




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	ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ СМЕРЧІВ ТА ШКВАЛІВ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І 3 2006 ПО 2020 pp.
AUTHOR(S)	Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Е. В., Жук Д. О.
ARTICLE INFO	Semerhei-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Zhuk D. O. (2021) Spatiotemporal Distribution of Tornadoes and Squalls in the North-Western Black Sea Region in 2006-2020. World Science. 11(72). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30122021/7718
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122021/7718
RECEIVED	11 October 2021
ACCEPTED	02 December 2021
PUBLISHED	07 December 2021
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2021. This publication is an open access article.

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ СМЕРЧІВ ТА ШКВАЛІВ У ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОМУ ПРИЧОРНОМОР'І З 2006 ПО 2020 РР.

Семергей-Чумаченко А. Б., к.геогр.н., доц. Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8718-4073>

Агайар Е. В., к.геогр.н., доц. Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3914-6288>

Жук Д. О., аспірант, Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122021/7718

ARTICLE INFO

Received: 11 October 2021

Accepted: 02 December 2021

Published: 07 December 2021

KEYWORDS

tornado, squall, convective activity, Northwestern Black Sea region, frequency, seasonal activity.

ABSTRACT

Tornadoes and strong squalls are dangerous for almost all spheres of human life and the economy of the region. The degree of negative impact depends on their type, quantity, intensity, area of formation and geographical features of the territory. The article defines the dynamics of the number of tornadoes and strong squalls in the North-Western Black Sea region (Odessa, Nikolayev and Kherson regions of Ukraine) from 2006 to 2020. Geographical position of the south-west of Ukraine, synoptic processes and a variety of climatic conditions contribute to the frequent occurrence of severe convective phenomena and creating the extraordinary complexity of their space-time distribution. The study revealed current trends in the formation of dangerous convective phenomena in the south-west of Ukraine. One of the most squall-prone regions of Ukraine is the territory of the North-Western Black Sea region. During 2006-2020 there was an increase in the number of squalls and tornadoes in the North-Western Black Sea region in comparison with previous years.

Citation: Semerhei-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Zhuk D. O. (2021) Spatiotemporal Distribution of Tornadoes and Squalls in the North-Western Black Sea Region in 2006-2020. *World Science*. 11(72). doi: [10.31435/rsglobal_ws/30122021/7718](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122021/7718)

Copyright: © 2021 **Semerhei-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Zhuk D. O.** 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. Особливості географічного положення півдня України, синоптичних процесів і різноманітність кліматичних умов сприяють частому виникненню небезпечних конвективних явищ (НКЯ) і створюють надзвичайну складність розподілу їх у просторі та часі. До НКЯ відносяться такі метеорологічні явища, як шквал, град, грози, зливи та смерч. За останні роки у зв'язку зі значними змінами клімату частота виникнення цих явищ збільшилася [1-6]. В окремих випадках вони мають катастрофічний характер та завдають значних збитків економіці, інфраструктурі та населенню. Небезпечні конвективні явища, зазвичай, спостерігаються у комплексі, що значно підсилює їх негативний вплив: зливові дощі супроводжуються шквалом, грозою та градом.

Частота утворення НКЯ є однією із індикаторів клімату та найчастіше розподіляється нерівномірно по регіону, особливо у випадку наявності значних неоднорідностей підстильної поверхні (гірські масиви, морське узбережжя, великі водойми тощо) [3, 6-8]. Стихійні метеорологічні явища, які пов'язані з конвективною діяльністю характеризуються значною мінливістю та дискретністю у просторі та часі, що ускладнює їх вивчення [9-12] та прогнозування.

Мета дослідження – характеристика сучасного просторово-часового розподілу смерчів та шквалів над Північно-Західним Причорномор'ям за 2006–2020 рр., циркуляційних та

термодинамічних умов їх виникнення на прикладі Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

Результати досліджень. На початку 2019 року була введена у дію Українським гідрометеорологічним центром (УкрГМЦ) нова «Настанова з метеорологічного прогнозування» [13], де впроваджувалися нові поняття і критерії метеорологічних явищ та введені рівні їх небезпечності. Отже, стихійні метеорологічні явища II рівня небезпечності (СМЯ 2) – це явища погоди, які за кількісними показниками, тривалістю та територією розповсюдження несуть загрозу для населення та порушують функціонування господарського комплексу країни. Стихійні метеорологічні явища III рівня небезпечності (СМЯ 3) – це явища погоди, які за кількісними показниками, тривалістю та територією розповсюдження створюють загрозу життю людей на значних територіях, призводять до масштабних пошкоджень об'єктів господарського комплексу країни та завдають шкоди довкіллю.

Смерч (торнадо, тромб) – це сильний маломасштабний вихор під хмарами з приблизно вертикальною, але часто зігнутою віссю. Найбільш характерні видимі прояви смерчу: материнська (купчасто-дошова) хмара, звідки смерч починається; вихор (стрімкий круговий рух повітря) та підстильна поверхня землі або води, якої в більшості випадків торкається смерч. [7, 9]. Смерч будь-якої тривалості відноситься до стихійних метеорологічних явищ III рівня небезпечності (СМЯ 3) через можливі руйнівні наслідки [13].

Шквал – це різке короткочасне посилення вітру, що супроводжується змінами його напрямку і являє собою вихор з горизонтальною віссю. Швидкість вітру при шквалі значно більша, ніж градієнтна і може досягати 20-40 м/с [7, 10]. За визначенням ВМО (1962) – це збільшення швидкості вітру більше ніж на 8 м/с протягом декількох (від 3 до 20) секунд зі збереженням мінімальної швидкості вітру 11 м/с протягом однієї хвилини. Шквали досягають градації небезпечних явищ погоди (НЯ), коли швидкість вітру досягає 25 м/с і більше, нерідко завдають величезної шкоди, а іноді призводять до загибелі людей.

Згідно [13] до критеріїв швидкості вітру при шквалі виділяють:

- НМЯ (небезпечні метеорологічні явища) I рівня безпеки – шквал 15-24 м/с;
- СМЯ (стихійні метеорологічні явища) II рівня безпеки – сильний шквал 25-34 м/с;
- СМЯ III рівня безпеки – надзвичайний шквал ≥ 35 м/с.

В якості джерел вихідної інформації для дослідження використовувалися дані метеорологічних спостережень над станціями України (штормові оповіщення у коді WAREP з пакету АРМСин) та інтерактивна база даних сайту Європейської лабораторії сильних штормів (European Severe Storms Laboratory ESSL) [14], всі випадки на вказаному ресурсі мали статус QC1, тобто були підтверджені фото- та відеоматеріалами, але не були зафіксовані на метеорологічних станціях (QC2).

В результаті роботи з вихідним матеріалом виявлено 40 випадків виникнення смерчів (рис. 1а) над Північно-Західним Причорномор'ям з 2006 по 2020 рр., які спостерігалися над Одеською, Миколаївською і Херсонською областями: 14, 7 та 19 випадків за період дослідження, відповідно. Причому, з року у рік кількість вихорів поступово зростала, як і над рештою територією України [15].

Як видно з рис. 1б у період дослідження кількість смерчів над Україною становила від 1 до 6 випадків на рік, тобто у середньому 2,1 випадки. Найчастіше смерчі (6 випадків) спостерігалися у 2020 р., а найменш за період, лише по 1 вихорю, виявилося у 2006, 2007 та 2012 рр., а у 2008, 2009 та 2011 рр. взагалі не було зафіксовано жодного смерчу. Характер міжрічної мінливості повторюваності смерчів дозволив зробити висновок про зростання кількості смерчів з 2006 по 2020 рр., але складно розрізнити внесок природних та соціальних чинників. Тобто, свою частку в збільшенні кількості зареєстрованих смерчів вносить бурхливий розвиток за останні роки соціальних мереж та наявності у населення можливості якісного фотографування подій та миттєвого розповсюдження знімків.

Як видно з рис. 1в більшість смерчів над регіоном (63%) виникала у червні, також вони активно утворювалися у травні – 42%. З графіка добового ходу видно, що найчастіше смерчі виникали у денні години, а найрідше вони спостерігалися у нічний час.

В залежності від області помітно змінювався сезонний хід смерчеутворення (рис. 2), а саме у Миколаївській області найбільше вихорів утворилося у червні (43%) та жодного вихорю не відмічалось у липні. У Херсонській області також смерчі переважно відмічалися у червні,

що склало 44%, значна кількість вихорів спостерігалася у травні та серпні (по 22%), вдвічі менше у липні (11%), а у квітні та вересні не було жодного вихорю. Над Одеською областю найчастіше смерчі виникали у травні (38%), у квітні та червні їх повторюваність становила по 25%. У найспекотніші місяці літа (липень та серпень) вихорі не відмічалися взагалі). Виявилось, що за 14 років смерчі у липні спостерігалися лише двічі над Херсонщиною – 3 липня 2013 р. та 26 липня 2017 р. у серпні кількість вихорів зросла до трьох.

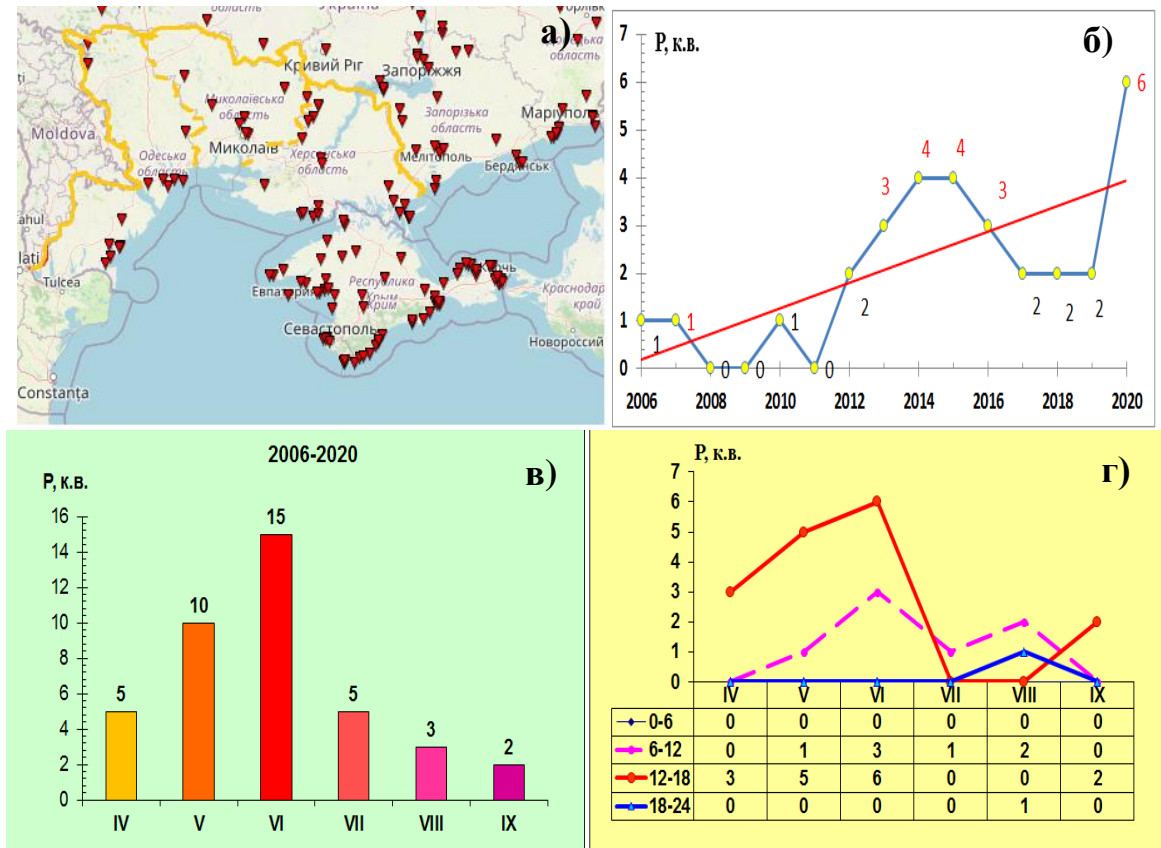


Рис. 1. Карта розповсюдження смерчів у Північно-Західному Причорномор'ї (а) та сезонна (б) і добова (в) активність їх утворення у 2006-2020 рр.

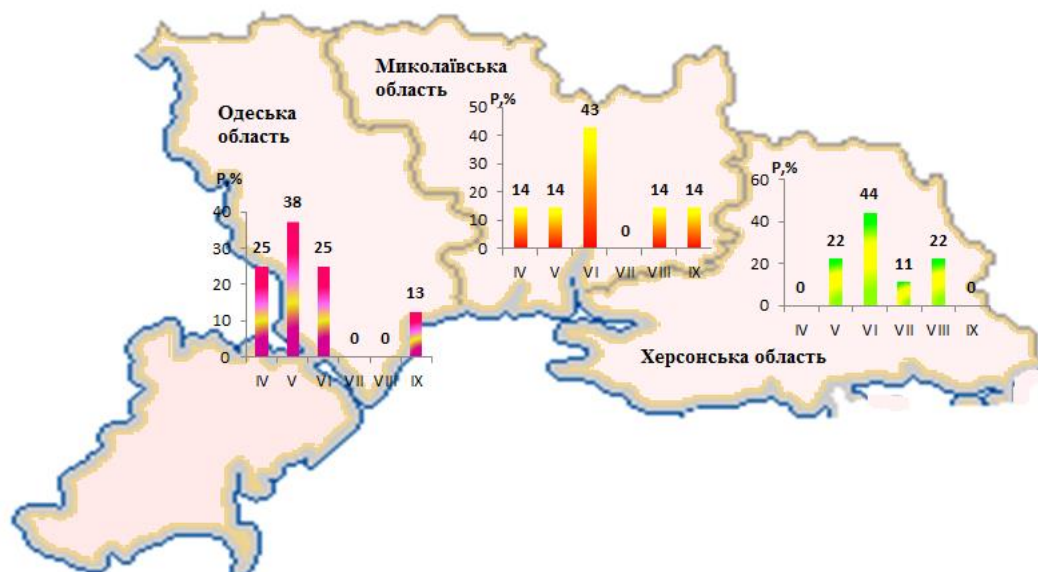


Рис. 2. Річний хід активності смерчеутворення над Одеською, Миколаївською та Херсонською областями у 2006-2020 рр.

Отже, над південним заходом України смерчі частіше виникали з 2006 по 2020 рр. над Одещиною у післяполудневі години. Над всім регіоном більшість вихорів спостерігалось у травні та червні, квітень та вересень характеризувалися помірною активністю їх формування.

У [4, 7, 8], наведено узагальнення стихійних метеорологічних явищ, зокрема шквалу, на території України за період 1986–2005 рр., тому для вивчення динаміки шквалоутворення в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях та вивчення змін, які виникли за останні п'ятнадцять років, був обраний наступний період з 2006 по 2020 роки.

Слід відмітити, що за цей період відбулося збільшення кількості шквалів на території Північно-Західного Причорномор'я порівняно з попередніми роками. Якщо за п'ятнадцять років з 1991 по 2005 рр. за даними [7] спостерігалось в середньому 28 випадків шквалу, то за 2006 – 2020 рр. за даними штормових попереджень ГМЦ ЧАМ – 261 (рис. 3).

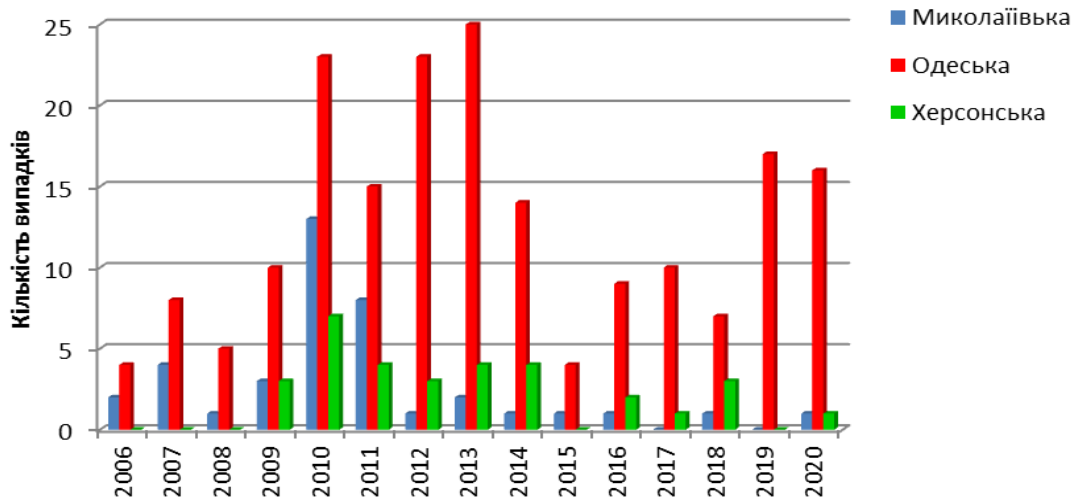


Рис. 3. Кількість випадків шквалу на території Миколаївської, Одеської та Херсонської областей. 2006-2020 рр.

В цілому на південному заході України шквали фіксуються майже щорічно у тій чи іншій області, однак у Херсонській області у 2006-2008, 2015 і 2019 рр. шквалові ситуації не виникали. Також не спостерігалися шквали в Миколаївській області у 2017 та 2019 роках. Найчастіше шквал відзначався в Одеській області – 190 випадків (72,8%), в Миколаївській області його кількість складала – 39 (15,2 %), а в Херсонській – 32 (12%) випадки, відповідно (рис.4).

За картою розподілу повторюваності шквалів по території Північно-Західного Причорномор'я можна виділити шквалонебезпечні райони (пункти) для кожної області (рис.4). В Одеській це – Білгород-Дністровський район, Черноморськ, Сербка та Любашівка. На Миколаївщині – Баштанський, Миколаївський райони та Первомайськ на півночі області. У Херсонській області це – Нижні Сірогози у Генічеському районі та Херсон.

Найбільша кількість шквалів в усіх трьох областях спостерігалася у 2010 році (43), але максимальну кількість шквалових ситуацій за рік відзначено в 2013 р. в Одеській області – 25 випадків. Мінімум повторюваності шквалів припадає на Херсонщину, де максимальні річні показники в досліджуваній період не перевищували 7 випадків (2010 р.). У Миколаївській області частота шквалів змінювалася від 1 до 13 випадків (2010 р.) (рис.5).

Залежно від синоптичної ситуації, як макро- так і мезомасштаба шквали можуть виникати в будь-яку пору року, але найбільш сприятливими умовами для їх формування характеризується тепле півріччя з квітня по жовтень з максимумом влітку. На території Північно-Західного Причорномор'я найчастіше вони відмічалися у липні з повторюваністю 38,3%, дещо менше у червні – 32%, але на Херсонщині шквали частіше відзначалися у червні (13 випадків). Мінімальна повторюваність шквалоутворення за розглянутий період у теплу пору року спостерігалася у серпні – 15,5%. Весною найбільша кількість була у травні – 11,5%, з яких 77% була в Одеській області. У вересні місяці шквали фіксувалися в Миколаївській та Одеській областях, а у жовтні відзначався лише один шквал на Одещині (рис.6).

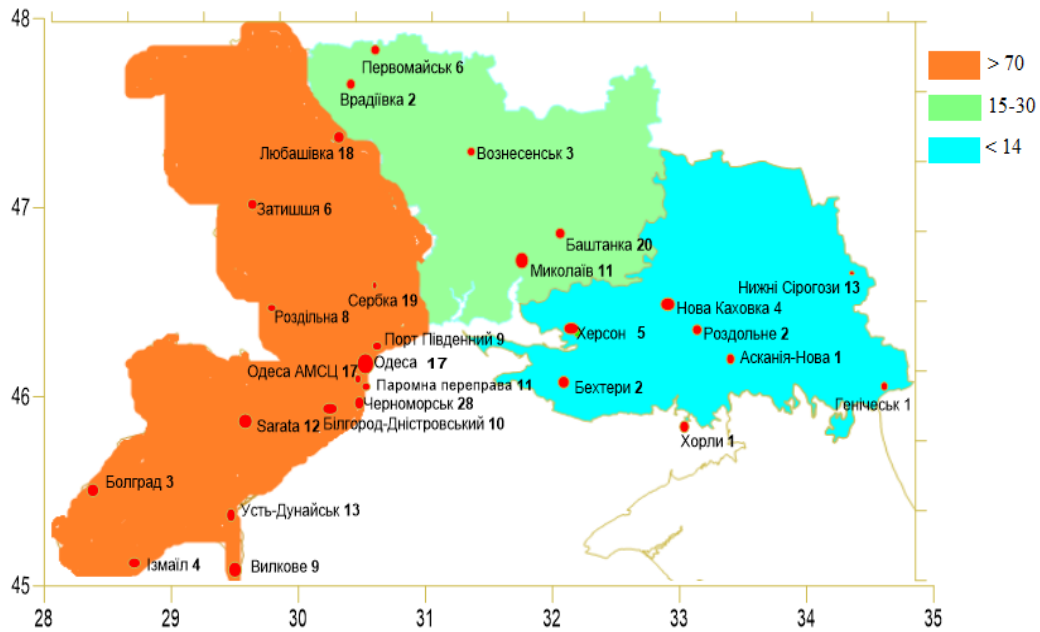


Рис. 4. Карта розподілу повторюваності (%) та кількість випадків шквалу за 2006-2020 рр. на території Північно-Західного Причорномор'я.

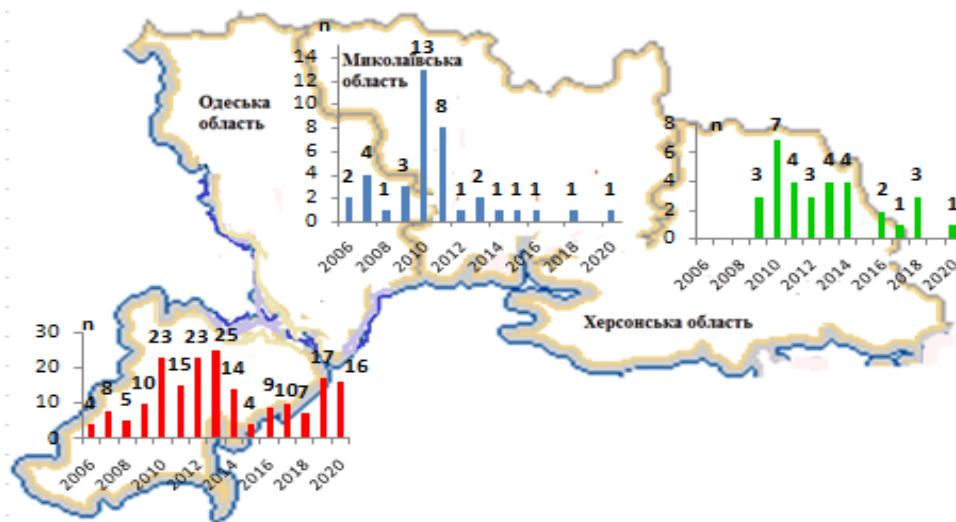


Рис. 5. Кількість випадків шквалів на території Миколаївської, Одеської та Херсонської областей у 2006-2020 рр.

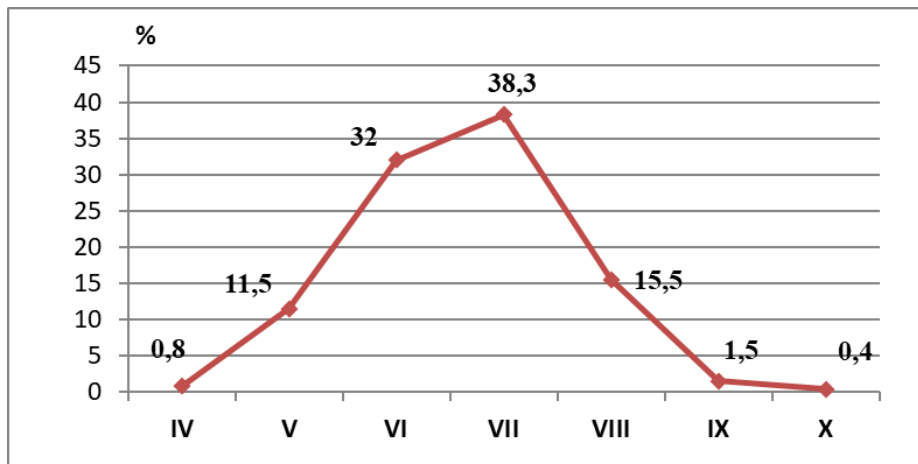


Рис. 6. Повторюваність шквалу (%) за теплий період 2006-2020 рр.

Шквал – це короткочасне явище, яке зазвичай триває від 6 до 12 хвилин, що для території Північно-Західного Причорномор'я становить від 25,7 до 28,1% (рис. 5). Шквал близько 15 хв. відзначався у 18,7% випадків (рис. 7).

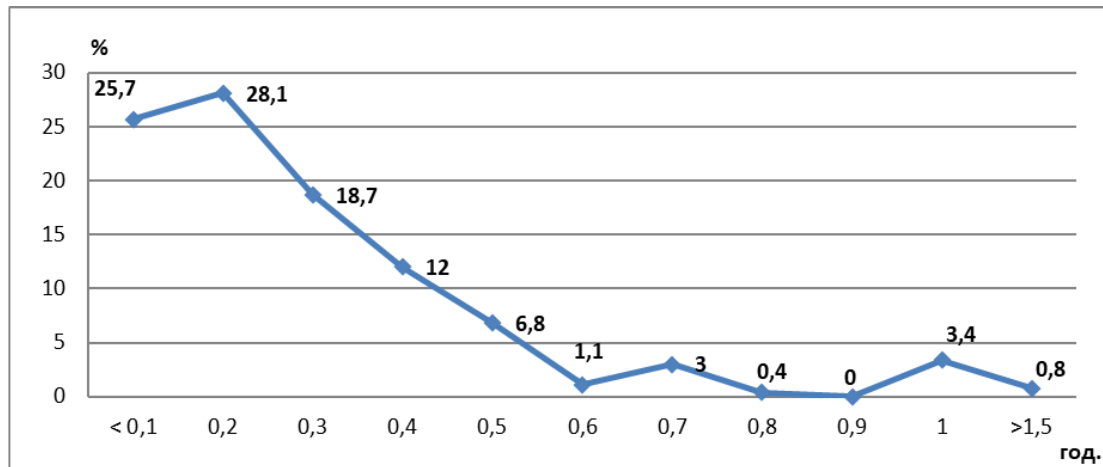


Рис. 7. Повторюваність шквалу різної тривалості

Максимальна тривалість шквалу може коливатися в межах 2-3 годин. Шквал такої тривалості зафіксований 28 липня 2010 р. на території Миколаївської області (2,15 год.) у Баштанці. Швидкість вітру становила 20 м/с. У Херсонській області на станції Нижні Сірогози 23 червня 2010 року він тривав 2,20 год., і інтенсивністю 15-20 м/с. В Одеській області максимальна тривалість шквалу склала 1,25 годину (Паромна Переправа), 16 травня 2010 року. Швидкість вітру досягала 20 м/с.

На Миколаївщині частіше спостерігалися шквали тривалістю близько 15 хвилин (23%), в Одеській області – 6 хвилин (29%), а на Херсонщині – 12 хвилин (35%) (рис. 8).

При дослідженні процесів шквалоутворення велике значення мають дані про максимальну швидкість вітру під час шквалу, які визначають ступінь його небезпечності. Цей параметр головним чином залежить від інтенсивності циркуляційних процесів, які формують шквалову ситуацію в регіоні.

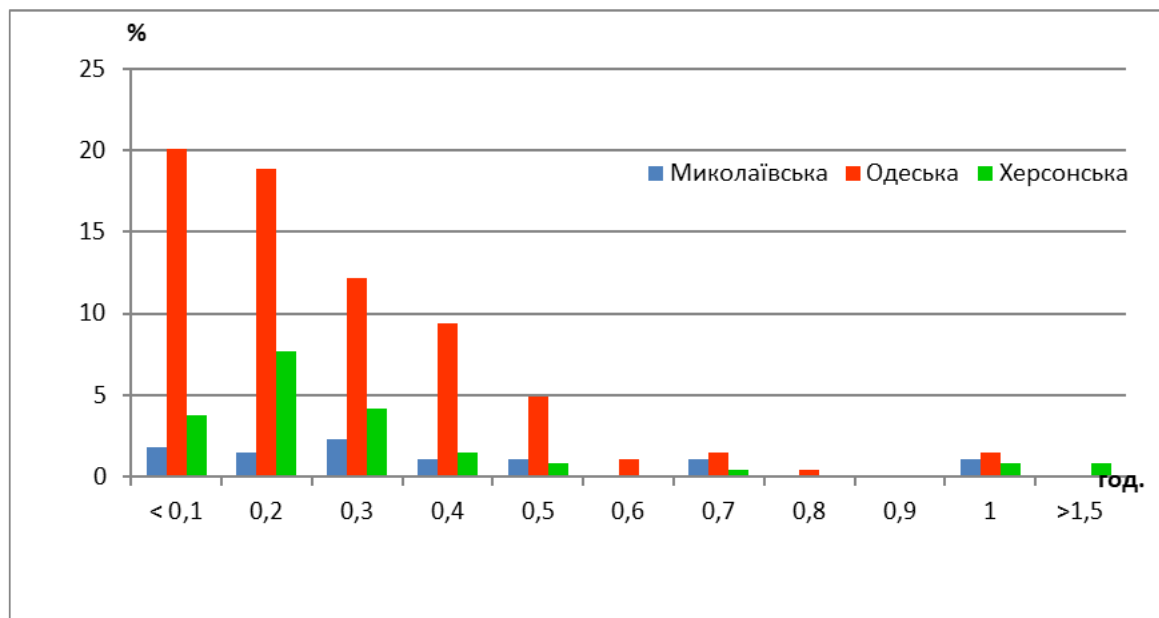


Рис. 8. Повторюваність шквалу різної тривалості на території Миколаївської, Одеської та Херсонської областей у 2006-2020 рр.

Шквали зі швидкістю до 15 м/с на території південного-заходу України спостерігалися в 15% всіх випадків. Найбільша повторюваність шквалів відзначалась в градації швидкості вітру 15-24 м/с – шквали першого рівня небезпеки (НМЯ I) – 81% (рис.9).

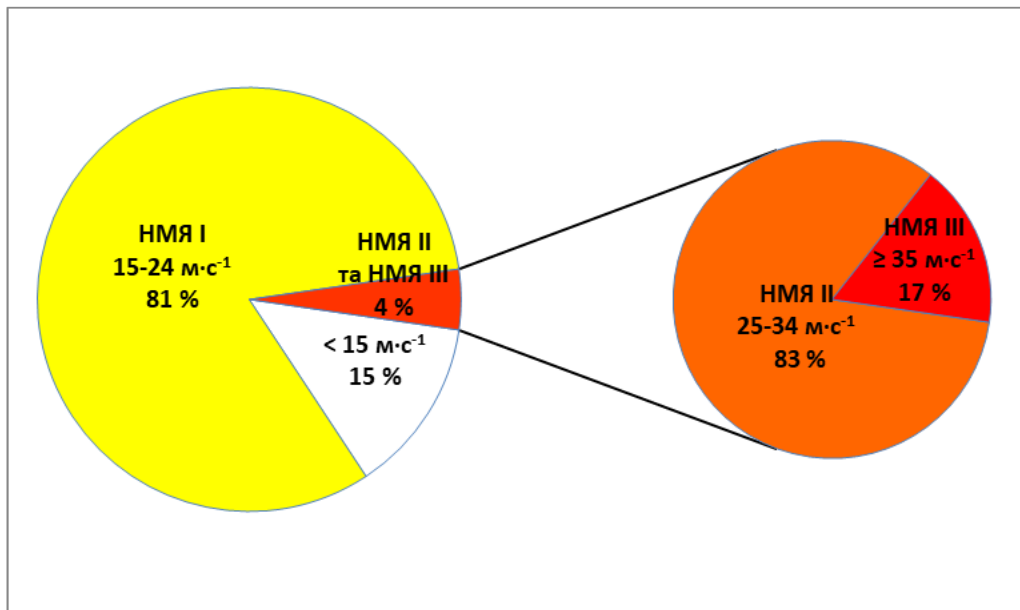


Рис. 9. Розподіл повторюваності шквалів на півдні України за період 2006-2020 рр. за інтенсивністю

Небезпечні метеорологічні явища II і III рівня спостерігалися досить рідко, всього в 4% випадків. З них лише два епізоди відзначені з максимальною швидкістю понад 35 м/с, це Генічеськ (Херсонської обл.) 29.06.2013 р. о 12:28 – шквал з грозою, швидкість вітру 40 м/с, та метеостанція Одеса АМСЦ 3 квітня 2015 року – 37 м/с. Зазвичай, такі руйнівні швидкості вітру спостерігаються на холодних фронтах.

Середня швидкість вітру екстремальних шквалів на території Одещини становила від 18 до 22 м/с. Для Миколаївської та Херсонської областей цей показник варіював від 16 до 18 м/с (рис.10).

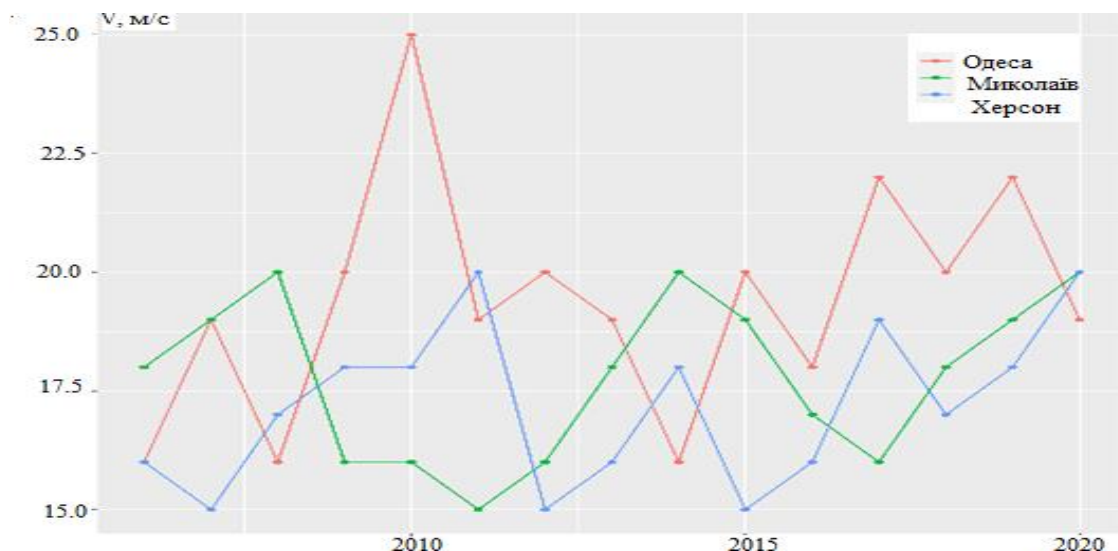


Рис. 10. Середня інтенсивність шквалу на території Миколаївської, Одеської та Херсонської областей по рокам. 2006-2020 рр.

Отже, за період 2006-2020 рр. спостерігається чітка тенденція до зростання кількості випадків зі шквалами різної інтенсивності на всій території Північно-Західного Причорномор'я. Насамперед, це пов'язано зі зміною атмосферної циркуляції, посиленням інтенсивності меридіональних процесів, виходом активних циклонів на південний захід України, що призводить до збільшення баричних та термічних градієнтів і, як наслідок, до зростання швидкості вітру і виникненню шквалів.

Висновки.

1. Визначено, що у Північно-Західному Причорномор'ї з 2006 по 2020 рр. смерчі виникали відносно частіше над територією Одеської області. В цілому у регіоні більшість смерчів (38 та 25%) утворювалася у червні та травні у денні часи. У Миколаївській та Херсонській областях вихори переважно формувалися у червні, а на Одещині вони найчастіше виникали у травні.

2. Виявлено, що за період 2006-2020 рр. кількість випадків зі шквалами різної інтенсивності дещо збільшилась порівняно з попередніми роками на всією територією Північно-Західного Причорномор'я. Найбільш шквалонебезпечною є Одеська область (72,8%) через кліматичні та географічні властивості регіону. Найчастіше (81%) виникали шквали першого рівня небезпеки (НМЯ I) зі швидкістю вітру 15-24 м/с.

REFERENCES

1. State of Climate in 2021: Extreme events and major impacts (2021). *Press Release Number: 31102021*. Retrieved from <https://public.wmo.int/en/media/press-release/state-of-climate-2021-extreme-events-and-major-impacts>
2. Brooks, HE (2013) "Severe thunderstorms and climate changes" *Atmospheric research*, 123, 128-138. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.04.002>
3. Tippet, MK, Allen, JT, Gensini, VA, Brooks, HE (2015) "Climate and Hazardous Convective Weather" *Curr Clim Change Rep* (2015) 60-73. <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0006-6>.
4. Balabukh, V., Lavrynenko, O., Bilaniuk, V., Mykhovych, A., Pylypovych, O. (2018) "Extreme Weather Events in Ukraine: Occurrence and Changes". *Open access peer-reviewed chapter*. Retrieved from <https://www.intechopen.com/chapters/61828/> <https://doi.org/10.5772/intechopen.77306>
5. Osadchyy, V.I., Babichenko, V.M. (2012) "Dynamika stykhiynykh meteorolohichnykh yavlyshch v Ukrayini" ("Dynamics of natural meteorological phenomena in Ukraine") *Ukrayins'kyi heohrafichnyy zhurnal*, 4, 8-14. (in Ukrainian)
6. Semerhei-Chumachenko, AB, Ozymko, RR (2019) "Syl'ni doshchi ta zlyvy u Zakarpat-s'kiy oblasti yak stykhiyni meteorolohichni yavlyshcha (1999-2018 rr.)" ("Heavy rains and showers in the Transcarpathian region as natural meteorological phenomena (1999-2018)") *Ukrayins'kyi heohrafichnyy zhurnal*, 4 (108), 11-17. (in Ukrainian)
7. Lipins'kyi, VM, Osadchyy, VI, Babichenko, VM (Ed.). (2006). *Stykhiyni meteorolohichni yavlyshcha na terytoriyi Ukrayiny za ostannye dvadtsyatyrychchya (1986-2005 rr.)* (Natural meteorological phenomena on the territory of Ukraine for the last twenty years (1986-2005)). Kyiv: Nika-Tsentr. (in Ukrainian)
8. Lipinsky, VM, Dyachuk, VA, Babichenko, VM (Ed.). (2003). *Klimat Ukrayiny (Climate of Ukraine)*. Kyiv: Vydavnytstvo Rayevs'koho. (in Ukrainian)
9. Ivus, HP (2012) *Spetsializovani prohnozy pohody (Specialized weather forecasts)*, Odessa: TES. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/609> (in Ukrainian)
10. Agayar, EV. (2021) *Spetsializovani prohnozy nebezpechnykh yavlyshch pohody: navchal'nyy posibnyk (Specialized forecasts of dangerous weather phenomena: a textbook)*. Odessa: Odessa State Environmental University. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9400> (in Ukrainian)
11. Markowski, PM, Richardson, YP (2009) "Tornadogenesis: Our current understanding, forecasting considerations, and questions to guide future research" *Atmospheric Research*, 93, 3-10.
12. Agayar, EV, Semerhei-Chumachenko, AB, Zubkovych, SO (2020) "Applying prediction models for short-term hail forecasting in southern Ukraine" *Bulletin of V.N. Karazin, Series "Geology. Geography. Ecology"*, 53, 71-81. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-05>
13. 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)
14. European Severe Weather Database (2021) Retrieved from <https://www.eswd.eu/>
15. Semerhei-Chumachenko, AB, Krolenko, YI (2017) "Tornadoes over Ukraine in 2001-2016" *SWorld Journal*, 12 <https://www.sworld.com.ua/e-journal/swj12.pdf>