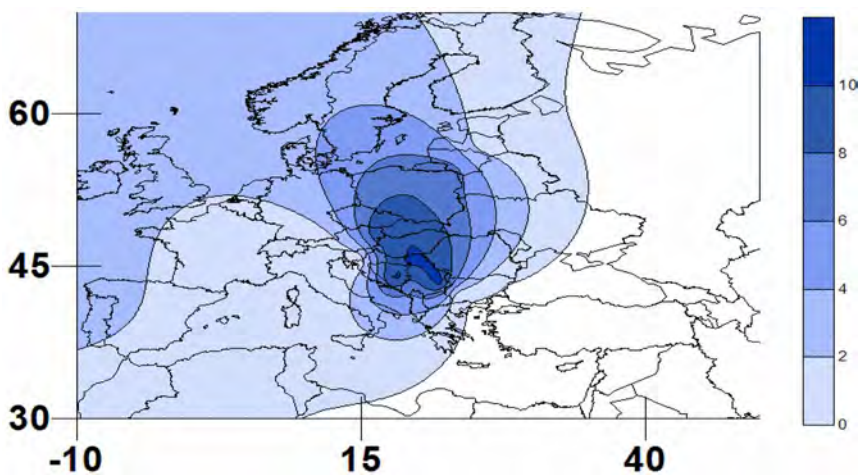


Рис. 3 Географічний розподіл діоксиду сірки (ppb)

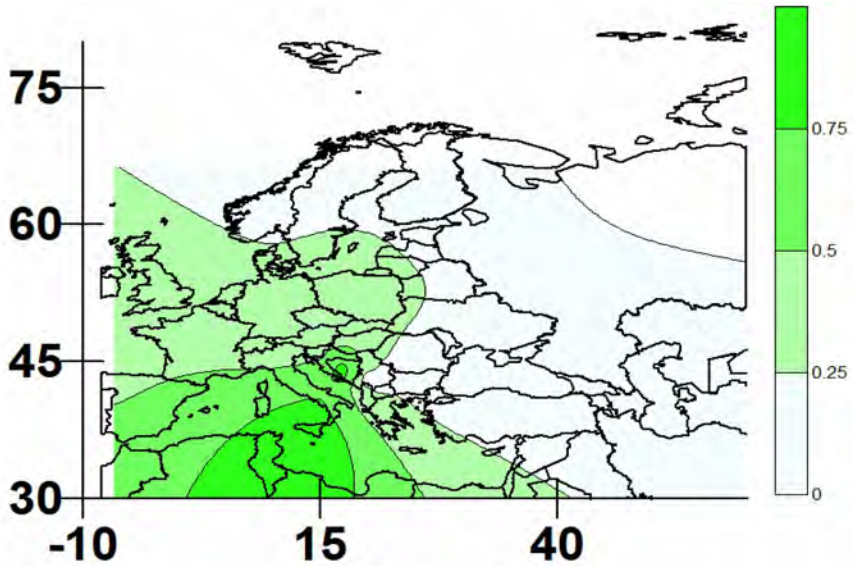


Рис. 4. Географічний розподіл коефіцієнту детермінації сезонного ходу діоксиду сірки

вираженою сезонністю не володіють. Метеорологічні умови, що мають значну сезонність, можуть сприяти як накопиченню шкідливих речовин, так і, навпаки, їх розсіюванню і винесенню за межі джерела [2]. Через неоднозначний вплив метеорологічних умов, їх сезонність не спричинює істотних річних коливань в районах розвиненої антропогенної діяльності.

Цей висновок повністю підтверджується результатами досліджень географічного розподілу середнього номеру гармоніки в сезонному ході та напівширини спектру сезонних коливань (рис. 5).

Так, наявність гармонік вищого порядку тяжіє до зони впливу Атлантичного океану, що вказує на наявність там місцевих джерел природного походження, які мають сезонні пульсації. Наявність невеликого збільшення середнього номеру гармоніки та напівширини спектру на території Південної Європи може бути наслідком впливу метеорологічних процесів на перенесення діоксиду сірки від антропогенних джерел.

Проте, як видно з рис. 6 середньоквадратичне відхилення сезонного ходу діоксиду сірки є вищим в місцях найбільших його

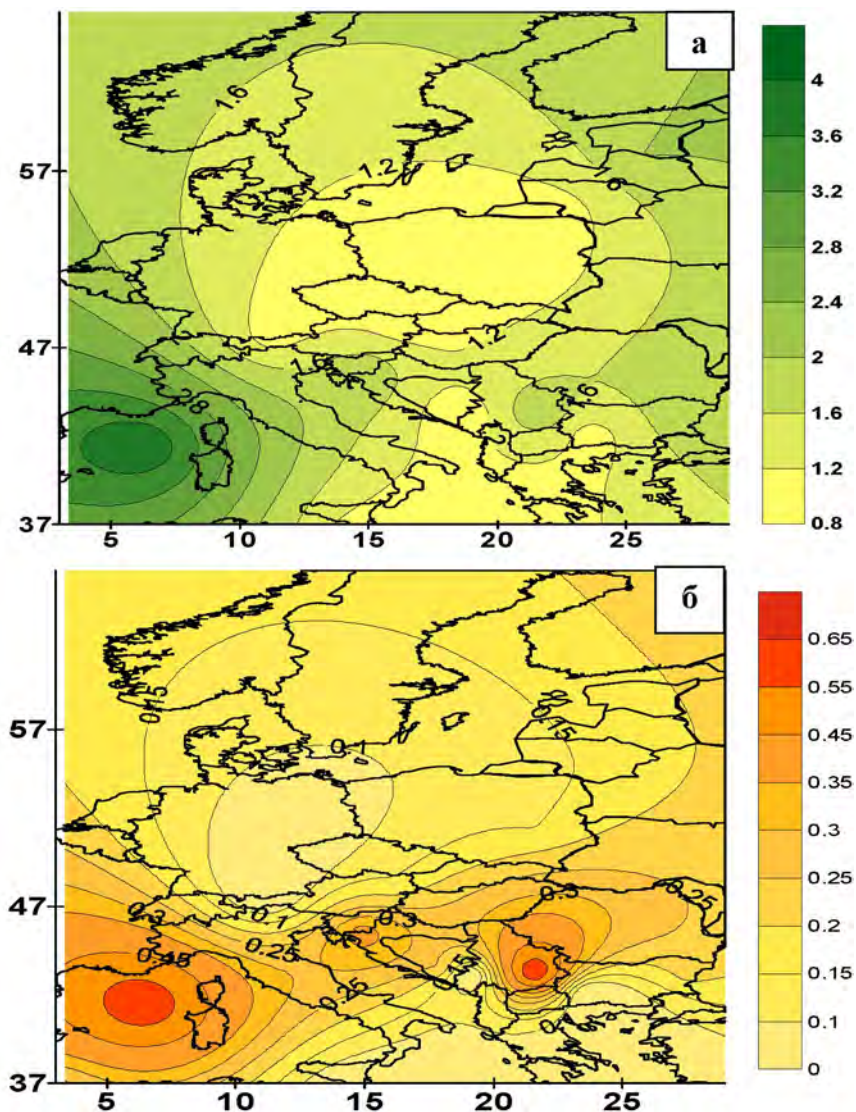


Рис. 5. Географічний розподіл середнього номеру гармоніки (а) та на півширини спектру коливань (б)

концентрацій, що пояснюється збільшенням значень його вмісту в даних регіонах.

Цей висновок підтверджується особливостями географічного розподілу амплітуди річних коливань у відсотках від середнього

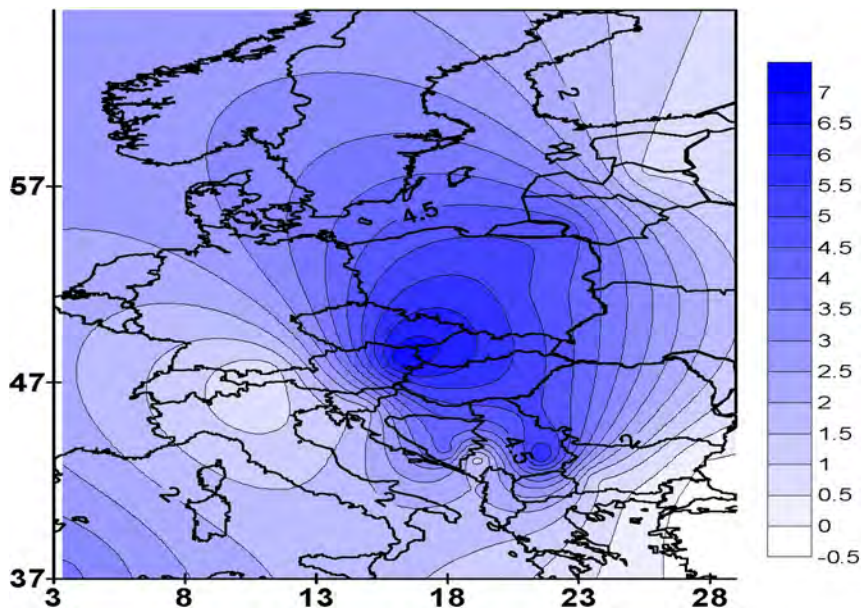


Рис. 6. Географічний розподіл середньоквадратичного відхилення сезонного ходу діоксиду сірки

значення (рис. 7). Так, найбільші амплітуди сезонного ходу діоксиду сірки спостерігаються в районах, що за своїм географічним розташуванням близькі до Атлантичного океану або знаходяться під його впливом через системи загальної циркуляції атмосфери. Тут амплітуди досягають 80 % від середнього значення, натомість в районах видобувної промисловості такі коливання не перевищують 40%.

Аналіз фази сезонних коливань діоксиду сірки, що для зручності була переведена в дати настання максимуму в сезонному ході в днях (рис. 8) показав, що в районах антропогенної діяльності максимум концентрації сірки припадає на зимові та весняні місяці, коли всі підприємства мають найбільшу потужність. Емісія ж сірки з поверхні морів і океанів посилюється у літній період, що пов'язано із посиленням процесів випаровування з їх поверхонь.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було отримано наступні **висновки**:

1. Потрапляння діоксиду сірки в атмосферу над територією Європи здійснюється як за рахунок антропогенної діяльності, так і

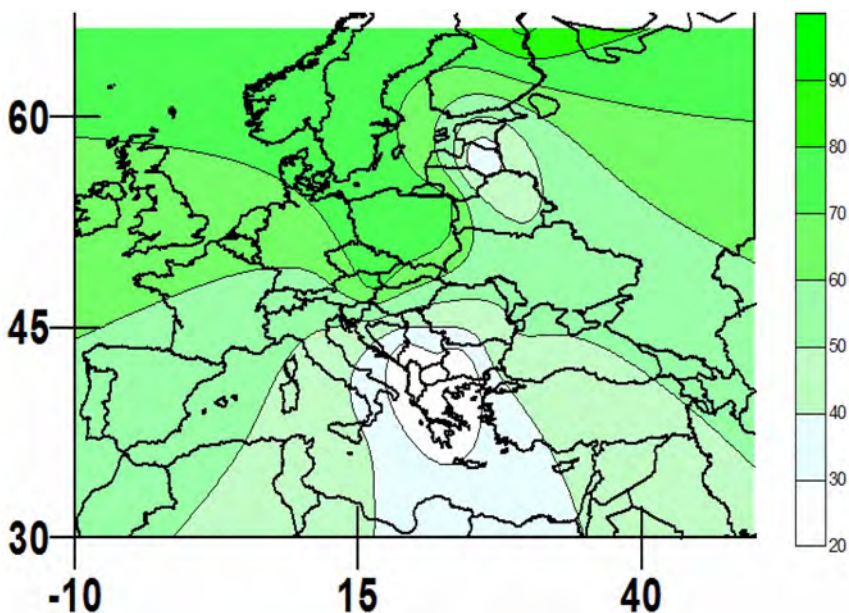


Рис. 7. Географічний розподіл амплітуд річних коливань у відсотках від середнього значення

за рахунок її емісії з поверхонь морів і океанів.

2. Найбільші концентрації діоксиду сірки над територією Європи тяжіють до підприємств сірчаної промисловості, а також, меншою мірою, до океанічних і морських поверхонь.

3. Сезонний хід діоксиду сірки є вираженим тільки для територій, яка знаходяться під впливом океану, що обумовлено сезонністю процесів випаровування з їх поверхонь. Для цих же регіонів характерне збільшення амплітуди коливань у відносних одиницях, тоді як абсолютні одиниці середньоквадратичного відхилення показали вищі значення в районах зосередження промисловості.

4. Дати настання максимуму сезонного ходу діоксиду сірки в місцях її видобутку припадають на зимові та весняні місяці, натомість емісія з поверхні океану збільшується в літній період.

Рецензент – доктор фізико-математичних наук, професор Г. М. Крученицький

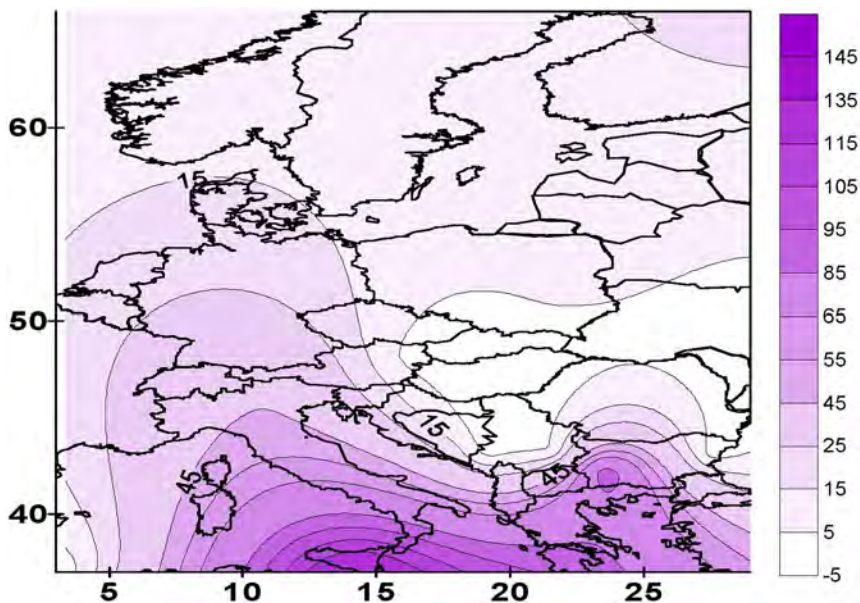


Рис. 8. Географічний розподіл дат настання максимуму в сезонному ході діоксиду сірки (в днях)

Література:

1. *Вернигорова, В. Н.* Химия загрязняющих веществ и экология : монография / Вернигорова В. Н. – М. : Из-во «Палеотип», 2005 – 240 с.
2. *Клімат Києва / за ред. В. І. Осадчого, О. О. Косовця, В. М. Бабіченко.* – К. : Ніка-Центр, 2010 – 320 с.
3. *Методы анализа загрязнений воздуха / [Другов Ю. С., Беликов А. В., Дьяконова Г. А., Тульчинский В. М.]* – М. : Химия, 1984. – 384 с.
4. *Суркова, Г. В.* Химия атмосферы : Учеб. пособие / Суркова Г. В. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 210 с.
5. *Экология города : Учебник / Под ред. Ф. В. Стольберга.* – К. : Либра, 2000. – 464 с.
6. *Bates T. S., Lamb B. K., Guenther A., Dignon J. And Stoiber R. E.// J. Atmos. Chem., 1992, Vol. 14, pp. 315 – 337.*
7. *World Data Centre for Greenhouse Gases [Electronic resource] – Mode of access: <http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/>*

И. В. Дворецкая, У. И. Марчук, М. В. Савенец

ГЛАВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЗОННОГО ХОДА ДИОКСИДА СЕРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ЕВРОПЫ

В статье рассмотрено влияние диоксида серы на климат. Создано карту географического распределения диоксида серы над территорией Европы.

Ключевые слова: диоксид серы, Европа, климат, распределение, анализ.

I. Dvoretzka, U. Marchuk, M. Savenets

MAIN CHARACTERISTICS OF SULFUR DIOXIDE SEASON CHANGES ON EUROPE TERRITORY

There are considered the climate influence of sulfur dioxide in the article. The map of sulfur dioxide geographic distribution on Europe territory was created.

Key words: sulfur dioxide, Europe, climate, distribution, analysis.

Надійшла до редакції 11 квітня 2013 р.