

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2025.02.038>Заболотна О. С.
Кривошеїн О. О. 0009-0009-6338-7672
 0000-0001-5029-4228Кривобок О. А.
Крупа Є. О.

0000-0002-1730-1809

Український гідрометеорологічний інститут Державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України, Київ

Просторово-часовий розподіл небезпечних сухих гроз в Україні

УДК 551.5:551.515.4:504.5(477)(045)

У статті проведено аналіз особливостей просторово-часового розподілу явища сухих небезпечних гроз на території України, протягом п'ятирічного періоду. Сухі небезпечні грози, які супроводжуються блискавками «хмара-земля» без значних опадів, є небезпечним метеорологічним явищем, що може спричиняти пожежі, які призводять до різних масштабів збитків. Використовуючи дані супутникових вимірювань опадів (IMERG/GPM) та системи грозопеленгації, було проведено аналіз просторового та часових розподілів сухих небезпечних гроз, їх частоти та вплив на ризики природних пожеж. Особливу увагу приділено регіональним відмінностям у поширенні сухих гроз та визначенню областей з найвищим рівнем ризику виникнення природних пожеж через блискавки. У роботі проведено аналіз супутникових даних опадів та даних системи грозопеленгації для областей України за п'ять років (2017–2021 рр.) в період травень-вересень. Результати показують, що найбільша частка сухих гроз спостерігається в Чернівецькій, Одеській, Миколаївській та Київській областях. Отримані результати показують рівень ризику виникнення сухих блискавок під час гроз в різних областях і можуть бути корисними для місцевих органів влади та підприємств, які зацікавлені у вдосконаленні систем раннього попередження та реагування на екстремальні погодні явища.

Ключові слова: грози, сухі небезпечні грози, опади, грозопеленгація, супутникові дані.

Актуальність теми дослідження

Грозова активність є важливим метеорологічним явищем, що має значний вплив на природні та соціально-економічні процеси. Серед різновидів гроз особливий інтерес становлять сухі грози, які характеризуються наявністю блискавок без суттєвих опадів [1–5]. Це явище може призводити до природних пожеж, що загрожують екосистемам, сільському господарству та інфраструктурі.

У контексті глобальної зміни клімату частота та інтенсивність грозових явищ зазнає змін. Зокрема підвищення середньої температури повітря та зниження вологості сприяють збільшенню частки сухих гроз [5–6]. В Україні, як і в

інших країнах світу, це явище може стати одним із ключових факторів ризику виникнення природних пожеж, особливо в регіонах із посушливим кліматом [5, 7, 8]. Водночас, незважаючи на зростаюче значення цього процесу, систематичні дослідження просторово-часового розподілу сухих гроз в Україні відсутні.

Попередні роботи з аналізу грозової активності в Україні здебільшого фокусувалися на загальній характеристиці передумов грозової активності [5, 7–9], а також було проведено аналіз грозової активності в Одесі за 2000–2019 рр. з визначення типів гроз, серед яких сухі грози склали близько 31% [5]. Для оцінки ризику природних пожеж необхідно враховувати точне

Цитування:

Заболотна О. С., Кривошеїн О. О., Кривобок О. А., Крупа Є. О. Просторово-часовий розподіл небезпечних сухих гроз в Україні. *Український географічний журнал*. 2025. № 2 (130). С. 38–46. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2025.02.038>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2025.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

визначення просторового розподілу блискавок і кількості опадів, що дозволяє ідентифікувати грози саме як «сухі». Порогове значення для інтенсивності опадів, коли гроза вважається сухою становить менше ніж 2,5 мм опадів протягом грози [10–11].

Мета дослідження — розрахувати просторово-часовий розподіл сухих гроз в Україні на основі даних супутникових вимірювань опадів (IMERG/GPM) і системи грозопеленгації [12–15]. Аналіз охоплює період 2017–2021 рр. у теплий сезон (травень–вересень) для всіх адміністративних областей України.

Методи дослідження

Дані системи грозопеленгації

Дані про грозову активність було зібрано за допомогою системи грозопеленгації, яка складається з датчиків, встановлених на 12 метеорологічних станціях по всій території України [12]. Ця система, що була встановлена в 2016 р., на виконання тристороннього договору між американською компанією «Earth Networks», Українським гідрометеорологічним центром і Українським гідрометеорологічним інститутом НАН та ДСНС України, інтегрована до загальної мережі ENTLN (Earth Networks Total Lightning Network), забезпечує точне виявлення як міжхмарних блискавок (Cloud-to-Cloud, CC), так і блискавок між хмарою та землею поверхнею (Cloud-to-Ground, CG). Завдяки високій точності просторового визначення блискавок, отриманих за допомогою цієї системи, можливо проводити детальний аналіз просторового та часового розподілу сухих гроз, що є особливо важливим для розуміння цього явища в Україні.

Дані інтенсивності опадів проекту «GPM»

Проект «GPM» — це міжнародна наукова місія, спрямована на глобальне вимірювання та моніторинг опадів. Ініційована NASA (Національним управлінням з аеронавтики і дослідження космічного простору, США) у співпраці з JAXA (Японським агентством аерокосмічних досліджень) та іншими міжнародними партнерами, місія GPM націлена на отримання високоточних даних про кількість опадів, включаючи дощ, сніг та інші види опадів, що випадають по всьому світу [13]. Для території України було здійснено валідацію цих даних шляхом

порівняльного аналізу з даними опадів, отриманими з 155 наземних метеорологічних станцій [14].

Проект «GPM» використовує комплексний підхід до обробки даних, враховуючи випаровування дощових крапель (вірга) для точнішого відображення інтенсивності опадів. Завдяки передовим радарним технологіям, мікрохвильовим вимірюванням та вдосконаленим алгоритмам обробки, GPM забезпечує точні оцінки кількості опадів, що фактично досягають земної поверхні. Алгоритми розроблено для коригування даних із врахуванням вертикального розподілу опадів і включають корекцію на випадки, коли краплі випаровуються або сублімуються до того, як досягнуть землі. Зокрема, радар Dual-Frequency Precipitation Radar (DPR), що використовується в GPM, дозволяє виявляти і розрізняти опади, що випаровуються, від тих, що досягають поверхні, та оцінювати їхній вертикальний профіль у трьох вимірах [15–18].

Дані про інтенсивність опадів із GPM доступні для наукової спільноти й можуть бути завантажені через низку платформ та інструментів, наданих NASA і партнерами проекту. Ці дані є важливими для широкого спектру досліджень, зокрема у прогнозуванні погоди, управлінні водними ресурсами та інших галузях [19].

Проведення розрахунків

Для оцінки ризику виникнення небезпечних сухих гроз у регіонах України було поетапно розраховано наступні величини (рис. 1):

- загальну кількість днів із грозами (N);
- кількість днів із потенційно небезпечними грозами (N_{CG});
- кількість днів із сухими небезпечними грозами (N_{CG_DRY}).

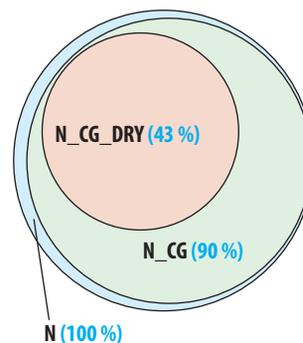


Рис. 1. Ієрархічний розподіл типів грозових днів в Україні за травень–вересень 2017–2021рр.

У контексті цієї роботи потенційно небезпечними грозами (N_{CG}) вважаються грози, під час яких спостерігалися блискавки між хмарою та землею (CG), які потенційно можуть призводити до виникнення природних пожеж. Загальна кількість гроз (N) включає також грози, коли блискавок типу CG не фіксувалось, а були лише міжхмарні розряди (CC). Сухими небезпечними грозами (N_{CG_DRY}) вважаються ті, що супроводжуються блискавками CG і з незначною кількістю опадів ($< 2,5$ мм). Такі умови створюють підвищений ризик займання рослинності, оскільки блискавки можуть спричинити пожежі в умовах відсутності достатньої кількості опадів для їх гасіння. На рис. 1 наведено схематичне пояснення ієрархічного розподілу типів грозових днів. Загальний відсоток днів із потенційно небезпечними грозами (N_{CG}) в середньому за п'ятирічний період на території України складає 90 % відносно загальної кількості грозових днів (N). Середній відсоток кількості днів із сухими небезпечними грозами (N_{CG_DRY}) складає 43 % відносно всіх грозових днів (N) та 48 % відносно днів N_{CG} .

Таким чином, було з'ясовано, що 43 % всіх днів із грозами припадає на сухі грози, є достатньо високим в порівнянні з попередніми дослідженнями [5], що може бути зумовлено кількома факторами, одним з яких є відмінність у методі збору та аналізу даних про блискавки. Для визначення кількості розрядів блискавки в цій роботі було використано дані сучасної системи грозопеленгації ENTLN (*European Network for Lightning Detection*). Це система з високою точністю, що дозволяє виявляти навіть окремі розряди блискавки зокрема «хмара-земля», а також визначати їхні характеристики в реальному часі. Завдяки цьому система здатна зафіксувати навіть слабкі грози, що не супроводжуються значними опадами, але все ж супроводжуються електричними розрядами.

Попередні методики збору даних про грози (візуальні спостереження, застарілі грозо-детектори та ін.) могли використовувати менш точні або обмежені дані, наприклад, тільки звітність про великі грози з опадами, або орієнтуватися на дані, які не могли зафіксувати всі розряди блискавки, особливо у випадку слабких гроз. Такі методики могли не враховувати всі сухі грози, оскільки фіксація розрядів могла бути неповною або втраченими через обмежену здатність

виявляти розряди з малим рівнем інтенсивності. Оскільки ми брали до уваги навіть одиничні розряди блискавки «хмара-земля», наш підхід дозволяє більш точно оцінити кількість сухих гроз. Використання системи ENTLN дозволяє отримати більш детальну картину грозової активності. Тому висока частка сухих гроз, що склала 43 %, може бути результатом підвищеної чутливості системи до навіть незначних електричних розрядів, які не супроводжуються дощем, і саме ця чутливість дозволяє реєструвати більшу кількість сухих гроз у порівнянні з більш старими методами, які могли мати вищий поріг для реєстрації розрядів.

Величини (N , N_{CG} , N_{CG_DRY}) були розраховані для всіх областей України за теплий період року (травень-вересень) за п'ять років (2017–2021 рр.). Для розрахунку N_{CG_DRY} враховувалась лише N_{CG} з добовою сумою опадів $< 2,5$ мм. Тобто такий «поріг» приймається для розрахунків на добу в цьому дослідженні. Дні, коли сума опадів не перевищувала 2,5 мм, визначалися на основі даних GPM. Дані опадів GPM завантажувалися за допомогою платформи Google Earth Engine (GEE) [20], яка дозволяє визначити площу певної області України за файлом у векторному форматі та розрахувати добові суми опадів GPM для окремої області. На рис. 2 зображено інтерфейс платформи GEE для завантаження супутникових даних добових сум опадів GPM.

Досліджуваний період включав 153 дні (травень-вересень) для кожного року періоду 2017–2021 р. Методика оцінки включає такі етапи:

1) збір і перевірка даних для кожної області за досліджуваний період (були завантажені і проаналізовані дані системи грозопеленгації, а також дані опадів GPM, що оцінювались в міліметрах за добу);

2) розрахунок показників N_{CG} , N_{CG_DRY} та відношення цих величин (N_{CG_DRY} / N_{CG}) за досліджуваний період.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням наукових результатів

Аналіз потенційно небезпечної грозової активності (N_{CG}) в областях України

Згідно з розрахунками кількості потенційно небезпечних грозових днів (N_{CG}) за

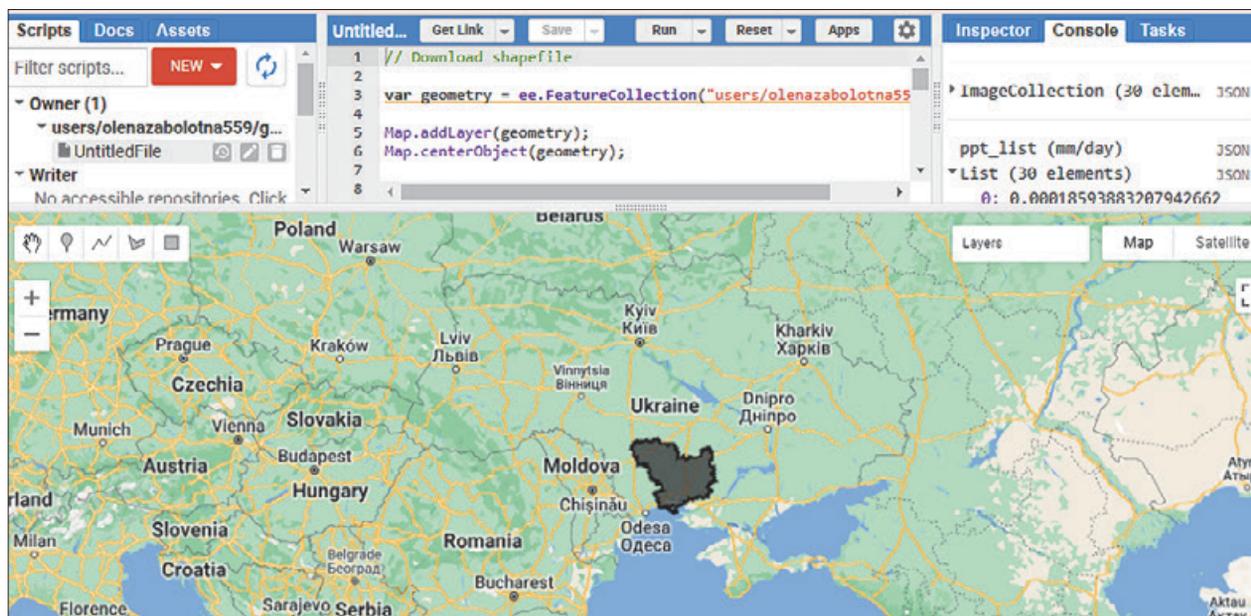


Рис. 2. Інтерфейс платформи GEE для завантаження супутникових даних добових сум опадів GPM (на прикладі Миколаївської області)

досліджуваний п'ятирічний період, результати яких відображено на **рис. 3**, найбільша грозова активність спостерігається в західних областях, саме: Львівській (355 днів), Івано-Франківській (353 дні), Закарпатській (348 днів), Чернівецькій (329 днів), а також в Одеській області (341 день). Найнижча грозова активність спостерігається у таких східних регіонах: Донецькій (277 днів), Харківській (264 дні) та Луганській (257 днів) областях, а також Полтавській (273 дні) та Сумській (265 днів) областях.

Аналіз кількості днів із сухими небезпечними грозами (N_{CG_DRY}) по областях України

Найбільша кількість днів із сухими небезпечними грозами (N_{CG_DRY}) характерна для Чернівецької, Одеської, а також високе значення для Миколаївської, Київської та Хмельницької областей. Серед тих областей, де спостерігається висока загальна грозова активність, найбільше N_{CG_DRY} спостерігається в Одеській, Хмельницькій областях та в Криму. Найменше N_{CG_DRY} (коли і кількість загальних грозових днів була невисокою за досліджуваний період) характерна для Луганської, Харківської та Сумської областей (**рис. 4**).

Аналіз N_{CG_DRY} / N_{CG}

Щоб визначити регіони із більш сприятливими умовами для небезпечних сухих гроз було розраховано частку N_{CG_DRY}/N_{CG}. Цей показник показує небезпечні регіони, де більш сприятливі умови для сухих небезпечних гроз, що можуть спричинити пожежу. Частка днів, коли фіксувалися сухі небезпечні грози, відносно загальної кількості днів із потенційно небезпечними грозами має найбільше значення для Чернівецької (60 %), Миколаївської (56 %) і Черкаської (56 %) областей (**рис. 5**). Ці результати свідчать про те, що коли спостерігається потенційно небезпечна гроза, ймовірність того, що вона виявиться сухою підвищена відносно іншої території України. Високе значення цього показника також характерне для Одеської, Київської, Харківської та Хмельницької областей.

Аналіз за роками

Аналізуючи динаміку кількості сухих небезпечних гроз (N_{CG_DRY}) протягом всього п'ятирічного періоду, бачимо, що найбільш стабільно високу грозову активність без опадів мають Чернівецька та Миколаївська області, для яких характерно не тільки високе значення кількості днів сухих небезпечних гроз (N_{CG_DRY}), а і в яких невисоке коливання значення довірчого інтервалу (**рис. 6**). Черкаська область хоч і має високе значення частки середньої

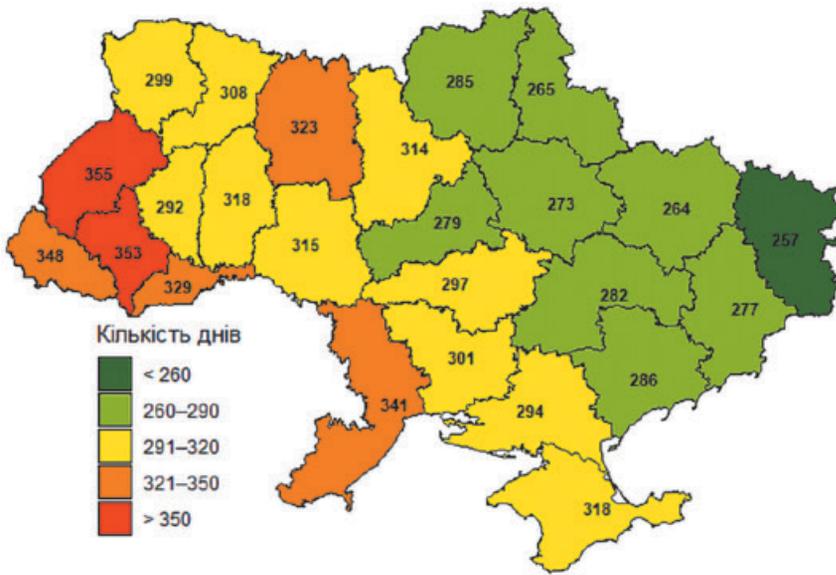


Рис. 3. Україна. Загальна кількість днів з небезпечними грозами (N.CG) (травень-вересень 2017-2021 рр.)

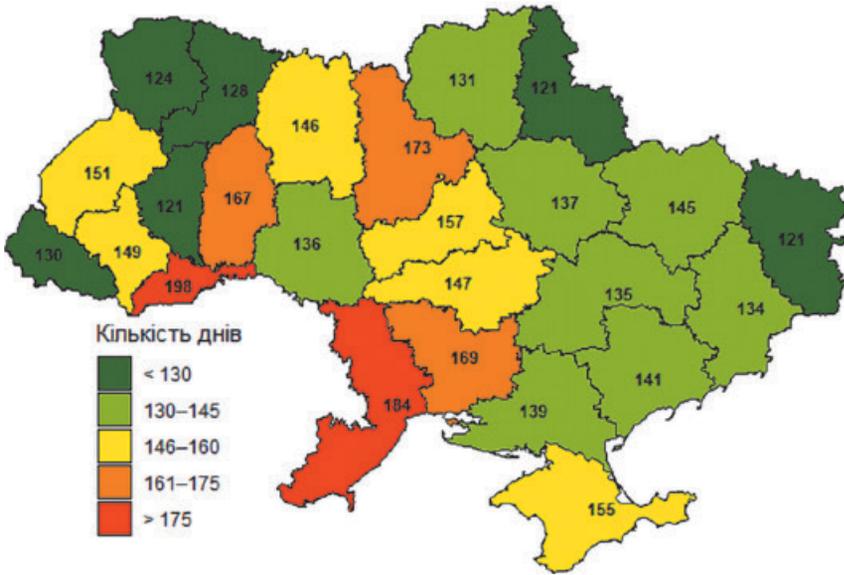


Рис. 4. Україна. Кількість днів із сухими небезпечними грозами (N.CG.DRY) (травень-вересень 2017-2021рр.)

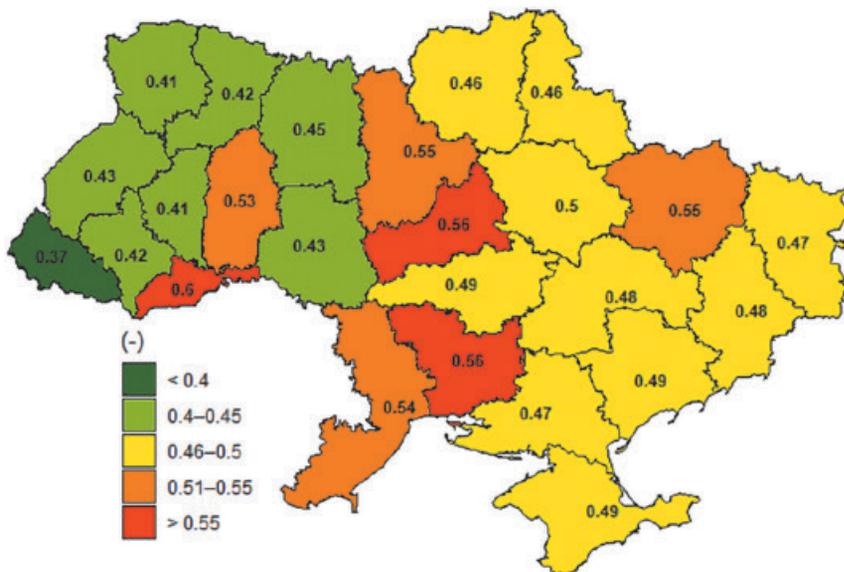


Рис. 5. Україна. Відношення N.CG.DRY / N.CG (травень-вересень за 2017-2021рр.)

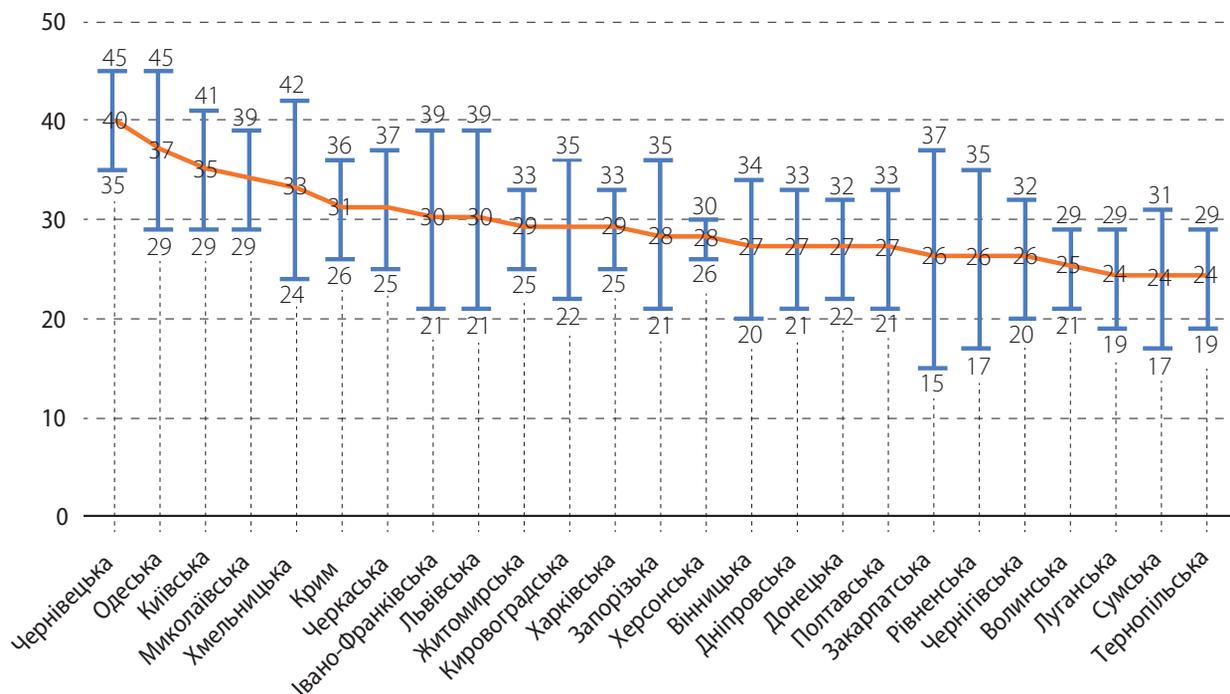


Рис. 6. Середня кількість днів із сухими небезпечними грозами (N_CG_DRY) (травень-вересень 2017–2021 рр., довірчий інтервал — 1 сігма)

кількості днів із сухими небезпечними грозами (N_CG_DRY), проте є нестабільною за кількістю цих днів протягом п'яти років. У Херсонській області спостерігається стабільність у частоті N_CG_DRY протягом теплого періоду року, а в західних областях (Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській) частота невисока, але найменш передбачувана. Щорічні значення кількості потенційно небезпечних грозових днів (N_CG) за досліджуваний період кількість днів із сухими небезпечними грозами (N_CG_DRY) та відношення N_CG_DRY / N_CG відображені **табл. 1**.

Згідно з даними, можемо зробити висновки про щорічні регіональні закономірності інтенсивності сухих небезпечних гроз (N_CG_DRY). Так, західні області є найбільш грозовими, що є проявом особливих умов формування повітряних мас над цією територією [21]. При цьому частка сухих небезпечних гроз (N_CG_DRY) не має високого значення для цих областей. Одеська та Київська області за цим показником характеризуються меншою стабільністю — маючи високий показник N_CG_DRY у певні роки (Одеська — 2017, 2018, 2019 рр., Київська — 2017, 2019, 2021 рр.). Аналізуючи таблиці, видно, що 2017 р. характеризувався найменшою грозовою активністю загалом. У цей

рік спостерігається найменша інтенсивність загальних гроз, а відношення N_CG_DRY / N_CG відповідно виділяється вищими значеннями для переважної території України.

Висновки

Базуючись на результатах дослідження, можемо зробити висновки про просторовий розподіл інтенсивності сухих небезпечних гроз (N_CG_DRY) в областях України. Так, Чернівецька та Одеська області мають найвищі показники цієї інтенсивності, також високе значення мають Миколаївська, Київська та Хмельницька області. При цьому в Одеській та Київській областях вища загальна грозова активність. У Чернівецькій області при високій загальній грозовій активності і частка сухих гроз є також високою. Миколаївська область характеризується меншою грозовою інтенсивністю, але частка сухих гроз є порівняно високою. Хмельницька область в середньому також має високу інтенсивність сухих гроз, але цей показник менш стабільний протягом досліджуваного періоду. У Черкаській та Харківській областях, при невисокому рівні загальної грозової активності і кількості днів із сухими небезпечними грозами, частка N_CG_DRY/N_CG є високою, що свідчить про сприятливі умови для виникнення саме сухих небезпечних гроз.

Таблиця 1. Кількість днів з потенційно небезпечними грозами (N_CG), із сухими небезпечними грозами (N_CG_DRY) та відношення N_CG_DRY / N_CG (травень–вересень 2017–2021 рр.)

Область	Кількість днів з потенційно небезпечними грозами (N_CG)					Кількість днів із сухими небезпечними грозами (N_CG_DRY)					Відношення N_CG_DRY / N_CG				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
Чернівецька	55	72	70	68	64	31	41	41	42	43	0,56	0,57	0,59	0,62	0,67
Одеська	63	75	73	59	71	38	43	46	27	30	0,6	0,57	0,63	0,46	0,42
Київська	57	68	72	52	65	33	36	40	25	39	0,58	0,53	0,56	0,48	0,6
Миколаївська	46	64	61	57	73	27	32	36	40	34	0,59	0,5	0,59	0,7	0,47
Хмельницька	56	73	74	62	53	28	46	39	27	27	0,5	0,63	0,53	0,44	0,51
Крим	50	68	61	60	79	24	34	30	31	36	0,48	0,5	0,49	0,52	0,46
Черкаська	46	57	63	52	61	27	28	34	27	41	0,59	0,49	0,54	0,52	0,67
Львівська	66	84	81	63	61	24	34	44	22	27	0,36	0,4	0,54	0,35	0,44
Івано-Франківська	62	87	74	64	66	25	41	35	19	29	0,4	0,47	0,47	0,3	0,44
Харківська	48	52	57	48	59	29	33	33	25	25	0,6	0,63	0,58	0,52	0,42
Житомирська	57	65	76	62	63	23	35	29	30	29	0,4	0,54	0,38	0,48	0,46
Кіровоградська	48	61	67	58	63	29	30	40	26	22	0,6	0,49	0,6	0,45	0,35
Херсонська	41	66	61	57	69	24	28	27	30	30	0,59	0,42	0,44	0,53	0,43
Запорізька	39	63	58	55	71	22	40	24	25	30	0,56	0,63	0,41	0,45	0,42
Дніпровська	43	58	59	57	65	24	36	28	21	26	0,56	0,62	0,47	0,37	0,4
Полтавська	43	51	63	55	61	25	23	38	24	27	0,58	0,45	0,6	0,44	0,44
Донецька	44	58	55	54	66	24	35	29	22	24	0,55	0,6	0,53	0,41	0,36
Вінницька	58	71	76	54	56	29	36	30	21	20	0,5	0,51	0,39	0,39	0,36
Чернігівська	50	58	63	49	65	25	26	31	17	32	0,5	0,45	0,49	0,35	0,49
Рівненська	52	68	76	60	52	21	39	31	18	19	0,4	0,57	0,41	0,3	0,37
Закарпатська	56	90	75	69	58	18	42	32	18	20	0,32	0,47	0,43	0,26	0,34
Волинська	53	69	64	60	53	23	31	27	22	21	0,43	0,45	0,42	0,37	0,4
Луганська	50	50	50	41	66	23	24	20	22	32	0,46	0,48	0,4	0,54	0,48
Сумська	48	49	60	46	62	24	20	36	18	23	0,5	0,41	0,6	0,39	0,37
Тернопільська	50	67	63	64	48	17	28	28	28	20	0,34	0,42	0,44	0,44	0,42

Результати цього дослідження мають велике значення для регіонального управління природними ризиками, збереження екосистем і безпеки населених пунктів. Володіння інформацією про ймовірність сухих гроз сприяє розробці планів адаптації для регіонів із підвищеним ризиком. Крім того, результати дослідження можуть бути основою для розвитку місцевої інфраструктури, наприклад, шляхом оптимізації протипожежних систем і вдосконалення інформаційних систем для попередження населення. Отримані результати є важливими для метеорологічних служб, екологічних організацій та органів регіонального управління. Вони можуть бути використані для покращення прогнозування ризиків, планування заходів з попередження

лісових і степових пожеж, а також для оптимізації заходів з адаптації до змін клімату.

Новизна дослідження

У цій роботі вперше здійснено детальний аналіз статистики просторово-часового розподілу сухих гроз на території України, з використанням високоточних даних супутникового моніторингу опадів (IMERG/GPM) та системи грозопеленгації.

До основних елементів новизни цього дослідження можна віднести:

- визначено регіони України з найбільшою частотою сухих гроз у період травень-вересень за п'ятирічний період (2017–2021 рр.), що дозволяє оцінити географічну варіабельність цього явища;

• поєднано супутникові дані про опади із системою грозопеленгації, що дозволяє ідентифікувати сухі грози та ризики природних пожеж;

• здійснено динамічний аналіз змін інтенсивності сухих гроз протягом п'яти років, що дало змогу виявити тенденції у розвитку цього явища в контексті зміни клімату.

Література [References]

1. Smith A. Dry Thunderstorm. Explained. Opensnow, 2024. URL: <https://opensnow.com/news/post/what-is-a-dry-thunderstorm>.
2. Nauslar N. J., Hatchett B. J. Dry Thunderstorms. Manzello S. Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires, 2019.
3. National Weather Service. NOAA. URL: <https://www.weather.gov/abq/clifeature2010drythunderstorms>
4. Nauslar N. J. A Forecast Procedure for Dry Thunderstorms. University of Nevada, Reno, December 2010.
5. Nedostrelava L. V., Chumachenko V. V. (2021). Hourly distribution of thunderstorms at Odesa AMC in the early 21st century. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, No. 27: 16–23. [In Ukrainian].
[Недострелова Л. В., Чумаченко В. В. Часовий розподіл гроз на АМСЦ Одеса на початку XXI століття. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2021, № 27. С. 16–23.]
6. Lin P. Developing a climatology for dry thunderstorms and associated environmental conditions in the contiguous United States. Massachusetts Institute of Technology, May 2024.
7. Zibtsev S. V., Soshenskyi O. M., Koren V. A. (2019). Long-term dynamics of forest fires in Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Sciences*, 3(10) [In Ukrainian].
[Зібцев С. В., Сошенський О. М., Корень В. А. Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні. *Український журнал лісових і деревознавчих наук*, 2019. Т. 10, № 3.]
8. Huda K. V., Ostrogradska O. S. (2017). Spatio-temporal features of thunderstorm distribution in Ukraine and their forecasting: current state and development prospects. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*, 3 (46). [In Ukrainian].
[Гуда К. В., Остроградська О. С. (2017). Просторово-часові особливості розподілу гроз на території України та їх прогнозування: сучасний стан питання та перспективи розвитку. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 3 (46).]
9. Fedoniuk V. V., Fedoniuk M. A., Pavlus A. M. (2021). Study of thunderstorm activity dynamics in Volyn and Ukraine using Blitzortung online resource data. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 28: 16–27. [In Ukrainian].
[Федонюк В. В., Федонюк М. А., Павлусь А. М. (2021). Дослідження динаміки грозової активності на Волині та в Україні за даними онлайн-ресурсу Blitzortung. *Український гідрометеорологічний журнал*. 28: 16–27.]
10. Rorig M. L., McKay S. J., Ferguson S. A. Model-Generated Predictions of Dry Thunderstorm Potential. Northwest Interagency Coordination Center, Portland, Oregon, 2007, pp. 605–614.
11. Dowdy A. J., Mills G. A. (2012). Atmospheric and fuel moisture characteristics associated with lightning-attributed wildfires. *Journal of Wildland Fire*, 5(21): 481–492.
12. Kryvobok A. A., Kryvoshein A. O., Koman M. M., Krupa E. O. (2018). Ukrainian segment of the ENTLN lightning detection system. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 21. [In Ukrainian].
[Кривобок А. А., Кривошеїн А. О., Коман М. М., Крупа Є. О. (2018). Український сегмент системи грозопеленгації ENTLN. *Український гідрометеорологічний журнал*. № 21.]
13. GPM Mission. URL: <https://gpm.nasa.gov>
14. Zabolotna O. S., Kryvoshein O. O., Kryvobok O. A. (2023). Validation of GPM satellite data over Ukraine. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 32: 5–15. [In Ukrainian].
[Заболотна О. С., Кривошеїн О. О., Кривобок О. А. Валідація супутникових даних GPM на території України. *Український гідрометеорологічний журнал*, 32: 5–15.]
15. Algorithm Theoretical Basis Document for the GPM Combined Radar-Radiometer Precipitation Algorithm (ATBD, GPM Document No. GPM-DPR-L2, NASA).
16. GPM Microwave Imager (GMI) Algorithm Theoretical Basis Document.
17. Dual-Frequency Precipitation Radar (DPR) Level 2 Algorithm Theoretical Basis Document.
18. Level 3 GPM Precipitation Processing System (PPS) Algorithm Theoretical Basis Document.
19. GPM Data. URL: <https://gpm.nasa.gov/data/sources/ges-disc>
20. Google Earth Engine. URL: <https://earthengine.google.com/>

21. Danova T., Matsuk Yu. (2013). Long-lasting and intense thunderstorms over the Carpathians. *Physical and Constructive Geography*, 16 (265). [In Ukrainian].
[Д а н о в а Т., М а ц у к Ю. (2013). Тривалі та інтенсивні грози над Карпатами. *Фізична і конструктивна географія*, 16 (265).].

Стаття надійшла до редакції 14.11.2024

Zabolotna, O. S.
Kryvoshein, O. O.

 0009-0009-6338-7672
 0000-0001-5029-4228

Kryvobok, O. A.
Krupa, Ye. O.

 0000-0002-1851-7951

Ukrainian Hydrometeorological Institute of the State Emergency Service of Ukraine and National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

The Spatial and Temporal Distributions of Dangerous Dry Thunderstorms in Ukraine

UDC 551.5:551.515.4:504.5(477)(045)

The article presents an analysis of the spatial and temporal distribution characteristics of dry thunderstorms in Ukraine over five years. Dry thunderstorms, accompanied by lightning but without significant precipitation, are a dangerous meteorological phenomenon that can cause fires, resulting in varying degrees of damage. An analysis was conducted using satellite rainfall data (IMERG/GPM) and lightning detection systems to examine the spatial and temporal distributions of dry thunderstorms, their frequency, and their impact on wildfire risk. Special attention was given to regional differences in the distribution of dry thunderstorms and the identification of areas with the highest risk of wildfires caused by lightning. The study analyzed satellite precipitation data and lightning detection system data from regions of Ukraine over five years, covering the months of May to September annually. The results indicate that the highest frequency of dry thunderstorms is observed in Chernivtsi, Odesa, Mykolaiv, and Kyiv regions. The obtained results indicate the level of risk of dry lightning during thunderstorms in the different areas. They can be beneficial for regional meteorological services, local authorities, and enterprises seeking to enhance their early warning and response systems for extreme weather events.

Keywords: *thunderstorms, dry dangerous thunderstorms, precipitation, lightning detection system, satellite data.*

For citation:

Zabolotna, O. S., Kryvoshein, O. O., Kryvobok O. A., Krupa E. O. (2025). The Spatial and Temporal Distributions of Dangerous Dry Thunderstorms in Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*. No. 2(130): 38–46. [In Ukrainian] DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2025.02.038>

Copyright © 2025 Publishing House *Akadempyodyka* of the National Academy of Sciences of Ukraine.



The article is published under the open access license CC BY-NC-ND license
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>