



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	MODE AND CONDITIONS OF FORMATION OF THUNDERSTORMS IN ODESA REGION
AUTHOR(S)	Семергей-Чумаченко А.Б., Жук Д.О., Візніук Р.О.
ARTICLE INFO	Семергей-Чумаченко А.Б., Жук Д.О., Візніук Р.О. (2023) Mode and Conditions of Formation of Thunderstorms in Odesa Region. <i>World Science</i> . 4(82). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30122023/8080
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122023/8080
RECEIVED	25 October 2023
ACCEPTED	02 December 2023
PUBLISHED	05 December 2023
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2023. This publication is an open access article.

MODE AND CONDITIONS OF FORMATION OF THUNDERSTORMS IN ODESA REGION

Семергей-Чумаченко А.Б.

к.геогр.н., доц.

Одеський державний екологічний університет

Україна, Одеса

ORCID ID: 0000-0001-8718-4073

Жук Д.О.

аспірант

Одеський державний екологічний університет

Україна, Одеса

Візнюк Р.О.

студент

Одеський державний екологічний університет

Україна, Одеса

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122023/8080

ARTICLE INFO

Received: 25 October 2023

Accepted: 02 December 2023

Published: 05 December 2023

KEYWORDS

Thunderstorm, Frequency, Odessa Region, Instability, Convection Indices.

ABSTRACT

Active thunderstorm activity is dangerous for various sectors of the economy, and especially for aviation flights. The study determined the modern spatio-temporal distribution of thunderstorm activity at meteorological stations of the Odesa region for 2005–2022, as well as the circulation and thermodynamic conditions of thunderstorm formation. Revealed that thunderstorm activity in 2005–2022 at the stations of Odesa region was less active compared to 1961–1990, but the geographic distribution of the intensity of thunderstorm formation did not change. Almost all thunderstorms formed from April to October. The maximum annual variation over the entire region occurred in June, the minimum in January. May and June 2013 and June 2021 were marked by the most active thunderstorm formation. Exposed that in 2018–2022 intra-mass thunderstorms and thunderstorms on the main cold fronts formed more often over Odesa. Most often, before the storm in the Whiting and Total Totals indices reached critical criteria.

Citation: Семергей-Чумаченко А.Б., Жук Д.О., Візнюк Р.О. (2023) Mode and Conditions of Formation of Thunderstorms in Odesa Region. *World Science*. 4(82). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30122023/8080

Copyright: © 2023 Семергей-Чумаченко А.Б., Жук Д.О., Візнюк Р.О. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ.

Активна грозова діяльність може бути небезпечною для різних галузей економіки, а саме для аграрного сектору через завдання значних збитків сільськогосподарським культурам, для енергетичної галузі пошкодження лінії електропередачі та підстанцій, а також неполадки в роботі енергетичних систем. Атмосферна турбулентність під час грози, сильні низхідні потоки, значний зсув вітру та погана видимість в опадах можуть призводити до затримок та скасування рейсів, а під час грози над аеродромом до закриття цього аеродрому.

Гроза - це складне атмосферне явище, що характеризується інтенсивним хмароутворенням і багаторазовими електричними розрядами у вигляді блискавок.

Мета дослідження - характеристика сучасного просторово-часового розподілу грозової діяльності на станціях Одеської області за 2005–2022 рр., а також циркуляційних та термодинамічних умов утворення гроз.

Матеріали та методи.

Основними джерелами інформації є стандартні спостереження на метеорологічних станціях Одеської області (Балта, Любашівка, Затишшя, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл)) з 2005 по 2022 рр. [8], синоптичні карти [10] з 2018 по 2022 рр. та дані моделі GFS [9] за 2021 р.

Об'єкт дослідження – гроза на метеорологічних станціях Одеської області.

Предмет дослідження – характеристики стану атмосфери при виникненні грози над Одеською областю.

Методи дослідження – просторово-часове узагальнення даних, синоптичний аналіз.

Результати досліджень.

У помірних широтах грозова діяльність в основному спостерігається у теплий період року і виникає у купчасто-дощових хмарах завдяки розвитку атмосферної конвекції. Зимові грози (їх повторюваність становить соті частки відсотків) також пов'язані із зонами "затопленої" конвекції на загальному фоні шаруватоподібних хмар.

Просторовий розподіл числа днів із грозою за рік зумовлюється характером загальної циркуляції атмосфери та рельєфом місцевості. Так, у середньому за рік над рівнинними районами України спостерігається до 27-30 днів з грозою (**рис. 1**) у попередній кліматичний період 1961-1990 рр. На узбережжях Чорного та Азовського морів число днів з грозою було значно менше (15-22) через вплив бризової циркуляції, добова періодичність якої гасила розвиток конвекції. Меншим числом днів із грозою виділявся також Крим: на узбережжі — 15-20 днів, у степових районах і Кримських горах — 22-25 днів, що зумовлено впливом моря.

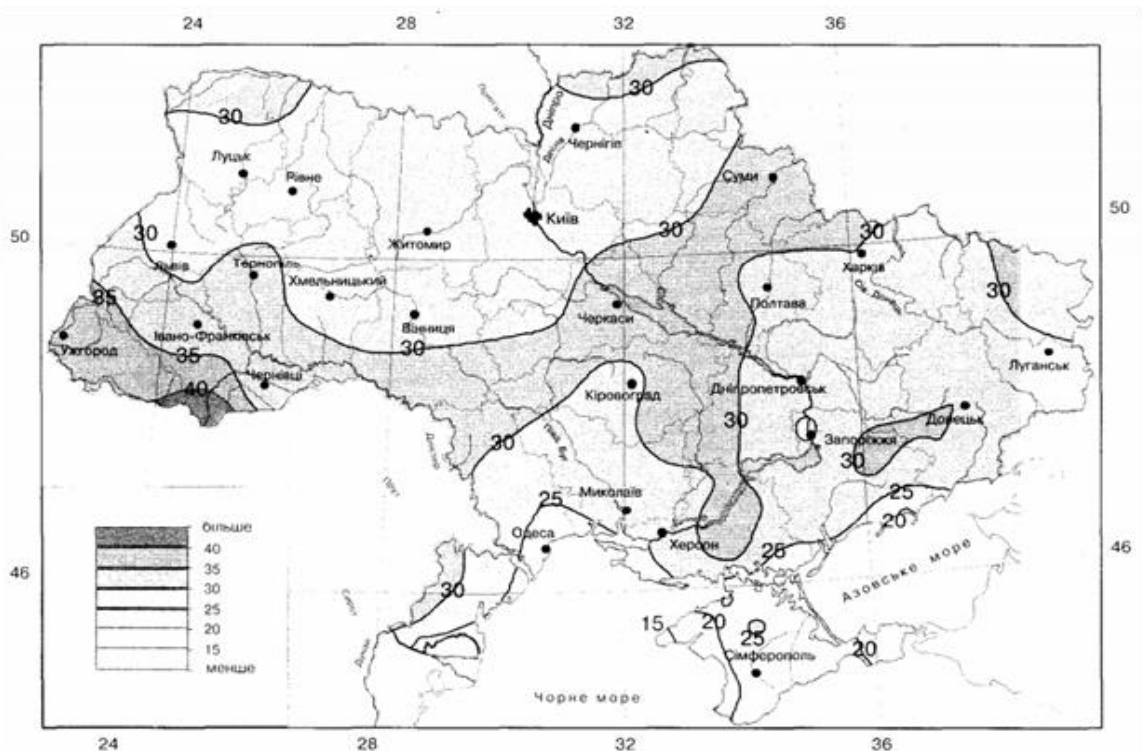


Рис. 1. Кількість днів з грозою на рік над Україною у 1961-1990 рр. [4]

Згідно [2] будь-яка гроза формує жовтий рівень небезпеки, тобто це небезпечне метеорологічне явище I рівня небезпечності (НМЯ I). Отже за характером впливу на життєдіяльність суспільства гроза є явищем погоди, яке створює певні незручності для населення та функціонування господарського комплексу країни.

Для характеристики сучасного режиму грозової діяльності над Одеською областю обраний період з 2005 по 2022 рр. а у якості вихідної інформації залучені дані метеорологічних

спостережень [8] над 12 станціями Одеської області: з півночі на південь – Балта, Любашівка, Затишшя, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл) (рис. 2).

Виявлено, що за період дослідження над територією Одеської області спостерігалось 3826 випадків грози (табл. 1), а саме від 197 до 479 гроз, а в середньому 319 днів з грозою. Частіше за все грози виникали в Сербці на південному сході області (479 днів), а також Любашівці, Ізмаїлі та Болграді – 394, 378 та 372 випадки відповідно. Мінімальна грозова активність відмічалася у Вилкове (197 днів), а також у Чорноморському та Білгород-Дністровському – 221 та 219 гроз за 17 років.

Традиційним показником грозової активності є кількість днів з грозою на рік [1-7], тому на рис. 3 представлена лінійчата діаграма для порівняння інтенсивності сучасної грозової діяльності з попереднім кліматичним періодом (1961-1900 рр.).

Період з 2005 по 2022 рр. характеризувався значним зменшенням середньої кількості гроз на рік над всіма пунктами дослідження у порівнянні з 1961-1990 рр. [3]. Менш за все грозова активність знизилася над узбережжям Чорного моря, а саме на ст. Одеса-ГМО – на 4,6 дні з грозою, з 24,3 до 19,7. Також відносно незначно (від 6 до 8 днів) зменшилася кількість днів з грозою на південним заходом (Ізмаїл), південним (Сербка) та північним (Любашівка) сходом області. Значніше знизилася середня річна активність грозової діяльності на станціях Затишшя та Болград (на 8,4 та 9,8 днів, відповідно). Ще сильніше (більш ніж на 12 днів) зменшення кількості гроз відбулося у Роздільній, Білгород-Дністровському, Сараті та Болграді.

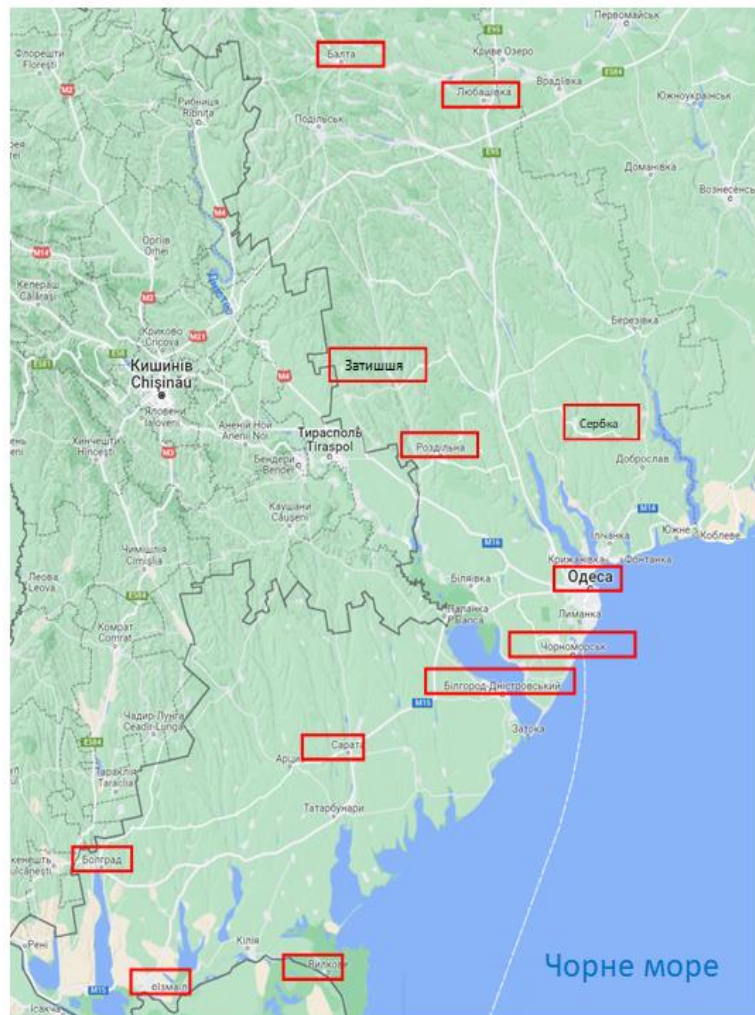


Рис. 2. Географічне розташування пунктів дослідження в Одеській області: Балта, Любашівка, Затишшя, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл).

Таблиця 1. Кількість днів з грозою над Одеською областю за періоди 2005-2022 та 1961-1990 рр. [3]

Роки	Балта	Любашівка	Загишя	Сербка	Роздільна	Одеса	Чорноморськ	Білгород-Дністровський	Сарага	Болград	Вілково	Ізмаїл
2005	12	17	12	13	13	25	9	13	10	17	9	19
2006	11	19	13	11	10	24	7	9	11	14	8	20
2007	14	18	12	12	9	20	6	9	10	15	9	14
2008	10	17	14	23	14	17	11	14	17	19	18	23
2009	16	19	10	22	9	12	7	4	10	16	7	18
2010	36	36	22	29	18	16	16	17	15	30	17	28
2011	23	20	21	30	23	15	17	16	16	25	7	16
2012	28	26	31	42	28	25	24	15	24	31	10	29
2013	24	23	23	34	24	19	13	16	25	24	21	29
2014	23	26	24	36	19	23	19	17	21	29	21	25
2015	8	21	5	19	6	11	2	2	4	5	2	11
2016	0	28	12	23	6	21	1	0	1	15	0	22
2017	0	16	21	24	5	22	4	1	1	20	0	17
2018	25	21	19	29	24	18	13	17	23	29	21	24
2019	25	26	26	27	32	16	18	16	17	29	11	24
2020	16	20	30	27	21	17	18	16	12	25	10	27
2021	23	26	40	41	33	27	18	19	19	18	16	15
2022	12	15	15	37	13	27	18	18	12	11	10	17
2005-2022	17,0	21,9	19,4	26,6	17,1	19,7	12,3	12,2	13,8	20,7	10,9	21,0
1961-1990	-	28,4	27,8	33,4	29,5	24,3	-	24,2	26,5	34,0	20,7	28,3

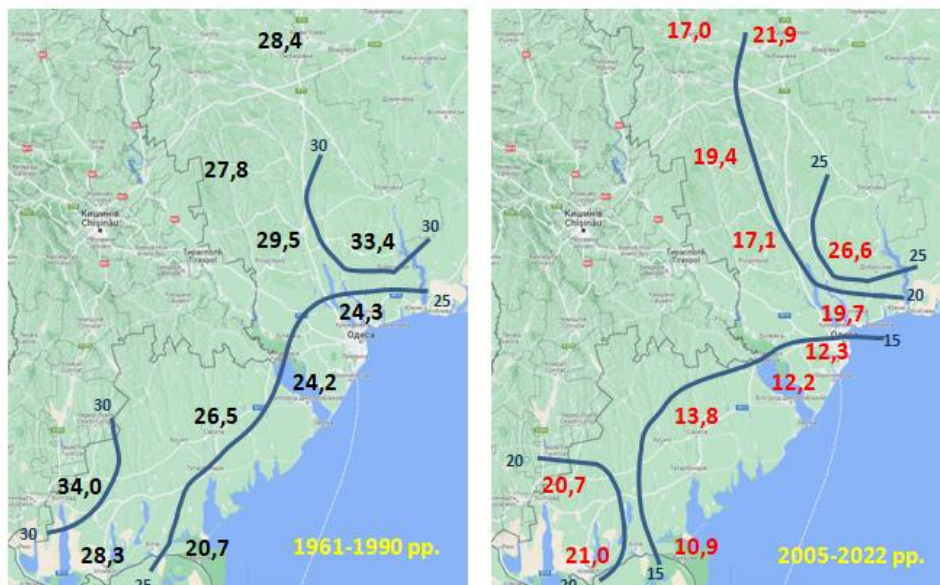
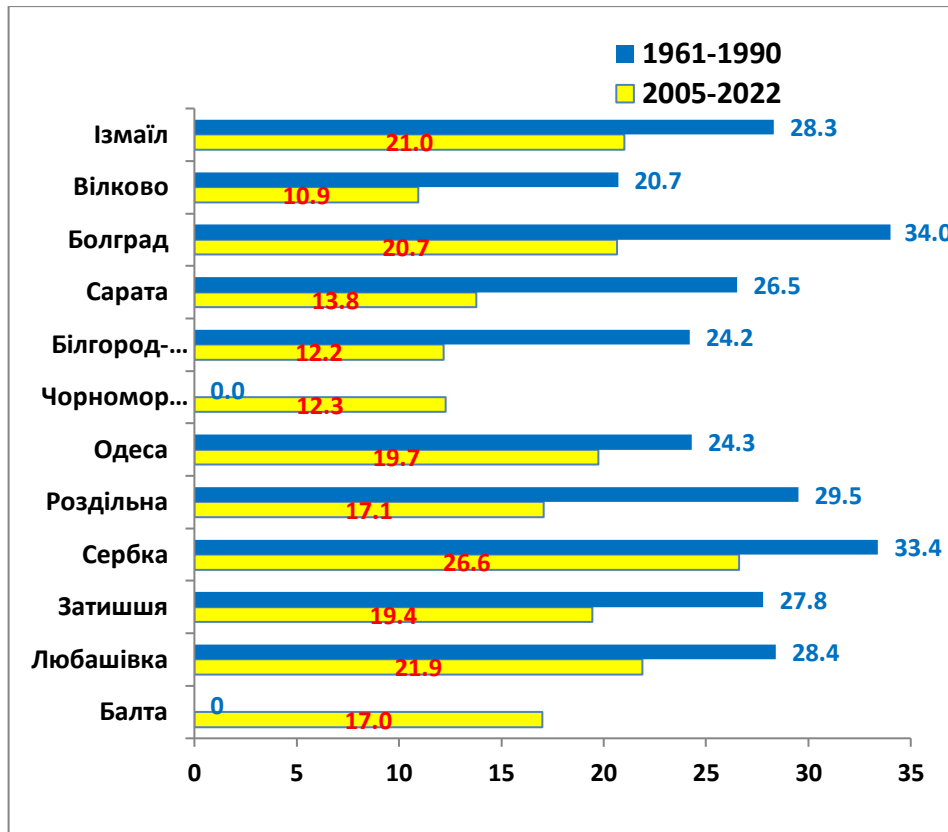


Рис. 3. Середня кількість днів з грозою над Одещиною у 1961-1990 [3] та 2005-2022 рр.

Максимальне зниження грозової активності у порівнянні з 1961-1990 рр. відбулося над Болградом – кількість днів з грозою зменшилася на 13,3 – від 34,0 до 20,7 днів.

Як видно з рис. 3, географічний розподіл середньої кількості днів на рік неоднорідний в обидва періоди, а саме найменша кількість днів з грозою відмічалася вдовж узбережжя Чорного моря на південь від Одеси, де у період 2005-2022 рр. цей параметр не перевищував 13 днів, тобто зниження відбулося приблизно на 10 днів.

Найчастіше в області грози виникали над Сербкою (26,6 днів на рік), а також Любашівкою, Ізмаїлом та Болградом – 21,9; 21,0 та 20,7 гроз на рік.

Порівнюючи характер географічного розподілу днів з грозою над регіоном обох періодів (рис. 4), можна виявити збереження зони зниженої грозової активності над узбережжям півдня Одеської області та незначні зміни конфігурації зон максимумів в районі Болграда та Сербки.

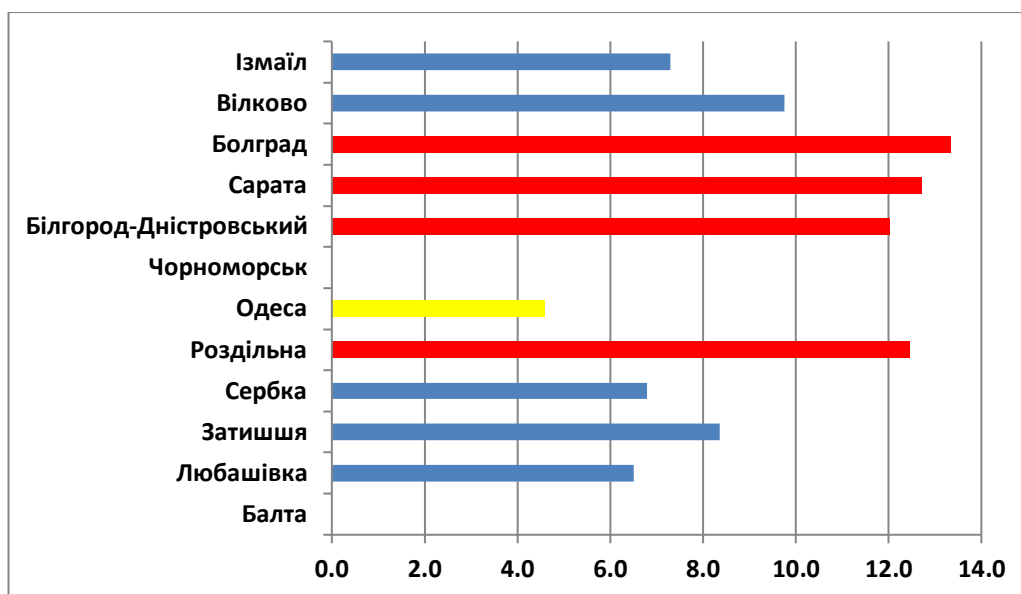


Рис. 4. Різниця між середньої кількості днів з грозою над Одещиною за періоди 1961-1990 [3] та 2005-2022 рр.

Щодо річного ходу грозоутворення над регіоном, то 99,1 % гроз над регіоном спостерігалось у тепле півріччя – з квітня по жовтень (табл. 2). Менш за все грози спостерігалися у січні – лише один раз у Вілкове в 2014 р., тричі у лютому – по одному разу над Любашівкою, Затишшям та Роздільною.

Таблиця 2 – Річний хід (%) кількості днів з грозою в Одеській області у 2005-2022 рр.

Пункти	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балта	0,0	0,0	0,0	3,3	23,2	32,7	23,2	12,4	4,2	1,0	0,0	0,0
Любашівка	0,0	0,3	0,5	3,6	19,3	32,5	23,6	13,2	5,8	0,8	0,3	0,3
Затишшя	0,0	0,3	0,6	2,9	20,9	32,0	22,3	14,3	5,7	0,9	0,0	0,3
Сербка	0,0	0,0	0,4	2,3	17,7	31,3	30,9	11,7	4,6	0,6	0,0	0,4
Роздільна	0,0	0,3	0,0	2,0	19,5	31,3	25,7	15,0	5,5	0,3	0,3	0,0
Одеса	0,0	0,0	0,9	1,8	13,1	29,4	26,7	16,7	8,6	2,7	0,0	0,0
Чорноморськ	0,0	0,0	0,6	2,3	13,0	28,7	25,6	20,3	6,2	2,3	0,8	0,3
Білгород-Дністровський	0,0	0,0	0,0	2,3	21,0	33,3	22,8	15,1	4,6	0,9	0,0	0,0
Сарата	0,0	0,0	0,0	3,2	15,7	33,5	29,8	12,9	4,0	0,8	0,0	0,0
Болград	0,0	0,0	0,3	5,1	17,5	32,5	23,9	14,2	4,0	1,3	0,8	0,3
Вілково	0,5	0,0	1,0	3,0	13,2	34,5	29,9	11,7	5,6	0,0	0,5	0,0
Ізмаїл	0,0	0,0	0,3	5,0	16,7	31,5	27,8	14,3	3,2	0,8	0,3	0,3

Над всіма станціями регіону його максимум припадає на червень, але в Сербці частка липня майже співпадає в червнем – різниця становить 0,4 %. Також незначна різниця спостерігалася між червнем та липнем спостерігалася в Одесі та Чорноморську (2,7 та 3,1 день.). Травневі грози частіше (табл. 2) лунають (5,0 днів на рік) у Сербці та на півночі Одещини (від 6,2 до 7,1 днів), а серпневі – над Одесою (5,0 днів).

Якщо проаналізувати особливості річного ходу кількості днів з грозою над Одеською областю, то на півдні області частіше ніж на півночі виникали у липні, а на півночі – у травні. Жодного випадку грози за межами теплого періоду не було над Білгород-Дністровським, Саратою та Балтою.

Для більш наочного представлення міжрічної мінливості кількості гроз створені карти кількості днів з грозою по роках та місяцях для кожного пункту дослідження (рис. 5).

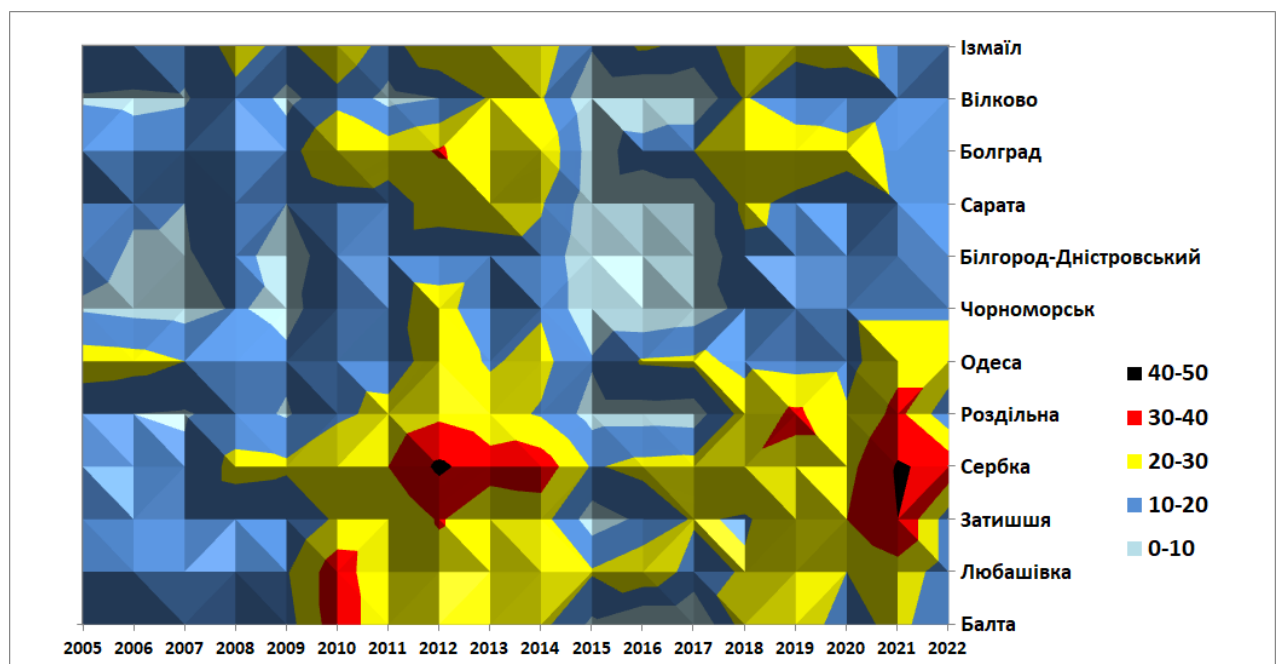


Рис. 5. Міжрічна мінливість кількості днів з грозою на станціях Одеської області у 2005-2022 рр.

На рис. 5 можна виявити відносний максимум повторюваності гроз у 2011-2014 рр. та у 2021 р. над Сербкою та Затишшям. Над деякими станціями у різних частинах регіону (Балта, Затишшя, Білгород-Дністровський, Болград, Вілково) у 2016 р. взагалі не фіксувалося жодної грози, над Чорноморськом та Саратою – по одному випадку у травні. Але над Любашівкою саме у 2016 р. спостерігалася максимальна кількість гроз на рік – 28 випадків.

За весь період дослідження лише в Любашівці та Одесі не виявилось жодного місяця теплого півріччя без виникнення гроз, що підтверджує локальність розповсюдження цього явища.

Отже, над Одеською областю грозова діяльність у 2005-2022 рр. була менш активною у порівнянні з 1961-1990 рр., але географічний розподіл інтенсивності грозоутворення не зазнав помітних змін, за виключенням Болграду, де зниження кількості днів з грозою була найбільшою.

Практично всі грози утворювалися з квітня по вересень (98 %), у холодному періоді грози частіше виникали у жовтні (1 %), можливо завдяки збереженню циркуляційних процесів у першій половині жовтня, характерних для літнього періоду. Не було жодного місяця, коли над областю не було б грози протягом 2005-2019 рр.

Найчастіше грози утворювалися над Любашівкою та Сербкою, а також над Одесою та Болградом – в середньому більше 18 днів на рік.

Аналіз міжрічної мінливості виявив найбільшу грозову активність над регіоном у травні та червні 2013 р. та найменшу у 2016 р., коли над станціями Балта, Затишся, Білгород-Дністровський, Болград та Вілково не було жодної грози.

Для визначення синоптичних умов виникнення гроз над Одеською областю обраний п'ятирічний період спостережень над станціями Балта, Любашівка, Затишся, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вілково, Дунайська ГМО (Ізмаїл) з 2018 по 2022 рр., під час якого грози переважно утворювалися у 2021 р. над північної частиною області у червні.

За допомогою ресурсу [10] визначалася синоптична ситуація над південним заходом України для випадків утворення грози, уточнювали розташування атмосферних фронтів та вважалося, що гроза виникла при проходженні фронтальних розділів, якщо відстань між станцією та теплим фронтом становила не менш 250-300 км і 150-200 км між станцією та холодним фронтом або фронтом оклюзії.

Виявлено, що частіше над Одещиною виникали внутрішньомасові грози (рис. 6) – 175 випадків або 34 %. Трохи менше гроз утворювалася при проходженні холодних фронтів – 154 грози або 30 % від їх загальної кількості. Трохи менше було пов'язано з діяльністю фронтів оклюзії - 139 гроз або 27 %, і найрідше грози траплялися на теплому фронті – лише 52 випадки (10 %).

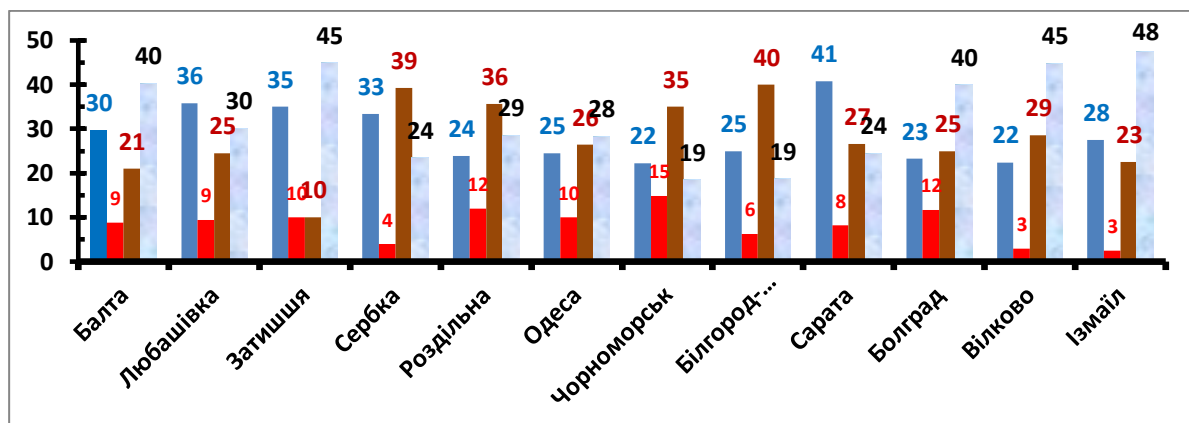


Рис.6. Повторюваність (%) гроз на атмосферних фронтах та поза ними на станціях Одеської області 2018-2022 рр.

Над Ізмаїлом, Затишсям та Вілково майже половина гроз мала внутрішньо-масове походження (48, 45 і 45 % відповідно), також їх частка була значною та перевищувала 40 % у Балті та Болграді, тобто на півдні та заході Одеської області. Найрідше грози поза впливом фронтів спостерігалися у Білгород-Дністровському та Чорноморську – 19 %.

Також значна частка гроз Одещини (29 %) розвивалася на основних холодних фронтах (рис. 7), де вони були пов'язані з потужним витісненням теплої повітряної маси високого вологовмісту і нестійкої стратифікації уверх наступаючим валом холодного повітря.

Найбільшою повторюваністю гроз на холодному фронті відрізнялися північні станції Сарата (41 %) та Любашівка, Затишся, Сербка (33-36 %). Відносно рідше грози виникали при проходженні холодної ділянки фронту на півдні – Болград та Вілково (22 та 23 %).

На фронтах оклюзії спостерігалася 28 % гроз, коли більш холодне повітря витісняє менш холодне, проникає під поверхню теплої фронту, піднімаючи наверх тепле повітря, і цим спричинює розвиток цілого валу купчасто-дошових хмар за лінією фронту (рис. 8). Хмари у даному випадку дуже розвинуті вертикально, коли фронт оклюзії утворюється у центрі циклону.

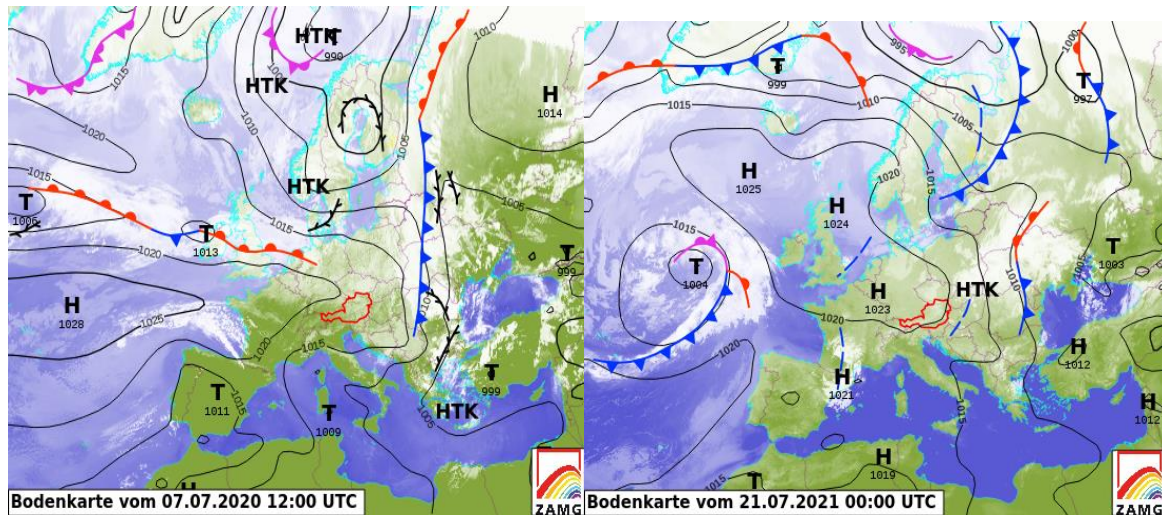


Рис.7. Приземний аналіз та поле хмарності під час гроз на холодному фронті над Одещиною.

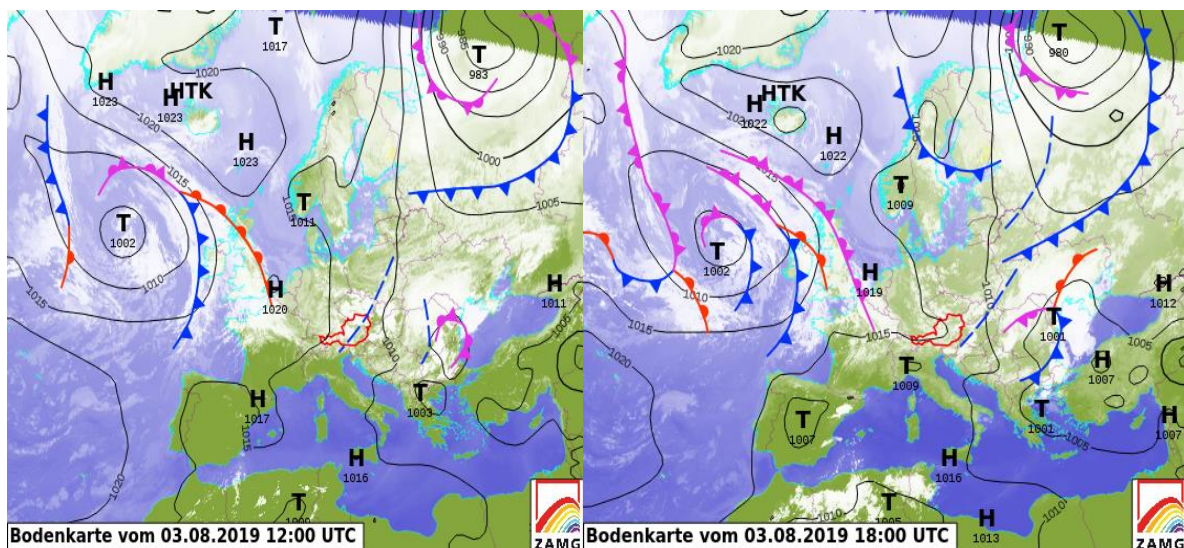


Рис.8. Приземний аналіз та поле хмарності під час гроз на фронті оклюзії над Одещиною.

Найчастіше грози при проходженні фронтів оклюзії виникали над Білгород-Дністровським та Сербкою (40 та 39 %), а менш за все такі грози утворювалися у Балті та Затишші – 21 та 10 % від загальної кількості гроз над Одещиною.

Значно менше гроз (8 %) розвивалося на теплому фронті, завдяки тому, що під час підймання над фронтальною поверхнею зростає нестійкість стратифікації теплого повітря, що спричинює розвиток конвекції. Найчастіше це буває тоді, коли теплі фронти пов'язані з циклонами та улоговинами, що заглиблюються.

Найчастіше грози на теплому фронті спостерігалися над Чорноморськом – 15 %, менш за все – над Сербкою, Білгород-Дністровським та Саратою - 4, 6 та 8 % відповідно.

Як звісно, над південним заходом України [4] переважають периферійні атмосферні процеси, але фронтальні грози утворюються при пересуванні над регіоном дослідження циклонів або при загостренні атмосферних фронтів на у перехідних зонах між баричними утвореннями різних знаку.

При прогнозуванні виникнення грози, граду, шквалу та інших небезпечних явищ погоди, які обумовлені розвитком конвекції, практикується використання значень індексів, що характеризують конвекцію за низкою параметрів.

Для аналізу термодинамічного стану атмосфери над Одещиною за основними індексами конвекції обрані всі випадки гроз за 2021 р., для яких за даними глобальної моделі GFS [9] були розраховані основні індекси конвекції (табл. 3).

Одним з найбільш часто використовуваних індексів є така характеристика потужності нестійкого шару, як конвективна потенційна енергія. Її досить ефективно відображає індекс CAPE (Convective Available Potential Energy). Загальний запас енергії нестійкості в атмосфері CAPE знаходиться як алгебраїчна сума енергій нестійкості окремих шарів від рівня конденсації до рівня конвекції. Більш високі значення енергії нестійкості вказують на більш інтенсивну конвекцію в хмарі, тобто на більш небезпечні явища погоди. Енергія нестійкості або індекс CAPE є незмінним предиктором в прогнозі небезпечних явищ, пов'язаних з конвекцією.

Енергія нестійкості або індекс CAPE при грозі над станцією в 2021 р. в середньому становила 450-800 Дж/кг з максимумом над Балтою, а максимум без грози спостерігався над Любашівкою. Розрахунок енергії нестійкості над станціями без гроз при наявності грози над областю показав значення від 200 до 400 Дж/кг, отже відсутність умов для розвитку грози.

Індекс нестійкості Кі або число Вайтінга (W) характеризує ступінь конвективної нестійкості повітряної маси, яка необхідна для виникнення і розвитку гроз. Розрахунок Кі заснований на вертикальному градієнті температури, вологості повітря в нижній тропосфері, а також враховує вертикальну протяжність вологого шару повітря.

У 2021 році на станціях Одещини число Вайтінга або Кі index демонструє готовність атмосфери до виникнення розсіяних гроз по всій території Одеської області.

Вертикальний індекс перевищує у більшості випадків 26-28 °С, тобто тропосфера мала високий потенціал конвективної нестійкості, який достатній для утворення гроз. Але його значення на сусідніх станціях без гроз значно не відрізняються.

За значенням індексу СТ (Cross total), над Одещиною в атмосфері була присутня висока енергія нестійкості при якій можливі сильні грози 2 рази та дуже сильні грози теж 2 рази.

Підсумковий індекс (ТТ) на станція Одещини свідчить про значну кількість вогнищ сильних гроз та можливі окремі осередки зі смерчем у 4 випадках. В одному випадку при ТТ < 44 °С, тобто коли за вказаним індексом не очікується умов для грозової діяльності. Решта випадків – значна кількість гроз, окремі з яких сильні.

Індекс підйому Li (Lifted index) - це різниця температур навколишнього повітря і деякого одиничного обсягу, який піднявся адиабатично від поверхні землі (або з заданого рівня) до рівня 500 гПа. Li розраховується з урахуванням залучення навколишнього повітря. Індекс Li характеризує термічну стратифікацію атмосфери по відношенню до вертикальним переміщенням повітря. Якщо $Li > 0$, то атмосфера (у відповідному шарі) стійка. Якщо значення $Li < 0$, то атмосфера нестійка.

Додатні значення індексу підйому (Lifted index), які передбачають наявність інверсії температури, коли атмосфера дуже стійка та є розвинені низхідні рухи повітря, над станціями Одеської області в середньому не виявилися, але окремі випадки фіксувалися. Переважно середнє значення Li складало -2...-1 °С.

Таким чином, напередодні виникнення гроз над Одеською областю тропосфера мала високий потенціал конвективної нестійкості, але найчастіше перед грозою критичних критерії досягали індекси Вайтінга та Total Totals, тому що індекси конвекції по-різному відображають стан термічної стійкості.

Таблиця 3 – Значення індексів конвекції над Одещиною при грозі у 2021 р.

Пункти	CAPE				Ki			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max	Сер. при грозі	Сер. без грози	Сер. при грозі	Сер. без грози
Балта	784	376	0	2640	41	39	24	48
Любашівка	534	426	0	3080	41	37	19	47
Затишся	638	392	0	1760	39	39	26	51
Сербка	528	272	0	1870	40	36	20	50
Роздільна	649	406	0	2750	41	39	28	52
Одеса	593	244	0	1540	43	38	21	48
Чорноморськ	525	314	0	1540	42	40	22	57
Білгород-Дніст	544	297	0	1540	41	39	23	50
Сарата	450	265	0	1760	40	38	26	54
Болград	364	316	0	2090	40	38	24	46
Вілково	524	369	0	1650	42	37	24	48
Ізмаїл	400	382	0	2310	36	39	24	47

	VT				CT			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max
Балта	32	31	15	35	35	34	23	41
Любашівка	32	32	19	35	35	33	24	41
Затишся	31	32	19	33	34	33	26	40
Сербка	32	32	20	35	34	32	18	40
Роздільна	32	32	19	36	34	34	24	43
Одеса	33	32	19	35	36	34	30	40
Чорноморськ	33	32	19	35	37	35	31	48
Білгород-Дніст	32	32	18	35	35	35	28	40
Сарата	32	32	18	42	33	32	23	41
Болград	32	31	18	33	33	32	23	41
Вілково	31	32	19	33	36	34	28	41
Ізмаїл	32	32	18	33	36	32	24	40

	TT				Li			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max
Балта	57	53	38	68	-3	-1	-9	8
Любашівка	57	53	44	67	-3	-1	-9	8
Затишся	56	53	44	65	-2	-1	-6	7
Сербка	56	52	41	65	-2	-1	-7	6
Роздільна	57	53	44	69	-2	-1	-9	8
Одеса	59	54	45	65	-3	0	-6	7
Чорноморськ	60	55	46	69	-2	-1	-6	7
Білгород-Дніст	58	54	43	65	-2	0	-6	6
Сарата	55	52	41	72	-2	0	-6	8
Болград	55	52	39	63	-2	0	-7	9
Вілково	57	54	43	63	-2	0	-7	8
Ізмаїл	58	52	41	63	0	-1	-8	7

	Ti			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max
Балта	49	45	22	64
Любашівка	50	45	25	64
Затишся	48	46	26	57
Сербка	47	44	31	59
Роздільна	48	46	25	64
Одеса	51	46	32	59
Чорноморськ	51	47	33	65
Білгород-Дніст	49	47	29	59
Сарата	46	44	25	58
Болград	47	44	23	59
Вілково	50	46	30	58
Ізмаїл	44	45	28	61

Висновки.

1. Виявлено, що на станціях Одеської області грозова діяльність у 2005-2022 рр. була менш активною у порівнянні з 1961-1990 рр., але географічний розподіл інтенсивності грозоутворення не зазнав помітних змін, за виключенням Болграду, де вона найсильніше знизилася.

2. Найчастіше грози утворювалися над Сербкою, а також над Любашівкою, Ізмаїлом та Болградом – в середньому більше 20 днів на рік.

3. Практично всі грози утворювалися з квітня по жовтень (99,1 %). Максимум річного ходу над всім регіоном припадав на червень, мінімум на січень. Найбільш активним грозоутворенням відзначилися травень та червень 2013 р. і червень 2021 р., а найменша активність припала на 2016 р.

4. Виявлено, що у 2018-2022 рр. над Одещиною частіше утворювалися внутрішньо-масові грози (33%) та грози на основних холодних фронтах (29%), а також на фронтах оклюзії (28%).

5. Найчастіше перед грозою у 2021 р. критичних критерії досягали індекси Вайтінга та Total Totals.

REFERENCES

1. Balabukh V. A. (2011), *Mezhhodovaya izmenchivost' intensivnosti konveksii v Ukraine (Interannual variability of convection intensity in Ukraine)*. Global and regional climate changes. Kyiv: NikaTsentr, 150-159. (in Russian).
2. Humonenko, LV, Zhuk, NH, Savchenko, LI, Tkach, VO (2019) *Nastanova z meteorolohichnoho prohnozuvannya (Guidelines for meteorological forecasting)*. Kyiv: UkrHMTS https://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/настанова%20з%20метеорологічного%20прогнозування.pdf (in Ukrainian).
3. Lipinsky, VM, Dyachuk, VA, Babichenko, VM (Ed.). (2003). *Klimat Ukrayiny (Climate of Ukraine)*. Kyiv: Vydavnytstvo Rayevs'koho. (in Ukrainian).
4. Lipinsky, VM, Osadchyy, VI, Babichenko, VM (Ed.). (2006). *Stykhiyni meteorolohichni yavyscha na terytoriyi Ukrayiny za ostannye dvadtsyatyrichchya (1986-2005 rr.) (Natural meteorological phenomena on the territory of Ukraine for the last twenty years (1986-2005))*. Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukrainian).
5. Matsuk Yu. M. (2013) *Zminy hrozovoyi aktyvnosti na terytoriyi Ukrayiny v KHKH ta na pochatku KHKHI storichchya (Changes in thunderstorm activity on the territory of Ukraine in the 20th and beginning of the 21st century)*. Bulletin of Kharkiv National University named after V.N. Karazina, series "Geology. Geography. Ecology", 39 (1084), 147-151. (in Ukrainian).
6. Nazhmudinova O. M. (2018) *Hrozova diyal'nist' nad Kharkovom (Thunderstorm activity over Kharkiv)* Vestnyk HMTS CHAM, 1 (21), 20-29. (in Ukrainian).
7. Nedostrelova, L. V., Chumachenko, V. V. (2021) *Chasovyy rozpodil hroz na AMSTS Odesa na pochatku KHKHI stolittya (Temporal distribution of thunderstorms at the Odesa AMSC at the beginning of the 21st century)*. Ukrainian Hydrometeorological Journal, 27, 16-23. <https://doi.org/10.31481/uhmj.27.2021.02> (in Ukrainian).
8. Archive of meteorological data (2023), Retrieved from: <https://meteopost.com/weather/archive/>.
9. Global Forecast System (2023), Retrieved from: <https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/global-forecast>.
10. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2023) Retrieved from: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetterkarte>.