

Державна гідрометеорологічна служба України

Гідрометеорологічний центр  
Чорного та Азовського морів

**ВІСНИК**

**ГІДРОМЕТЦЕНТРУ  
ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ**

**№ 1 (23)**

Одеса - 2019

**Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.  
Державна гідрометеорологічна служба України.**  
— 2019. — № 1(23). — 144 с. — Мови: укр., рос.

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.  
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.**  
— 2019. — № 1(23). — 144 с. — Языки: укр., рус.

***Редакційна колегія***

Головний редактор: Неверовський І. П.  
Члени редакційної колегії: Лаврентьева В. М.  
Драган А. М.  
Комп'ютерна верстка: Щеголева М. А.

**Адреса редакційної колегії:** Україна, 65009, м. Одеса,  
вул. Французький б-р, 89  
ГМЦ ЧАМ  
тел. (0-482) 63-16-10  
[www.odessabul@ukr.net](mailto:www.odessabul@ukr.net)

*Свідоцтво про держ. реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
серія ОД № 1690-561Р від 12.03.2013 р.*

*Чумаченко В. В., Недострелова Л. В.*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ РІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ГРОЗОЮ НАД ОДЕСОЮ**

**Вступ.** Грози є важливою складовою глобального електричного поля, що об'єднує атмосферу і Землю. Дослідження грозовій діяльності допоможе скласти повну картину цілого ряду процесів, що відбуваються в атмосфері. Забезпечення ефективного грозозахисту, зокрема шляхом активних дій на хмари і опади, можливо тільки при знанні фізичних механізмів, відповідальних за формування гроз. У грозових хмарах найбільшу погрозу для авіації представляють такі небезпечні явища, як сильна турбулентність, потужні вертикальні струми повітря, інтенсивне обледеніння, електричні розряди, гради й зливові опади. Слід зазначити, що всі ці небезпечні явища можуть спостерігатися одночасно. Під хмарами небезпеку представляють шквалисті вітри, що досягають іноді ураганної сили, смерчі, зливові опади (дощ, гради, сніжні заряди), між хмарами сильні спадні й висхідні повітряні потоки, зсуви вітру. Купчасто-дощові хмари серед хмар вертикального розвитку викликають найбільший інтерес, оскільки з ними пов'язані атмосферні явища, які в деяких випадках мають небезпечний характер: зливи, шквали, грози, град.

**Аналіз публікацій.** Всі процеси в хмарах проводять при постійній взаємодії хмарного повітря з оточуючим повітрям. Що стосується електрики атмосфери, то вона є фоном для електричних процесів у хмарах. Але разом з тим, електрика хмар у значній мірі формує електрику атмосфери. Електричне поле нижніх шарів атмосфери формується під дією випромінювання радіоактивних речовин. Тому найбільша густина позитивного заряду спостерігається біля земної поверхні. З висотою вона зменшується. Існує велика кількість гіпотез про формування електричної структури грозової хмари [1-5]. Але загально прийнятої теорії цього складного явища ще не розроблено. Найбільше визнання має схема будови грозової хмари, яка була запропонована Сімпсоном та Робінсоном, а потім уточнена Байерсом, Бреіамом, Пірсом й іншими [1]. У верхній частині хмари, яка розташовується вище ізотерми  $-12^{\circ}\text{C}$ , переважають додатні заряди, що виникають на льодяних частках. У нижній частині хмари зосереджуються головним чином від'ємні заряди. Такий роз-

поділ об'ємних зарядів найбільш крупного масштабу обумовлюється впливом різних процесів електризації. Але треба мати на увазі, що в хмарах одночасно спостерігаються процеси, що сприяють та шкодять накопиченню зарядів на хмарних частках просторовому розділенню значних об'ємів часток, які мають заряди одного знаку. Мейсон на основі того, що велику інтенсивність мас електризація обумовлена осадженням переохолоджених краплин на поверхні градин і круп, побудував теорію утворення об'ємних зарядів у грозовій хмарі. Враховуючи такі фактори, як розподіл круп за розмірами, змінювання швидкості висхідних потоків повітря з висотою, струм стікання обумовлений провідністю повітря й струмом під грозовою хмарою, він отримав рівняння для швидкості накопичення зарядів і змінення напруженості електричного поля. Таким чином, під впливом вертикальних рухів відбувається розділення зарядів хмари з переваженням додатних у верхній частині і від'ємних у нижній, тобто зарядів першого масштабу з напруженістю, яка має порядок  $10^5$  В/м. Більш високі значення напруженості, що мають порядок  $10^6$  В/м, необхідні для виникнення блискавок, утворюються під впливом турбулентності. Турбулентність відіграє подвійну роль. По-перше, при посиленні дрібномасштабної турбулентності зростає струм провідності, що зменшує напруженість електричного поля першого масштабу, тобто по хмарі в цілому. По-друге, досить великі турбулентні об'єми, відриваючись від загального потоку, наближаючись з такими ж великими об'ємами, що утримують заряди протилежного знаку, збільшують напруженість поля. Неоднорідність електричного поля меншого (другого) масштабу, що породжується макромасштабною турбулентністю, спроможна збільшити напруженість електричного поля до критичних значень, результатом чого є виникнення електричних розрядів у середині хмари, між сусідніми хмарами, та між хмарою та землею поверхнею [1-8].

Купчасто-дощові хмари утворюються з могутньо-купчастих, коли їх вершини проникають у шари атмосфери, де температура набагато нижча від  $0$  °С. Верхня частина купчасто-дощової хмари (*Cb*) може залишатися куполоподібною — *Cb calv* (лисе), але частіше з неї викидаються пучки перистих хмар у виді парасолі або на ковальні. Так виникають *Cb cap* (волосаті), різновидністю яких є купчасто-дощові з на ковальнею *Cb inc*. Купчасто-

дощові хмари складаються з однієї або декількох конвективних ячеек. Конвективна ячейка включає область висхідного та компенсаційного низхідного потоків. У більшості купчасто-дощових хмар ці конвективні ячейки мають подібні структури й поведінки і, таким чином, можуть розглядатись як деякий властивий для таких хмар клас конвективних явищ [1]. Життєвий цикл ячейки поділяють на три стадії в залежності від переважних напрямків вертикального руху повітря та його інтенсивності. Перша стадія купчастої хмари характеризується висхідними рухами в більшій частині ячейки. Друга стадія зрілості — характеризується наявністю як висхідних, так і низхідних рухів. Третя стадія розпаду — характеризується слабкими низхідними рухами у більшій частині ячейки.

Купчасто-дощову хмару, у якій спостерігається одна конвективна ячейка, називають моноячейковою. Але частіше хмари купчасто-дощові утримують декілька конвективних ячеек. Такі називаються мультіячейками. Окремі ячейки послідовно розвиваються з правої сторони величезної хмарної системи, якою являють собою мультіячейкові *Cb*. Незважаючи на те, що кожна ячейка має обмежений життєвий цикл, багаторазовий розвиток нових приводить до тривалого існування *Cb*. Надзвичайно могутніми є суперячейкові купчасто-дощові хмари. Вони мають й найбільшу тривалість існування, яка досягає декількох годин. Ці хмари складаються з однієї квазістаціонарної конвективної ячейки. Діаметр її інколи може досягати 10-15 км. Ячейка об'єднує висхідний і низхідний потоки, які розташовуються один біля одного. На відміну від мультіячейкових купчасто-дощових хмар, у яких ячейки швидко змінюють свої характеристики, в суперячейкових хмарах вони залишаються практично незмінними на протязі десятків хвилин. Суперячейкові *Cb* характеризуються дуже великими швидкостями висхідних потоків. Якщо у моноячейкових і мультіячейкових хмарах вони досягають декількох м/с і іноді 10-20 м/с, то у суперячейковій хмарі 30-50 м/с і навіть більше [1].

**Результати дослідження.** За багаторічними даними про грозову активність над Одесою було визначено кліматичні показники грозоутворень. Результати дослідження представлено в табл. 1-2.

Таблиця 1.

## Місячна кількість днів з грозою на станції Одеса

Місяць	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Всього
2009		2	4	11	2	2	1		22
2010	1	10	5	7	2	1		3	29
2011	1	3	7	4	2	1			18
2012	2	8	8	5	5	1			29
2013		2	13	4	2				21
2014		8	4	7	4	2			25
2015	1	1	5	5			1		13
2016	3	6	3	1	4	1	3	1	22
2017		1	4	7	6	1			19
2018	1	2	5	9	1	4			22
Всього	9	43	58	60	28	13	5	4	220

В табл. 1 наведені дані про місячну кількість днів з грозами на ст. Одеса за період з 2009 року по 2018 рік. В отриманих даних виділяються 3 місяці, грози в яких спостерігались за кожен рік, а саме: травень, червень та липень. Максимуми відзначалися наступні: в травні — 10 днів, в червні — 13 днів — максимальна кількість за весь період дослідження, та в липні — 11 днів з грозою. У серпні гроз не виявлено тільки у 2015 році, максимальне значення зафіксовано в 2017 році — 6 днів з грозою. В квітні грози спостерігались у шести роках, максимум виявлено у 2016 році — 3 дні. Осінні місяці характеризувалися меншою кількістю днів з грозами. У восьми роках грози було зафіксовано у вересні, максимум — 4 дні — у 2018 році, 2013 та 2015 роках грози відсутні. Грози в жовтні були визначені тільки за 3 роки: 2009, 2015 — 1 день та в 2016 році — максимальна кількість становить 3 дні. Листопад характеризувався найменшою кількістю днів з грозами. В цей місяць грози було зафіксовано тільки за два роки: в 2010 — 3 дні та в 2016 році — 1 день.

В річному ході виділяється 2016 рік, саме він характеризується наявністю гроз за всі вісім місяців (з березня до листопада). Найменшу кількість місяців з грозами було визначено в 2013 році, зафіксовано явища тільки в чотирьох місяцях (з травня до серпня), максимум спостерігається в червні — 13 днів з грозою. Незвичними були 2015 та 2010 роки. В 2010 році грози спостерігались від квітня до листопада, але відсутні в жовтні, в 2015 році дні з грозами були зафіксовані від квітня до жовтня,

але відсутні у серпні та вересні. Максимальні значення по роках: у 2009 році — 11 днів було виявлено в липні, 2010 рік — 10 днів з грозами в травні, 2011 — 7 днів (червень), 2012 рік — 8 днів у травні і червні, у 2013 році — 13 днів (червень) — максимальне значення за весь період, 2014 році — 8 — у травні, 2015 — 5 днів (червень, липень), 2016 рік — 6 днів у травні, 2017 — 7 днів та в 2018 році 9 днів з грозами були зафіксовані в липні.

Таблиця 2.

Середня кількість днів з грозою на станції Одеса  
за два періоди (1961-1990 рр. і 2009-2018 рр.)

Місяць	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Рік
1961-1990 рр.	0,07	0,9	3,5	7,0	6,3	3,9	2,0	0,4	0,2	24,3
2009-2018 рр.	0,0	0,9	4,0	5,8	6,0	2,8	1,3	0,5	0,4	21,5

В табл. 2 представлено кількість днів з грозами по місяцях і за рік за два періоди: перший — з 1961 по 1990 рік (кліматична норма), другий — з 2009 по 2018 рік. З таблиці видно, що максимальна середня кількість днів з грозою в перший період спостерігається в червні та становить 7 днів. Значення, менші за одиницю, мають місце в березні, квітні, жовтні та листопаді. Це свідчить про те, що в ці місяці грози спостерігалися не кожен рік за показниками кліматичної норми. За рік середня кількість днів з грозою складає 24,3 дні. В другому періоді максимум кількості днів з грозами виявлено в липні і він дорівнює 6 дням, що на один день менше, ніж у кліматичній нормі. Грози спостерігалися не кожен рік у періоді 2009-2018 роки в квітні, жовтні та листопаді. В березні, на відміну від кліматичної норми, випадків гроз в другий період не зафіксовано. Порівнювальний аналіз двох періодів дає змогу зробити наступні висновки. В квітні грози були не кожен рік і за два періоди мають однакову кількість — 0,9 дня. Травень відрізняється тим, що за кліматичною нормою на станції Одеса днів з грозами було на 0,5 дня менше, ніж за 2009-2018 рік. З червня по вересень кількість днів з грозами менша у другий період, а саме: червень — на 1,2, липень — на 0,3, серпень — на 1,1, вересень — на 0,7 дня. Осінні місяці жовтень і листопад характеризуються збільшенням кількості днів з грозами у другому періоді на 0,1 та 0,2 дня. Аналіз середніх значень за рік показує, що в другий період кількість днів з грозами зменшилась на 2,8 порівняно з кліматичною нормою.

**Висновки.** Дослідження багаторічних даних про грозову діяльність над Одесою дають можливість зробити наступні висновки. В річному ході виділяється 2016 рік, саме він характеризується наявністю гроз за всі вісім місяців (з березня до листопада). Найменшу кількість місяців з грозами було визначено в 2013 році, зафіксовано явища тільки в чотирьох місяцях (з травня до серпня), максимум спостерігається в червні — 13 днів з грозою. Максимальну кількість днів з грозами виявлено в липні і вона дорівнює 6 дням, що на один день менше, ніж у кліматичній нормі. Грози спостерігалися не кожен рік у періоді 2009-2018 роки в квітні, жовтні та листопаді. В березні, на відміну від кліматичної норми, випадків гроз в період дослідження не зафіксовано.

### *Література*

1. Школьный С. П. Физика атмосферы: Підручник. — К.: КНТ, 2007. — 486 с.
2. Имянитов И. Н. Ток свободной атмосферы. — Л.: Гидрометиздат, 1965. — 239 с.
3. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. — Л.: Гидрометиздат, 1984. — 751 с.
4. Лучник В. М. Физика грозы. — Л.: Гидрометиздат, 1974. — 325 с.
5. Шишкин Н. С. Облака, осадки грозовая электрика. Вид. 2-е. — Л.: Гидрометиздат, 1964. — 401 с.
6. Недострелова Л., Чумаченко В., Недострелов В. Дослідження процесів грозоутворення над Одесою // INTERNATIONAL SCIENCE JOURNAL “POLISH SCIENCE JOURNAL”. Issue 8. — Warsaw, 2018. — С. 22-27.
7. Недострелова Л. В., Чумаченко В. В. Сезонные особенности формирования гроз на аэродроме Одесса // Мат. Междунар. конф. “Современные проблемы географии и геологии” (посвящ. 100-летию Ереванского гос. ун-та). — Ереван, 2018. — С. 265-269.
8. Недострелова Л., Чумаченко В. Дослідження процесів грозоутворення над Одесою // X International Scientific Conference “Modern scientific challenges and trends”. — Warsaw, Poland, 2018. — С. 22-27.