

The use of remote sensing of atmospheric composition for burning efficiency estimation for Ukrainian territory

Rybachynska V., Savenets M.

Ratios of chemical compounds in the atmosphere are becoming more widely used for assessment of changes in fuel consumption by cities or specific industrial objects, as well as for correction of emission factors, which are crucial for emission inventories. The methodology for using the NO₂/CO ratio for analysis of burning efficiency based on remote sensing data was first implemented for Ukrainian territory. We selected seven case studies for analyses, including three days for Kyiv with a variety of emission sources, two days for Mariupol with prevailing coal-fired industrial facilities, and two days for wildfires as reference cases for comparison. We use NO₂ and CO column number densities derived from the TROPospheric Monitoring Instrument (TROPOMI) onboard the Sentinel-5 Precursor, supported by the boundary layer height and wind parameters from the ERA-5 reanalysis. The overall methodology for NO₂/CO estimation includes data quality analysis using cloudiness and a quality assurance index; meteorological data processing for obtaining the prevailing wind field at the top of the boundary layer; retrieving NO₂ and CO content from emission sources and background values; and the NO₂/CO ratio computation itself. For selected cases, the NO₂/CO ratio equals 2.6 to 6.5 for wildfires, 3.1 to 4.6 for Mariupol, and 10.8 to 31.7 for Kyiv. Because of the available uncertainties, the necessity of estimating the NO₂/CO ratio using longer time series is emphasized. The prospects for using the NO₂/CO ratio are possibilities for the computation of emission factors and detecting the mass of pollutants emitted in Ukrainian cities. The NO₂/CO ratio can be used as an additional parameter for assessing the changes in fuel consumption, considering the war consequences in Ukraine.

Key words: emissions, nitrogen dioxide, carbon monoxide, Sentinel-5P, remote sensing, air pollution.

Надійшла до редколегії 25.03.2023

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.2.6>

УДК 551.574.42

Пясецька С.І.

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського, м. Київ

ВИПАДКИ МАСОВОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ СКЛАДНИХ ОЖЕЛЕДО-ПАМОРОЗЕВИХ ВІДКЛАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ПРОТЯГОМ ОСТАНЬОГО ТРИДЦЯТИРІЧЧЯ 1991-2020 рр.

Стаття присвячена дослідженню випадків масового відкладення складних ожеледо-паморозевих відкладів на території України по окремих десятиріччях протягом періоду 1991-2020 рр., який відображає стан сучасного клімату в регіоні. За випадок масового відкладення складних ожеледо-паморозевих відкладів було прийнято випадок, коли в одну дату такі відклади спостерігались не менше ніж на 10 станціях та не менше ніж у двох областях. Дослідження проводилось по кожному місяцю холодного та окремих місяцях перехідних сезонів, а також десятиріччях досліджуваного періоду окремо.

Метою статті було встановити особливості просторо-часового розповсюдження випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів на території України протягом останнього тридцятирічного періоду.

Встановлено, що випадки масового розповсюдження складних відкладів спостерігаються протягом зимових місяців у січні та грудні. Здебільшого у грудні таких випадків більше ніж у січні. Встановлено збільшення кількості таких випадків протягом останнього десятиріччя (2011-2020 рр.) у двічі порівняно із їх сумарною кількістю за два попередніх десятиріччя.

Доведено, що у випадках масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів вони спостерігаються щонайменше на 10 станціях в одну дату, проте іноді на 11-15 або 16-20 станціях. Територіально складні ожеледо-паморозеві відклади масового характеру розповсюдження спостерігаються на території щонайменше від 5-6 областей до щонайбільше 13-14. Проте найчастіше вони розповсюджуються на території 5-6 областей.

Ключові слова: територія України, складні ожеледо-паморозеві відклади, місяці холодного періоду року, масове просторово-часове розповсюдження складних відкладів.

Вступ. Протягом зимового періоду на території України поширеними є ожеледо-паморозеві відклади. Серед них виділяються відклади ожеледі, налипання мокрого снігу, складні відклади та відклади паморозі (кристалічної та зернистої або поєднання обох з них). Складні відклади утворюються завдяки почерговому відкладенню ожеледі та паморозі (здебільшого зернистої, але за умов зниження температури повітря кристалічної), а також іноді завдяки налипанню мокрого снігу, ожеледі та зернистої (в окремих випадках кристалічної) паморозі. Такі відклади утворюються при частих змінах температурних умов

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2023. № 2 (68)

та змінах у мікроструктурі опадів що випадають. Вони можуть сприяти виникненню несприятливих погодних умов, які в решті решт призводять до виникнення різних аварійних ситуацій у різних галузях виробництва та транспорту. Особливо небезпечними такі відклади можуть виявитись при масовому їх виникненні, навіть таких, які не досягли значення небезпечних (НЯ) та стихійних (СГЯ), коли значна територія опиняється під їх впливом. Найбільш складна ситуація складається тоді, коли вони сягають саме розмірів, які відповідають вищезгаданим критеріям. Зважаючи на те, що територія України у холодний період року досить часто знаходиться під впливом погодних умов, які різко змінюються, особливо протягом останнього часу, дослідження випадків масового розповсюдження окремих видів ожеледо-паморозевих відкладів, зокрема і складних набуває актуальності та потребує детального дослідження. Отримані результати надають можливість більш детально вивчити сучасний стан просторово-часового розповсюдження різних видів ожеледо-паморозевих відкладів на території України у тому числі їх масового характеру на сучасному етапі зміни клімату для формування сучасних стратегій у сучасному розміщенні галузей виробництва, які є найбільш вразливі від прояву таких погодних явищ та розробки рекомендацій щодо вже існуючих виробництв вразі імовірності виникнення аварійних ситуацій для запобігання негативним наслідкам їхнього впливу.

Огляд стану дослідження проблеми. Найбільш важливими дослідженнями для території України стосовно видів ожеледо-паморозевих явищ можна вважати дослідження, які було проведено О.М. Раєвським починаючи з кінця 50-х та протягом 60-х – 70-х років минулого сторіччя [8-12]. Ним було розроблено та обґрунтовано основи просторово-часового розповсюдження різних видів ожеледо-паморозевих відкладень на території України, враховуючи не тільки погодні умови, як основний чинник їх виникнення, але і встановлення залежності у їх просторовому розповсюдженні від особливостей форм рельєфу. Запропонована їм схема була успішно використана для аналогічного районування інших частин колишнього СРСР, результати якого було опубліковано у монографії Е.П. Драневич у 1971 р., стосовно районування північного заходу Європейської частини СРСР за різними видами ожеледо-паморозевими відкладів. Згодом накопичена інформація щодо видів ожеледо-паморозевих відкладів на території України була доповнена новими матеріалами спостережень протягом 70-х – 90-х років стала основою для подальшого розвитку досліджень. Найбільш змістовно та докладно результати досліджень стосовно різних видів ожеледо-паморозевих відкладів, включаючи дослідження їх найбільших значень, яких вони досягали, було викладено у низці монографій, які було видано в Українському гідрометеорологічному інституті УкрГМІ (колишній УкрНДГМІ) за участю та під керівництвом В.М. Бабіченко [1, 2, 6, 7, 13, 14]. Останньою з цих монографій можна назвати монографію «Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.)». Проте, враховуючи вищевикладене треба сказати, що у цих публікаціях не було висвітлене питання щодо випадків масового відкладення різних видів ожеледо-паморозевих відкладів як таких та відносно їх критичних значень (досягнення певних критеріїв безпеки) та їх просторово-часового розповсюдження по території України протягом останнього тридцятирічного періоду 1991-2020 рр.

Тому завданням представленого дослідження є саме встановлення особливостей для окремих видів ожеледо-паморозевих відкладень, зокрема масового характеру розповсюдження складних відкладів. Натепер основними керівними документами, які регламентують проведення метеорологічних спостережень на мережі станцій України є керівні документи «Настанови...» [3 - 5], які було створено протягом 2003-2019 рр.

Представлене дослідження безпосередньо пов'язане з тематичним планом наукових та конструкторських робіт, які виконувались та виконуються з 2012 р. по теперішній час.

Мета, предмет та об'єкт дослідження. Зважаючи на різкі зміни погодних умов на території України протягом останніх десятиріч та виникнення низки несприятливих погодних умов для багатьох ланок господарського комплексу особливо у холодний період року *метою роботи* було встановити та проаналізувати випадки масового розповсюдження складних відкладів на території України протягом окремих десятиріч періоду 1991-2020 рр. який характеризує стан сучасного клімату, в тому числі і частоту виникнення різних метеорологічних явищ на її території. *Предметом* дослідження є випадки масового розповсюдження складних відкладів на території України протягом окремих місяців десятирічних періодів останнього тридцятиріччя, а *об'єктом* їх динаміка розподілу по окремих місяцях.

Матеріали та методи дослідження. Для аналізу було використано матеріали спостережень за ожеледо-паморозевими відкладами протягом періоду 1991-2020 рр., у місяці холодного та перехідних сезонів року, що містяться у Метеорологічних щомісячниках (Вип. 10. (Україна), Ч. II), які знаходяться у Державному галузевому архіві (ГДА) Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського у місті Києві, що підпорядковується ДСНС України.

За випадок масового розповсюдження складних відкладів було прийнято випадок, коли такі відклади спостерігались на території України одночасно (в одну дату). не менше ніж на 10 станціях та не менше ніж у двох областях. Цей метод було обрано для усіх видів ожеледо-паморозевих відкладів для можливості подальшого порівняння їх повторюваності по окремих роках останнього тридцятиріччя та просторово-часового розповсюдження по окремих регіонах України. Для оцінки сучасного територіального та часового розподілу випадків масового розповсюдження складних відкладень основним методом дослідження був емпірико-статистичний метод, який дозволив визначити його основні тенденції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Стаття складається з двох частин, а саме: «Випадки складних ожеледо-паморозевих відкладів масового характеру розповсюдження протягом окремих десятиріч періоду 1991-2020 рр. на території України» та «Повторюваність випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів за кількістю станцій та областей протягом десятиріч періоду 1991-2020 рр.». Надалі буде окремо розглянуто особливості їх територіально-часового розповсюдження по території України з урахуванням окремих територіальних угруповань.

Дослідження складних відкладів масового характеру розповсюдження на території України проводився по окремих десятиріччях досліджуваного періоду протягом 1991-2020 рр. Кожний з періодів ілюструвався відповідними таблицями та рисунками. В дослідженні розглядалися випадки масового розповсюдження складних відкладів (не менше ніж на 10 станціях в одну дату та не менше ніж у 2 областях) у окремі місяці холодного періоду за кількістю станцій та за кількістю областей в яких вони спостерігались, що надало можливість оцінити загальну картину просторово-часового розповсюдження таких випадків.

Випадки складних ожеледо-паморозевих відкладів масового характеру розповсюдження протягом окремих десятиріч періоду 1991-2020 рр. на території України. Загалом для усіх трьох десятиріч періоду 1991-2020 рр. встановлено, що випадки складних відкладів масового характеру розповсюдження спостерігались лише у січні та грудні місяці, тобто тоді, коли умови для їх утворення та розповсюдження були найбільш сприятливі. Як підтверджує практика, у цілому випадки складних відкладів масового характеру розповсюдження менш поширені на території України ніж аналогічні випадки інших ожеледо-паморозевих відкладень.

У першому десятиріччі (1991-2000 рр.) останнього тридцятиріччя випадків таких випадків було 3, а саме: один випадок у січні 1997 р. та по одному випадку у грудні 1992 р. та грудні 2000 р. Тобто у січні тільки в одному році з 10 виявлено такий випадок, а у грудні у двох з 10. Відповідно їх повторюваність серед сімох з досліджуваних місяців холодного та перехідних сезонів року становила відповідно 33,3 та 66,7 %. Зважаючи на внесок окремих років у загальну кількість випадків масового розповсюдження складних відкладів можна сказати, що 1992 р., 1997 р. та 2000 р. мали його однаковим по 33,3 % кожний (табл.1, рис. 1 (а)).

У другому десятиріччі (2001-2010 рр.) було виявлено 2 подібних випадки, які також спостерігались, один у січні 2004 р., а інший у грудні 2010 р. Таким чином, їх повторюваність по роках становила по 50,0 % кожний. Результати дослідження відображено у табл. 2 та на рис. 1 (б).

В останньому, третьому десятиріччі, порівняно із двома попередніми десятиріччями кількість випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів дещо збільшилась і становила шість випадків. Так, у січні їх спостерігалось 2, по одному у 2011 р. та 2017 р., а також у грудні по одному випадку у 2012 р. та 2014 р., та два у 2016 р. Тобто по окремих роках десятиріччя внесок у загальну кількість таких випадків 2016 р. становив 33,3 %, а внесок 2011р., 2012 р., 2014 р. та 2017 р. відповідно 16,7 % кожний. Для місяців повторюваність відповідно становила 33,3 % для січня та 66,7 % для грудня (табл.3, рис. 1(в)).

Таблиця 1. Кількість випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів по окремих місяцях холодного періоду року протягом 1991-2000 рр.

Міся-ці	Роки										Усьо-го	Повторю-ваність (%)
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000		
I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	33,3
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
XII	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	66,7
Усього	0			0	0	0	1	0	0	1	3	100,0
%	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	33,3	100,0	

Таблиця 2. Кількість випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів по окремих місяцях холодного періоду року протягом 2001-2010 рр.

Міся-ці	Роки										Усьо-го	Повторю-ваність (%)
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
I	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	50,0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	50,0
Усього	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	100,0
%	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,0	

Таблиця 3. Кількість випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів по окремих місяцях холодного періоду року протягом 2011-2020 рр.

Міся-ці	Роки										Усьо-го	Повторю-ваність (%)
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
I	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	33,3
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
XII	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	4	66,7
Усього	1	1	0	1	0	2	1	0	0	0	6	100,0
%	16,7	16,7	0,0	16,7	0,0	33,3	16,7	0,0	0,0	0,0	100,0	

Таким чином можна сказати, що по окремих місяцях холодного періоду року здебільшого випадки масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів спостерігаються у грудні, проте імовірні і у січні. Серед трьох десятиріч останнього тридцятиріччя 1991-2020 рр. за кількістю таких випадків виділяється період 2011-2020 рр. Кількість таких випадків протягом цього періоду перевищує їх сумарну кількість за перші два десятиріччя. Тобто можна зробити припущення, що завдяки частим та різким змінам погодних умов (різкі температурні коливання протягом доби, випадання переохолоджених опадів), які відбуваються останнім часом, імовірність виникнення складних ожеледо-паморозевих відкладів масового характеру розповсюдження на території України зростає. В разі, якщо теперішній стан погодних умов не зазнає змін, з певною імовірністю можна буде сказати, що кількість випадків ожеледі, випадків налипання мокрого снігу та складних ожеледо-паморозевих відкладів буде зростати. Це певним чином позначиться на кількості випадків їх масового розповсюдження.

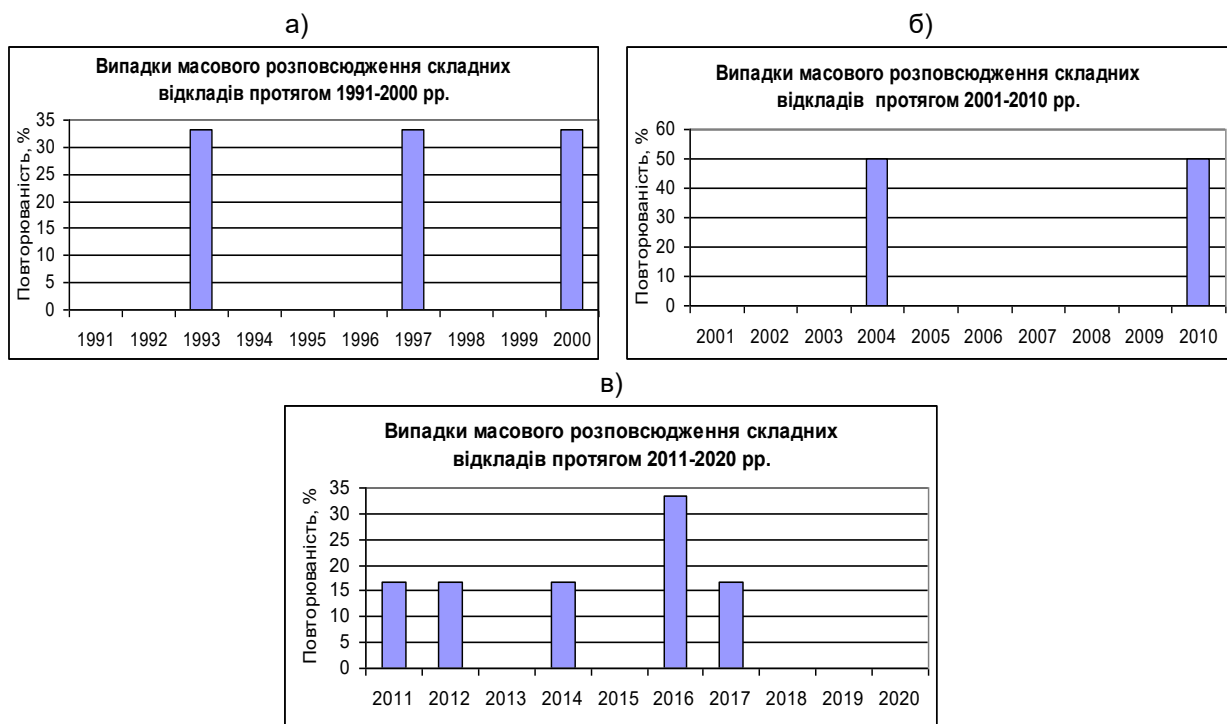


Рис 1. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів на території України протягом окремих десятиріч періоду 1991-2020 рр.: а) 1991-2000 рр.; б) 2001-2010 рр.; в) 2011-2020 рр.

Повторюваність випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів за кількістю станцій та областей протягом десятиріч періоду 1991-2020 рр. Для дослідження кількості станцій, на яких протягом однієї дати спостерігався масовий характер складних ожеледо-паморозевих відкладів було обрано 8 градацій їх кількості, а саме – 10; 11-15; 16-20; 21-25; 26-30; 31-35; 36-40 та ≥ 41 . У цілому встановлено, що для усіх трьох десятирічних періодів максимальна кількість станцій, які в одну дату спостерігали складні ожеледо-паморозеві відклади не перевищувала градацію 16-20 станцій. Результати дослідження для кожного окремого десятиріччя представлено відповідно у таблицях 4-6.

З'ясовано, що по окремих десятиріччях повторюваність вищезгаданих градацій мала свої риси. Так, загалом протягом 1991-2000 рр. складні відклади під час їх масового розповсюдження в одну дату спостерігались на від 10 до 16-20 станцій. На ці три градації припало по 33,3 %. Однак, треба наголосити, що у січні випадок масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів спостерігався на 11-15 станціях, а у грудні два випадки у рівній повторюваності (відповідно по 50,0 % кожний) припали на градації 10 та 16-20 станцій (табл. 4).

Таблиця 4. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів за кількістю станцій протягом 1991-2000 рр.

Місяць	Градації кількості станцій								Усього
	10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	≥ 41	
I	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XII	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Усього	1	1	1	0	0	0	0	0	2
%	33,1	33,3	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

У другому десятиріччі (2001-2010 рр.) в обох випадках масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів як у січні так і у грудні припали на градацію 16-20 станцій (табл.5).

Протягом останнього третього десятиріччя (2011-2020 рр.) на відміну від двох попередніх десятиріч кількість станцій під час масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів в одну дату припала на градації 10 та 11-15 станцій. Причому треба зазначити, що повторюваність градації 11-15 станцій становила 83,3 %, тоді як перша градація (10 станцій) лише 16,7 %.

Таблиця 5. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження ожеледо-паморозевих складних відкладів за кількістю станцій протягом 2001-2010 рр.

Місяць	Градації кількості станцій								Усього
	10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	≥41	
I	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XII	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
Усього	0	0	2	0	0	0	0	0	2
%	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Таблиця 6. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження ожеледо-паморозевих складних відкладів за кількістю станцій протягом 2011-2020 рр.

Місяць	Градації кількості станцій								Усього
	10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	≥41	
I	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XII	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4
Усього	1	5	0	0	0	0	0	0	6
%	16,7	83,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0

Для встановлення особливостей просторового розповсюдження випадків масового прояву складних ожеледо-паморозевих відкладів окремо було проведено дослідження на якій кількості областей в одну дату імовірно виникнення подібних випадків. Для цього було створено низку відповідних градацій (8) кількості областей, щонайменше від 2 областей і далі по градаціям: 3-4; 5-6; 7-8; 9-10; 11-12; 13-14 та ≥15 областей. Результати дослідження наведено у таблицях 7-9.

Таблиця 7. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів за кількістю областей протягом 1991-2000 рр.

Місяць	Градації кількості областей								Усього
	2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	≥15	
I	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XII	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	2
Усього	0	0	2	0	0	1	0	0	3
%	0,0	0,0	66,7	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	100,0

Таблиця 8. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів за кількістю областей протягом 2001-2010 рр.

Місяць	Градації кількості областей								Усього
	2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	≥15	
I	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	1
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
XI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
XII	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	1
Усього	0	0	0	0	0	1	0	1	2
%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0	100,0

Таблиця 9. Повторюваність (%) кількості випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів за кількістю областей протягом 2011-2020 рр.

Місяць	Градації кількості областей								Усього
	2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	≥15	
I	0,0	0,0	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2
II	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
III	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
IV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
X	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
XI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,	0,	0,0	0,0	0
XII	0,0	0,0	25,0	25,0	50,0	0,0	0,0	0,0	4
Усього	0	0	1	1	2	0	0	0	6
%	0,0	0,0	33,3	33,3	33,3	0,0	0,0	0,0	100,0

Встановлено, що у десятиріччі 1991-2000 рр. здебільшого такі випадки спостерігались на території 5-6 областей (66,7 %) та у 33,3 % на більшій території – 11-12 областей (табл. 7). У наступному десятиріччі масове розповсюдження випадків складних відкладів поширювалось на більшу територію, а саме охоплювало 11-12 областей та 13-14 областей (табл. 8). Протягом останнього десятиріччя 2011-2020 рр. Масове розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів поширювалось на градації від 5-6 областей до 9-10 областей (по 33,3 % кожна градація) (табл. 9).

Таким чином можна зробити висновок, що випадки масового розповсюдження складних відкладів можуть спостерігатись на території від щонайменше 5-6 областей до 13-14 областей щонайбільше.

Висновки. Зважаючи на вищевикладене щодо випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів на території України протягом окремих десятиріч останнього тридцятиріччя 1991-2020 рр. можна зробити ряд висновків. а саме –

1. Випадки масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів протягом 1991-2020 рр. спостерігались у січні та грудні, причому у грудні вони спостерігались частіше, особливо протягом останнього десятиріччя 2011-2020 рр. Загальна кількість таких випадків у 2011-2020 рр. дещо перевищує їх загальну кількість протягом обох десятиріч 1991-2000 рр. та 2001-2010 рр.

2. Серед трьох досліджуваних десятиріч за кількістю випадків масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів виділяється період 2011-2020 рр. Саме протягом нього спостерігалось найбільша кількість таких випадків.

3. За кількістю станцій, які в одну дату спостерігали масовий характер розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів виділяються градації кількості станцій 10; 11-15 та 16-20. На більшій кількості станцій складні відклади масового характеру розповсюдження протягом досліджуваних десятиріч масово не спостерігались.

4. Протягом досліджуваних десятиріч періоду 1991-2020 рр. під час масового розповсюдження складних ожеледо-паморозевих відкладів вони спостерігались щонайменше на території 5-6 областей, а щонайбільше на території 13-14. Проте, зважаючи на результати дослідження по окремим десятиріччям, більша повторюваність у цілому припадає на градацію 5-6 областей.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому, доцільним буде продовжити дослідження саме просторово-часового розповсюдження складних відкладів масового характеру прояву по території України протягом останнього тридцятиріччя (1991-2020 рр.) по місяцях холодного та перехідних сезонів року для з'ясування територіальних особливостей їх просторового розповсюдження та виділення регіонів їх місцезнаходження. Також доцільним буде провести аналогічне дослідження для випадків масового характеру розповсюдження складних ожеледо-паморозових відкладів категорії НЯ (небезпечні) та СГЯ (стихійні).

Список літератури

1. Климат Украины / Под ред. Г.Ф. Прихотко, А.В. Ткаченко, В.Н. Бабиченко. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 413 с.
2. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во. Раєвського, 2003. 343 с.
3. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Керівний документ. Вип. 3, Ч.1 (метеорологічні спостереження на станціях). Державна гідрометеорологічна служба. К., 2011. 279 с.
4. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні (НЯ) і стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ) погоди. Український Гідрометцентр. К., 2003. 30 с.
5. Настанова з метеорологічного прогнозування. Нормативний Документ. УкрГМЦ. Київ. 2019. 35 с.
6. Опасные явления погоды на Украине / Под ред. К.Т. Логвинова. Труды УкрНИГМИ. 1972. Вып. 110. 235 с
7. Природа Украинской ССР. Климат / Под ред. К.Т. Логвинова, М.И. Щербаня. К.: Наукова думка, 1984. 231 с.
8. Прохоренко М.М., Раевский А.Н. Особенности распределения гололедно-изморозевых отложений на территории Украины в аномальные зимы. Метеорология, климатология и гидрология. 1975. Вып. 11. С. 33-37.
9. Раевский А.Н. Влияние рельефа на распределение гололедно-изморозевых отложений. Труды ОГМИ. 1961. Вып. XXIII. С. 3-10.
10. Раевский А.Н. О распределении гололеда на территории Украины. Труды УкрНИГМИ. 1961. С. 50-62.
11. Раевский А.Н. Влияние особенностей рельефа на распределение гололедных отложений. Труды ГГО. 1961. Вып. 122. С. 75-80.
12. Раевский А.Н. К вопросу о влиянии характера рельефа и лесистости на распределение гололедно-изморозевых отложений. Труды УкрНИГМИ. 1967. Вып. 65. С. 113-117.
13. Стихийные метеорологические явления на Украине и Молдавии / Под ред. В.Н. Бабиченко. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с.
14. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В.М.Ліпінського, В.І.Осадчого, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Ніка-Центр, 2006. 311 с.

References

1. Klymat Ukrayny [Climate of Ukraine] / Pod red. H.F. Prykhotko, A.V. Tkachenko, V.N. Babychenko. L.: Hydrometeoyzdat, 1967. 413 s.
2. Klimat Ukrayiny [Climate of Ukraine] / Za red. V.M. Lipins'koho, V.A. Dyachuka, V.M. Babichenko. K.: Vyd-vo. Rayevskoho, 2003. 343 s.
3. Nastanova hidrometeorolohichnym stantsiyam i postam. Kerivnyy dokument. - Vyp. 3, CH.1 (meteorolohichni sposterezhennya na stantsiyakh). [Instructions to hydrometeorological stations and posts. Governing document. Vol. 3, Part 1 (meteorological observations at stations). State hydrometeorological service] Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba. K.: 2011. 279 s.
4. Nastanova po sluzhbi prohnziv ta poperedzhen pro nebezpechni i stykhiyni hidrometeorolohichni yavlyshcha pohody. [Instruction on the service of forecasts and warnings about dangerous (DP) and spontaneous (SHP) hydrometeorological phenomena of the weather. Ukrainian Hydrometeorological Center] Ukrayinskyy Hidromettsentr. K.: 2003. 30 s.
5. Nastanova z meteorolohichnoho prohnzuvannya. [Guidance on meteorological forecasting. Normative Document. UkrHMC] Normatyvnyy Dokument. UkrHMTS. Kyiv. 2019. 35 s.
6. Opasnye yavlenyya pohody na Ukrayne [Dangerous weather phenomena in Ukraine] / Pod red. K.T. Lohvynova. Trudy UkrNYHMY. 1972. Vyp. 110. 235 s.
7. Pryroda Ukraynskoj SSR. Klymat [Nature of the Ukrainian SSR. Climate] / Pod red. K.T. Lohvynova, M.Y. Shcherbanya. K.: Naukova dumka, 1984. 231 s.
8. Prokhorenko M.M., Raevskyy A.N. Osobennosti raspredelenyya hololedno-ymorozevykh otlozhenyy na terrytoryy Ukrayny v anomalnye zymy. [Peculiarities of the distribution of glaciated and permafrost deposits on the territory of Ukraine in abnormal winters]. Meteorolohyya, klymatolohyya y hydrolohyya. 1975. Vyp. 11. S. 33-37.
9. Raevskyy A.N. Vlyyanye relefa na raspredelenye hololedno-ymorozevykh otlozhenyy [The

influence of the relief on the distribution of glaciated and permafrost deposits.] Trudy OHMY. 1961. Vyp. XXIII. S. 3-10.

10. Raevskyy A.N. O raspredeleny holoda na terytoryy Ukrainy [On the distribution of ice on the territory of Ukraine]. Trudy UkrNYHMY. 1961. S. 50-62.

11. Raevskyy A.N. Vlyyanye osobennostey rel'efa na raspredelenye holodnykh otlozheny [The influence of features of the relief on the distribution of glacial deposits] Trudy HHO. 1961. Vyp. 122. S. 75-80.

12. Raevskyy A.N. K voprosu o vlyyany kharaktera rel'efa y lesystosty na raspredelenye holodno-zmorozevykh otlozheny [On the question of the influence of the nature of the relief and forest cover on the distribution of glacial-permafrost deposits.] Trudy UkrNYHMY. 1967. Vyp. 65. S. 113-117.

13. Stykhyynye meteorolohycheskye yavlenyya na Ukraine y Moldavy [Natural meteorological phenomena in Ukraine and Moldova] / Pod red. V.N. Babychenko. L.: Hydrometeoyzdat, 1991. 223 s.

14. Stykhiyni meteorolohichni yavyshcha na terytoriyi Ukrainy za ostannye dvadtsyatyrychchya (1986-2005 rr.) [Natural meteorological phenomena on the territory of Ukraine for the last twenty years (1986-2005)] / Za red. V.M.Lipinskoho, V.I.Osadchoho, V.M. Babichenko. K.: Vyd-vo Nika-Tsent, 2006. 311 s.

Cases of mass distribution of complex of complex ice-frost deposits in the territory of Ukraine during the last thirty years, 1991-2020

Pyasetska S.I.

The article is devoted to the study of cases of mass deposition of complex ice-frost deposits on the territory of Ukraine in separate decades during the period 1991-2020, which reflects the state of the modern climate in the region. The case of mass deposition of complex ice-frost deposits was considered to be the case when such deposits were observed at no less than 10 stations and in no less than two regions on one date. The study was conducted for each cold month and individual months of transitional seasons, as well as decades of the studied period separately.

The purpose of the article was to establish the features of the spatio-temporal distribution of cases of mass distribution of complex ice-frost deposits on the territory of Ukraine during the last thirty-year period.

It was found that:

During 1991-2020, cases of mass spreading of complex ice-frost deposits were observed in January and December, and in December they were observed more often, especially during the last decade of 2011-2020. The total number of such cases in 2011-2020 is slightly higher their total number during both decades 1991-2000 and 2001-2010.

Among the three investigated decades, the period 2011-2020 stands out in terms of the number of cases of mass spreading of complex ice-frost deposits. It was during this period that the largest number of such cases was observed.

According to the number of stations, which on one date observed the mass nature of the spread of complex ice-frost deposits, there are gradations of the number of stations 10; 11-15 and 16-20. At a greater number of stations, complex sediments of a massive nature of distribution were not massively observed during the studied decades.

Key words: territory of Ukraine, complex ice-frost deposits, months of the cold period of the year, massive spatio-temporal distribution of complex sediments.

Надійшла до редколегії 20.04.2023

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.2.7>

УДК 551.580

Рибченко Л.С., Савчук С.В.

Український гідрометерологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

СКЛАДОВІ РАДІАЦІЙНОГО РЕЖИМУ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ПРИ ПОСУХАХ ЗА 1991-2020 РР. В УКРАЇНІ

Наведено зміни складових радіаційного режиму сонячної радіації в періоди інтенсивних посух і їх порівняння відносно середніх значень за 1991-2020 рр. в Україні. В окремі місяці вегетаційного періоду в умовах посух спостерігались істотні відхилення окремих складових сонячної радіації порівняно з останнім тридцятиріччям по всій території. Зазвичай в посушливі періоди відбувалось збільшення тривалості сонячного сьйва та прямої сонячної радіації, що супроводжувалось зниженням розсіяної, проте не завжди призводило до збільшення надходження сумарної радіації. Зростання окремих складових радіаційного режиму призводило до збільшення повного радіаційного балансу й альbedo підстильної поверхні. Виконані дослідження є важливою складовою моніторингу аномалій кліматичних умов, що необхідні для вирішення прикладних завдань адаптації сільськогосподарського виробництва в умовах постійних і тривалих посух на значній території.

Ключові слова: радіаційний режим сонячної радіації; інтенсивна посуха.

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2023. № 2 (68)