

УДК 551.51

ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ ГРОЗ НА АМСЦ ОДЕСА НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

Л. В. Недострелова, В. В. Чумаченко

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, nedostrelova@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-8532-0481>

В статті представлено результати дослідження грозової діяльності на АМСЦ Одеса за період 2000-2019 рр. В умовах інтенсивного потепління грозова активність реагує на зміни температури, вологості, радіаційного режиму та складу атмосфери. Сучасні кліматичні зміни, що характеризуються підвищенням температури повітря, мають вирішальний вплив на умови формування небезпечних явищ погоди, тому моніторинг утворення грозових явищ на території України є актуальним питанням.

В роботі проведено аналіз синоптичних умов формування грозової діяльності: внутрішньомасові процеси, фронтальна діяльність, досліджено добуву й денну мінливість кількості випадків гроз за наведений період. В якості вхідних даних для визначення особливостей грозової діяльності над Одесою було використано дані щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами на АМСЦ Одеса за період 2000-2019 роки. Було опрацьовано авіаційні щоденники погоди АВ-6 для виявлення наявності, часу й тривалості грозової активності. Для аналізу типу явища використовувався синоптичний матеріал: інтерактивна база АРМсин, приземні синоптичні карти за строки спостереження перед та під час грози.

Встановлено, що протягом періоду дослідження внутрішньомасові грози сформувалися у 370 випадках грозової діяльності в пункті спостереження. Фронтальні грози утворюються рідше, в 241 випадку за 20 років. Найбільша кількість таких гроз формується на холодному фронті і становить 129 випадків. На фронті оклюзії виявлено 75 гроз. Мінімум зафіксовано на теплому фронті, всього 37 випадків, що становить 15 % від загальної кількості фронтальних утворень.

Протягом досліджуваного періоду зафіксовано 620 випадків гроз, з яких 195 гроз – це сухі грози. Значна увага приділяється добовій і денній мінливості кількості гроз на АМСЦ Одеса. У добовому ході більша кількість гроз спостерігається в денні години і складає 393 випадки, з яких 130 випадків сухих гроз. Нічні грози становлять 227 випадків, з них 65 – сухі грози. В денному розподілі виявлено більшу кількість гроз в післяполудневі години.

Ключові слова: грозова активність; зміна клімату; фронтальні грози; внутрішньомасові грози; синоптичні умови; добовий хід; денний розподіл

1. ВСТУП

Сучасні зміни клімату можна вважати встановленим фактом і є всі підстави думати, що вони будуть мати негативні і непередбачувані наслідки для багатьох галузей економіки країни. Інтенсивність і повторюваність погодних і кліматичних аномалій останнім часом зростає як в Україні, так і в світі. Для стратегічного планування стійкого розвитку регіонів і формування державної програми адаптації до кліматичних змін необхідно чітко уявляти зміни режиму багатьох метеорологічних величин, що визначають клімат [1-3]. Важливе місце належить питанню зміни режиму хмарності, а також повторюваності й інтенсивності стихійних явищ, що її супроводжують. Чисельні небезпечні метеорологічні явища – сильний дощ, сильний вітер, град,

шквал, смерч часто спостерігаються при грозах. Грози є одним з небезпечних явищ погоди, пов'язаних з конвективною хмарністю [4-7].

Гроза є наслідком нестійкості атмосфери, що проявляється у появі значних вертикальних рухів вологого повітря при великих температурних градієнтах і утворенні потужних купчастих і купчасто-дощових хмар. Головним процесом, що зумовлює утворення гроз всередині однорідних повітряних мас, є термічна конвекція у чистому вигляді або в поєднанні з динамічною, чи під впливом орографії місцевості. Внутрішньомасові грози та зливи утворюються над континентом головним чином влітку в післяполудневі години, коли температура повітря біля поверхні землі максимальна; над морем ці явища спостерігаються найчастіше взимку та в нічні години.

Типовими синоптичними ситуаціями виникнення внутрішньомасових гроз є тилова частина циклону та циклон, що заповнюється. В південних областях України вертикальна потужність хмар сягає 8...10 км, тобто майже до тропопаузи. На решті території України ці грози проявляються мляво, тому що хмари вертикально розвиваються до 4...5 км, а вище існують затримуючі (інверсійні) шари [4, 6, 7].

Фронтальні грози утворюються внаслідок витіснення теплого вологого повітря наступаючим валом холодного. Зона грозової діяльності (значної горизонтальної протяжності) звичайно розміщується вздовж фронту на декілька сот, а впоперек фронту на декілька десятків кілометрів. Найбільш сприятливі умови для потужного розвитку купчасто-дошових хмар з сильними грозами та зливами утворюються при дивергенції висотних повітряних течій. Грозові хмари на холодних фронтах часто досягають висоти тропопаузи, а іноді перевищують її. Грози теплих фронтів виникають над Україною значно рідше, їх найбільша активність у вечірні та нічні години, коли циклони рухаються з півдня та південного заходу, а в їх теплі сектори виносяться маси вологого тропічного повітря [4-7].

На особливу увагу заслуговують сильні грози, які супроводжуються одночасно зливами з градом, шквалами та іноді смерчами. Утворення подібних надзвичайних явищ погоди спостерігається поблизу чи в центрі невеликого хвильового збурення, де існують зони з досить контрастними температурами. В теплій повітряній масі денні температури звичайно перевищують 30...35 °С, а в холодному повітрі вони коливаються в межах 16...22 °С. Потужні грозові хмари із зливами виникають поблизу центра збурення в післяполудневі години [4].

Одночасно із зливами при грозах спостерігаються електричні розряди (блискавки) між хмарами чи між хмарами і землею, а також різке посилення вітру у вигляді вихорів з горизонтальною (шкваловий ворот) та іноді вертикальною (смерч) осями [4-7].

Дослідження останніх десятиліть показали, що грозова активність чутливо реагує на зміни радіаційного режиму, вологості, температури та складу атмосфери. Вивчення сучасних регіональних особливостей формування гроз є основною метою моніторингу грозових явищ. Сучасні кліматичні зміни, що характеризуються підвищенням температури повітря, мають вирішальний вплив на умови формування небезпечних явищ погоди [1, 4, 8-12], тому моніторинг утворення грозових явищ на території України є ак-

туальним питанням, а дослідження умов формування і їх динаміки в часовому масштабі метою даної роботи.

2. ОПИС МАТЕРІАЛІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Україна має складний характер атмосферних процесів і умов погоди. Територія країни знаходиться на стику циркуляційних систем помірних і субтропічних широт. У ряді досліджень автори виділяють три характерні особливості циркуляції в Україні: ослаблення циклонічної і посилення антициклонічної діяльності, різноманіття і складність сезонних змін атмосферної циркуляції, ослаблення активності атмосферних процесів [13].

Відомо, що в Україну часто переміщуються повітряні маси з північних районів Атлантики і арктичних морів, рідше з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря [13]. Однак, найбільшу повторюваність має континентальне повітря. Воно формується над великими рівнинами материка Євразії з поступаючих сюди мас арктичного і континентального помірного повітря. При наявності малоградієнтних областей підвищеного тиску територія України може служити осередком формування континентального помірного повітря взимку, а влітку – континентального тропічного повітря. Перенесення повітряних мас на Україну відбувається при різних циркуляційних процесах. Вони відрізняються різноманіттям форм і сезонними особливостями, що значною мірою зумовлює часту зміну і складність погодних умов [13].

В якості вхідних даних для визначення особливостей грозової діяльності над Одесою було використано дані щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами на АМСЦ Одеса за період 2000-2019 роки. Було опрацьовано авіаційні щоденники погоди АВ-6 для виявлення наявності, часу й тривалості грозової активності. Для аналізу типу явища використовувався синоптичний матеріал: інтерактивна база АРМсин, приземні синоптичні карти за строки спостереження перед та під час грози.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для дослідження типізації гроз, як зазначалося вище, було зроблено аналіз синоптичного матеріалу в періоди, коли над пунктом спостереження відбувалися процеси грозоутворень. В табл. 1 наведено розподіл грозової діяльності за аеро-синоптичними умовами формування.

Таблиця 1 – Кількість випадків фронтальних і внутрішньомасових гроз на АМСЦ Одеса
Table 1 – Number of cases of frontal and intramass thunderstorms at the AMSC Odesa

Рік	Види гроз			Внутрішньомасова гроза
	Фронтальна гроза			
	Фронт оклюзії	Теплий фронт	Холодний фронт	
2000	1	3	6	14
2001	6	0	2	21
2002	2	2	5	10
2003	5	2	8	12
2004	2	2	5	15
2005	3	0	8	21
2006	1	1	5	19
2007	5	2	7	10
2008	1	3	10	25
2009	8	2	18	33
2010	5	4	2	24
2011	3	0	6	17
2012	1	0	12	25
2013	6	1	3	26
2014	1	4	4	26
2015	1	0	2	14
2016	10	1	4	10
2017	6	2	12	16
2018	6	4	5	18
2019	2	4	5	14
Всього	241			370

Протягом 2000 року спостерігається 10 гроз за фронтальним походженням, з яких на фронті оклюзії (ФО) зафіксовано 1 випадок, на теплому фронті (ТФ) – 3 і на холодному фронті (ХФ) – 6 гроз. Внутрішньомасових визначено 14 випадків. В 2001 році спостерігається 8 фронтальних гроз, з яких на ФО – 6 випадків, ХФ – 2 грози, на теплому фронті грози відсутні. Внутрішньомасових гроз в цьому році виявлено 21 випадок. Для 2002 року характерним є наявність 9 випадків за фронтальним походженням, з яких ФО – 2, ТФ – 2 та ХФ – 5. Внутрішньомасових гроз виявлено 21 випадок. За 2003 рік внутрішньомасових гроз визначено 12 випадків, 15 гроз за фронтальним походженням, з яких ФО – 5, ТФ – 2 та ХФ – 8 гроз. В 2004 році спостерігається 9 випадків за фронтальним походженням, з яких ФО – 2, ТФ – 2 та ХФ – 5 гроз. Внутрішньомасових гроз було виявлено 15 випадків. У 2005 році визначено 11 випадків фронтальних гроз, з яких ФО – 3, ТФ – 0 та ХФ – 8 випадків. Гроз за внутрішньомасовим походженням зафіксовано 21 випадок. В 2006 році спостерігається 7 гроз за фронтальним походженням, з яких

ФО – 1, ТФ – 1 та ХФ – 5 гроз. Внутрішньомасові грози становлять 19 випадків. У 2007 році внутрішньомасових було 10, а за фронтальним походженням виявлено 14 випадків, з яких ФО – 5, ТФ – 2 та ХФ – 7. 2008 рік характеризується наявністю 14 випадків за фронтальним походженням, з яких ФО – 1, ТФ – 3 та ХФ – 10. Внутрішньомасових гроз було виявлено 25 випадків. Протягом 2009 року спостерігається 28 випадків за фронтальним походженням, з яких ФО – 8, ТФ – 2 та ХФ – 18. Гроз за внутрішньомасовим походженням зафіксовано 33 випадки. У 2010 році було виявлено 11 гроз за фронтальним походженням, з яких ФО – 5, ТФ – 4 та ХФ – 2. Внутрішньомасових явищ визначено 24 випадки.

В 2011 року спостерігається 9 випадків фронтальних гроз, з яких ФО – 3, ТФ – 0 та ХФ – 6. Внутрішньомасових випадків виявлено 17. Протягом 2012 року зафіксовано 13 гроз за фронтальним походженням, з яких ФО – 1, ТФ – 0 та ХФ – 12. Внутрішньомасових гроз було виявлено 25. 2013 рік характеризується 10 випадками за фронтальним походженням, з яких ФО – 6, ТФ – 1 та ХФ – 3. Внутрішньомасових гроз було в 2,5 рази більше – 26 випадків. У 2014 році спостерігається 9 випадків фронтальних гроз, з яких ФО – 1, ТФ – 4 та ХФ – 4. Внутрішньомасових гроз було 26. Для 2015 року характерною є кількість 3 випадки за фронтальним походженням, з яких ФО – 1 та ХФ – 2. Внутрішньомасових гроз визначено 14 випадків. У 2016 році було зафіксовано фронтальних 15 випадків, з яких ФО – 10, ТФ – 1 та ХФ – 4. Внутрішньомасових явищ було 10. Протягом 2017 року спостерігається 20 випадків за фронтальним походженням, з яких ФО – 6, ТФ – 2 та ХФ – 10, внутрішньомасовий характер виявлено у 16 гроз. Протягом 2018 року спостерігається 15 випадків фронтального характеру, з яких ФО – 6, ТФ – 4 та ХФ – 5. Внутрішньомасових гроз зафіксовано 18. В 2019 році фронтальних гроз виявлено 11 випадків, з яких ФО – 2, ТФ – 4 та ХФ – 5. Внутрішньомасового походження зафіксовано 14 випадків.

Найбільша кількість гроз має внутрішньомасове походження і складає 370 випадків, фронтальні грози сформувалися у 241 випадку грозової активності за період дослідження. Максимум гроз внутрішньомасового походження виявлено в 2009 році, що становить 33 випадки. Фронтальних явищ найбільшу кількість зафіксовано на холодному фронті з максимумом у 2009 році, що дорівнює 18 випадкам. На фронті оклюзії найбільше значення виявлено в 2016 році –

10 випадків. На теплому фронті за період дослідження найбільша кількість становить 4 грози в 2010, 2014, 2018 та 2019 роках. На рис. 1 представлено розподіл фронтальних гроз на АМСЦ Одеса за період дослідження.

Фронтальні грози

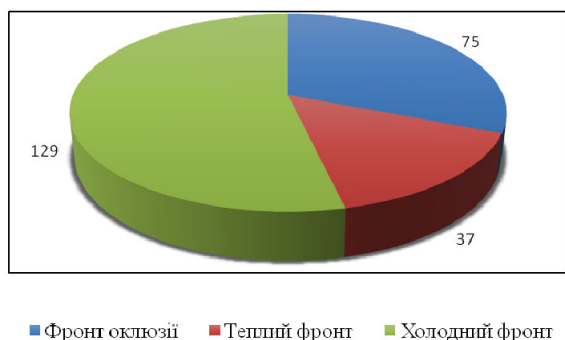


Рис. 1 – Діаграма розподілу фронтальних гроз
Fig. 1 – Diagram distribution of frontal thunderstorms

З діаграми видно, що найбільша кількість фронтальних гроз формується на холодному фронті і становить 129 випадків. На фронті оклюзії за період дослідження виявлено 75 гроз. Мінімум епізодів зафіксовано за 20 років на теплому фронті, всього 37 випадків, що становить 15 % від загальної кількості фронтальних гроз.

В табл. 2 представлено добовий хід кількості гроз на АМСЦ Одеса у відповідності до розподілу на загальну кількість і сухі грози. Денні грози визначалися протягом періоду від строку 06 до строку 18 годин, нічні – від 18 до 06 годин. Практично всі досліджувані випадки гроз утворилися в теплий період року за винятком 8 випадків (2 – в березні, 6 – в листопаді). Отримані результати свідчать про те, що в 2000 році добовий хід грозової діяльності був наступним: денних гроз 11 випадків, нічних – 15, з яких 8 – сухих. 2001 рік характеризується наявністю 22 випадків денних гроз: з яких 11 сухих; 13 нічних гроз, з яких сухих – 4 випадки. Протягом 2002 року добовий хід явища має наступний розподіл: денних – 15, з них сухих – 3, нічних – 7, з яких сухих – 3 випадки. В 2003 році виявлено 14 денних гроз, з яких 2 випадки – сухі; нічних гроз зафіксовано 15 випадків, з яких тільки 4 – сухих. У 2004 році денних гроз було виявлено 17 випадків, з них 3 – сухих; нічних гроз визначено тільки 7 гроз, з яких 1 – суха. Добовий хід грозової діяльності з 20 денних і 12 випадками нічних виявлено в 2005 році: сухих денних – 11, нічних сухих – 6 випадків. У 2006 році спостерігається наступний добовий хід гроз на АМСЦ

Одеса: денних всього 15 випадків, з яких 8 – сухих; нічних 11, з яких 4 – сухих. Протягом 2007 року мав місце такий розподіл: денних гроз всього 10, з них сухих – 4; нічних – 15, з яких сухих – 5. У 2008 році відзначається наступний хід гроз: денних всього 33, з яких 11 – сухих; нічних гроз – 9, з яких тільки 3 – сухих. За 2009 рік визначено: денних гроз 28 випадків, з них сухих – 17; нічних – 23, з яких сухих – 9. Наступний 2010 рік характеризується таким розподілом гроз протягом доби: денних – 22, з них сухих – 8, нічних – 13, з них сухих – 3 випадки. У 2011 році зафіксовано наступні данні в добовому ході: денних – 22, з яких 14 випадків – сухі; нічних зафіксовано 4 грози, з них 2 випадки – сухі. Для 2012 року характерною є кількість нічних гроз – 12, з яких сухих відмічається по 6 випадків; денних гроз виявлено 26, з яких 11 випадків – сухих.

Таблиця 2 – Добовий розподіл кількості гроз
Table 2 – Daily distribution of the number of thunderstorms

Вид грози	Денні		Нічні		Всього	
	всього	сухі	всього	сухі	за добу	сухі
2000	11	0	15	8	26	8
2001	22	11	13	4	35	15
2002	15	3	7	3	22	6
2003	14	2	15	4	29	6
2004	17	3	7	1	24	4
2005	20	11	12	6	32	17
2006	15	8	11	4	26	12
2007	10	4	15	5	25	9
2008	33	11	9	3	42	14
2009	28	17	23	9	51	26
2010	22	8	13	3	35	11
2011	22	14	4	2	26	16
2012	26	11	12	6	38	17
2013	28	5	8	0	36	5
2014	18	4	17	2	35	6
2015	14	2	3	0	17	2
2016	15	3	9	2	24	5
2017	17	2	20	0	37	2
2018	29	10	4	2	33	12
2019	17	1	10	1	27	2
Всього	263	130	162	65	425	195

В 2013 році зафіксовано максимум за 20 років в добовому ході, а саме денних – 28 випадків, сухих з них 5, нічних нараховано 8 гроз, сухі грози відсутні. Наступний 2014 рік відрізняється таким добовим розподілом грозової діяльності: денних – 18, з яких сухих – 4 випадки; нічних – 17, з них сухі всього 2 грози. У 2015 році виявлено денних гроз 14, сухі з яких – 2; нічних всього 3, сухі нічні відсутні. В наступному, 2016 році, протягом доби кількість гроз змінювалась таким чином: денних – 15, сухих з них –

Згрози, нічних – 9, сухих з яких – 2 випадки. Протягом 2017 року виявлено максимальну кількість нічних з опадами – 20 випадків, нічні сухі взагалі відсутні. Денних гроз виявлено – 17, з них сухих – 2. У 2018 році був наступний добовий розподіл гроз: денних – 29, сухі з них – 10 випадків; нічних зафіксовано 4 випадки. В 2019 році спостерігається всього денних 17 гроз, з яких тільки 1 випадок без опадів; нічних зафіксовано всього – 10 явищ, з яких 1 гроза суха.

Максимум денних гроз зафіксовано в 2018 році – 33 випадки, а мінімальна кількість – 10 гроз має місце в 2007 році. Денних гроз сухих найбільше спостерігається в 2009 р. – 17 гроз, мінімум – 1 випадок мав місце в 2019 році. Бувають роки, коли денних сухих гроз взагалі не виявлено, як, наприклад, протягом 2000 року. Максимум нічних гроз зафіксовано в 2009 році – 23 випадків, мінімум – 3 грози виявлено в 2015 році. Нічні сухі грози найчастіше за 20 років спостерігаються в 2009 році – 9 випадків. Взагалі відсутні такі грози у 2013, 2015 та 2017 роках.

Протягом періоду дослідження зафіксовано максимум денних та нічних гроз в 2009 році – 51 випадок, а мінімальна кількість – 17 гроз має місце в 2015 році. Максимальна кількість сухих гроз спостерігається в 2009 році і становить 26 випадків, мінімум таких гроз визначено в 2015, 2017 й 2019 роках, їх кількість складає по 2 випадки за рік.

Дослідження добового ходу випадків гроз (рис. 2) свідчить, що максимальна кількість явищ спостерігається в денні години і складає 393 випадки, з яких 130 випадків сухих гроз. Нічні грози становлять 227 випадків, з яких 65 – сухі грози. Необхідно зауважити, що у період 2000-2019 рр. значну кількість складають грози з опадами – 425 випадків, тоді як сухі грози виявлено в 195 випадках, що більш ніж у 2 рази менше, ніж гроз з опадами.

Доволі цікавим є питання утворення гроз протягом дня. На рис. 3 представлено денний розподіл кількості гроз. Загальну вибірку випадків було розділено на кількість гроз за однакові по тривалості періоди від строку 06 до 12 і від 12 до 18 годин. Аналіз результатів показує, що у 2000 році в першій половині дня було зафіксовано 5 випадків, тобто менше, ніж у післяполудневі години, коли виявлено 8 гроз. Протягом 2001 року у денний час спостерігалось 24 грози, з яких 9 випадків визначено у першій половині, а 15 – після 12 години дня. 2002 рік характеризується 7 випадками до 12 години і 12 гроз зафіксовано у другій половині.

ДОВОБИЙ РОЗПОДІЛ ГРОЗ НА АМСЦ ОДЕСА

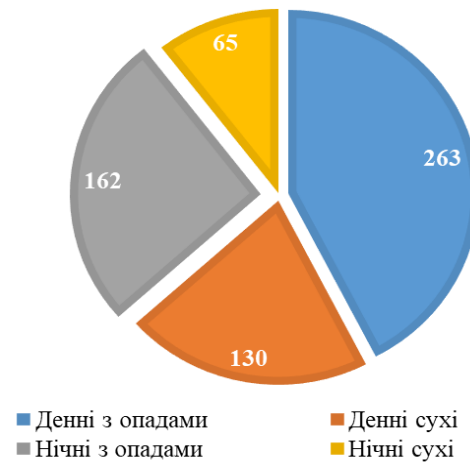


Рис. 2 – Добовий розподіл кількості гроз
Fig. 2 – Daily distribution of the number of thunderstorms

Найменшою кількістю в першій половині дня відрізняється 2003 рік – 4 випадки, в другій половині дня виявлено 10 гроз. У 2004 році зафіксовано 20 денних гроз, з яких 8 – у першій половині, 12 – до 18 години. 7 випадків в першій половині дня 2005 року, в другій половині в два рази більше – 15 гроз. У 2006 році визначено разом денних гроз 19, з яких 8 – до 12 години, 11 випадків – після 12 години дня. Найменша кількість денних гроз – 12 випадків – спостерігається в 2007 році, з яких в першій половині – 5 гроз, у другій – 7 гроз. У 2008 році до 12 години дня було зафіксовано 9 гроз, що втричі менше, ніж після 12 години, коли виявлено 27 гроз. 12 випадків в першій половині дня спостерігається в 2009 році, що є одним з максимумів для першої половини дня, в другій половині – 17 випадків. В 2010 році 10 гроз відносимо до 12 години дня, а в післяполудневі години зафіксовано 16 випадків. Також 10 гроз в першій половині виявлено і в 2011 році, а після 12 години – 18 випадків. Протягом 2012 року всього денних гроз зафіксовано 29, з яких до 12 години виявлено у 7 випадках, після 12 години – 22 грози. В 2013 році визначено 13 випадків в першій половині дня, що є максимальним значенням, характерним для цього часу, 18 – в другій половині дня. 23 денних грози зафіксовано в 2014 році, з яких 12 випадків до 12 години, 11 – після 12 години. У 2015 році гроз в першій половині дня спостерігається 5 випадків, у другій зафіксовано 10 гроз. 2016 рік характеризується наявністю 8 денних гроз першої половини і 14 виявлено в другій половині дня. Всього 19 гроз в денному ході визначено в 2017 році, з яких 4 – до 12 години і 15 – після 12 години. У 2018 році

було виявлено 11 випадків у першій і 23 грози в другій половині дня. Протягом 2019 року у денному ході зафіксовано 19 випадків, з яких 8 гроз до 12 години дня та 11 випадків після 12 години.

В першій половині дня (від 06 до 12 год) було виявлено 162 грози, в другій половині – 292 випадки. Максимальна кількість денних гроз першої половини дня спостерігається в 2013 році і становить 13 випадків. Мінімум таких гроз зафіксовано в 2017 і 2003 роках і становить 4 грози. В другій половині найбільша кількість була зафіксована в 2008 році, а саме 27 гроз. Найменша кількість спостерігається в 2007 році і дорівнює 7 випадкам.

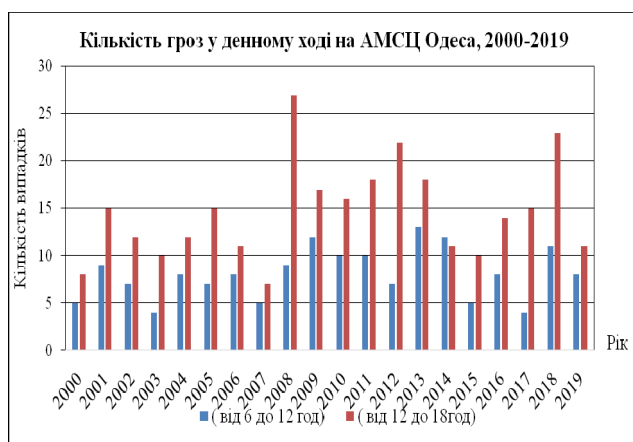


Рис. 3 – Кількість гроз у денному ході

Fig. 3 – Number of thunderstorms during the day

Відомо, що подібний розподіл, коли найактивніша грозова діяльність відбувається в другій половині дня, що пов'язано з більш інтенсивними конвективними процесами в післяполудневі години, стосується внутрішньомасових гроз. Але можна зробити припущення, як видно з рис. 3, така мінливість кількості гроз притаманна для загальної вибірки даного явища.

4. ВИСНОВКИ

Огляд синоптичного матеріалу та опрацювання даних щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами дають можливість виявити особливості формування гроз над Одесою за період з 2000 по 2019 роки. Встановлено, що найбільша кількість гроз має внутрішньомасове походження і становить 370 випадків, фронтальні грози сформувалися у 241 випадку грозової активності за період дослідження.

З'ясовано, що максимум фронтальних гроз формується на холодному фронті і становить 129 випадків. На фронті оклюзії виявлено

75 гроз. Мінімум епізодів зафіксовано на теплому фронті, всього 37 випадків, що становить 15 % від загальної кількості фронтальних гроз за 20 років.

Протягом періоду дослідження зафіксовано 620 гроз, з яких сухі грози становлять 195 випадків. У добовому ході більша кількість гроз спостерігається в денні години і складає 393 випадки, з них 130 випадків сухих гроз. Нічні грози становлять 227 випадків, з яких всього 65 – сухі грози. Денна мінливість гроз дає можливість стверджувати, що формування активної грозової діяльності відбувається в другій половині дня, що пов'язано з більш сприятливими умовами для розвитку інтенсивних конвективних процесів.

В статті наведено результати аналізу часового розподілу випадків гроз на АМСЦ Одеса. Отже, в майбутньому, на погляд авторів, слід проаналізувати особливості синоптичних ситуацій, при яких виникають найбільш сприятливі умови утворення гроз, для вдосконалення прогнозу конвективних явищ в регіоні дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : монографія / Од. держ. еколог. ун-т; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 694 с.
2. Глобальне потепління і клімат України. Регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти / Волощук В. М., Бойченко С. Г., Степаненко С. М. та ін. Київ : ВПЦ Київський ун-т, 2002. 116 с.
3. Врублевська О. О., Катеруша Г. П. Клімат України та прикладні аспекти його використання: навч. пос. Одеса : ТЕС, 2012. 180 с.
4. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручник. Одеса, 2010. 407 с.
5. Недострелова Л., Чумаченко В., Недострелов В. Дослідження процесів грозоутворення над Одесою. *International science journal «Polish science journals»*. 2018. Вип. 8. С. 22-27.
6. Недострелова Л. В., Чумаченко В. В., Недострелов В. В. Аналіз часового розподілу кількості випадків гроз на аеродромі Одеса. *Фізична географія та геоморфологія*. 2018. Вип. 1(89). С. 105-109.
7. Чумаченко В. В., Недострелова Л. В. Дослідження грозової діяльності. *Вестник ГМЦ ЧАМ*. 2018. Вип. 1(21). С. 10-20.
8. Мацук Ю. М. Зміни грозової активності на території України в XX та на початку XXI сторіччя. *Вісник Харківського національного університету*, №1084, Серія «геологія-географія-екологія». 2013. №39. С. 147-151.
9. Заболоцька Т. М., Підгурська В. М., Шпиталь Т. М. Грозова діяльність на території України. *Наукові праці Укр. НДГМІ*. 2007. №256. С. 92-98.
10. Хохлов В. М., Бондаренко В. М., Латиш Л. Г. Просторовий розподіл аномалій опадів в Україні у 2011-2025 роках. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. №5. С. 54-62.

11. Хохлов В. Н., Иванов А. В. Количественное описание изменений климата в конце XX – начале XXI века. *Міжвідомчий наук. зб. України: Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. 2008. Ч. 1, №50. С. 221-226.
12. Хохлов В. М., Латиш Л. Г., Цимбалюк К. С. Возможны зміни температурного режиму в Україні у 2011-2025 роках. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2009. №8. С. 70-78.
13. Боровская Г. А. Количественные характеристики внутренней структуры АПС для типовых синоптических ситуаций на Украине: Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук. Одесса. 1992. 210 с.

REFERENCES

1. Stepanenko, S.M., Polovyi, A.M. (eds). (2011). *Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy [Assessment of the impact of climate change on the economy of Ukraine]*. Odessa State Environmental University. Odessa: Ekolohiia Publ. (in Ukr.)
2. Voloshchuk, V.M., Boichenko, S.H., Stepanenko, S.M. et al. (2012). *Hlobalne potepplinnia i klimat Ukrainy. Rehionalni ekolohichni ta sotsialno-ekonomichni aspekty [Global warming and climate of Ukraine. Regional environmental and socio-economic aspects]*. Kyiv: VPTs Kyivskiy un-t Publ. (in Ukr.)
3. Vrublevska, O.O. & Katerusha, H.P. (2012). *Klimat Ukrainy ta prykladni aspekty yoho vykorystannia. [Climate of Ukraine and applied aspects of its use]*. Odessa: TES Publ. (in Ukr.)
4. Ivus, H.P. (2010). *Spetsializovani prohnozy pohody [Specialized weather forecast]*. Odessa: TES Publ. (in Ukr.)
5. Nedostrelova, L., Chumachenko, V. & Nedostrellov, V. (2018). Doslidzhennia protsesiv hrozoutvorennia nad Odesoiu [Investigation of thunderstorm processes over Odessa]. *International science journal «Polish science journal»*, 8, pp. 22-27. (in Ukr.)
6. Nedostrelova, L.V., Chumachenko, V.V. & Nedostrellov, V.V. (2018). Analiz chasovoho rozpodilu kilkosti vypadkiv hroz na aerodromi Odesa [Analysis of temporal distribution of the number of cases of thunderstorms at the Odessa airfield]. *Fizychna heohrafiia ta heomorfologia [Physical geography and geomorphology]*, 1(89), pp. 105-109. (in Ukr.)
7. Chumachenko, V.V. & Nedostrelova, L.V. (2018). Doslidzhennia hrozovoi diialnosti [Investigation of thunderstorm activity]. *Vestnik GMC ChAM [Bulletin of GMTs CHAM]*, 1(21), pp. 10-20. (in Ukr.)
8. Matsuk, Yu.M. (2013). [Changes in lightning activity on the territory of Ukraine in the XX and the beginning of the XXI century]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu, 1084, Seriya «heolohiia-heohrafiia-ekolohiia» [Bulletin of Kharkiv National University, №1084, Series "geology-geography-ecology"]*, 39, pp. 147-151. (in Ukr.)
9. Zabolotska, T.M., Pidhurska, V.M. & Shpytal, T.M. (2007). Hrozova diialnist na terytorii Ukrainy [Thunderstorm activity on the territory of Ukraine]. *Naukovi pratsi Ukr. NDHMI [Scientific works Ukr. NDGMI]*, №256, pp. 92-98. (in Ukr.)
10. Khokhlov, V.M., Bondarenko, V.M. & Latysh, L.H. (2009). [Spatial distribution of precipitation anomalies in Ukraine in 2011-2025]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 5, pp. 54-62. (in Ukr.)
11. Khokhlov, V.N. & Ivanov, A.V. (2008). [A quantitative description of climate change in the late twentieth and early twentieth centuries]. *Mizhvidomchy nauk. zb. Ukrainy: Meteorolohiia, klimatolohiia ta hidrololohiia [Interdepartmental scientif. works of Ukraine: Meteorology, climatology and hydrology]*, 1(50), pp. 221-226. (in Russ.)
12. Khokhlov, V.M., Latysh, L.H. & Tsymbaliuk, K.S. (2009). [Possible changes in the temperature regime in Ukraine in 2011-2025]. *Visnyk Odes'kogo derzhavnogo ekolohichnogo universytetu [Bulletin of Odessa state environmental university]*, 8, pp. 70-78. (in Ukr.)
13. Borovskaya, G. A. (1992). *Kolichestvennye kharakteristiki vnutrenney struktury APS dlya tipovykh sinopticheskikh situatsiy na Ukraine [Quantitative characteristics of the internal structure of atmospheric boundary layer for typical weather situations in Ukraine]*. PhD. Thesis. Odessa. (in Russ.)

TIME DISTRIBUTION OF THUNDERSTORMS OBSERVED AT ODESA AMSC AT THE BEGINNING OF THE 21ST CENTURY

L. V. Nedostrelova, V. V. Chumachenko

Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, nedostrelova@ukr.net

The article presents the results of the research of thunderstorm activity at Odesa AMSC for the period of 2000-2019. Under conditions of intense warming, thunderstorm activity responds to the changes of temperature, humidity, radiation regime and atmospheric composition. Modern climate changes that are characterized by rising air temperatures have a decisive influence on the conditions under which dangerous weather phenomena are formed, thus monitoring of the thunderstorms formation in Ukraine is of great importance.

The research includes the analysis of synoptic conditions of thunderstorm activity formation such as air-mass processes, frontal activity, and studies daily and daytime variability of the number of thunderstorm cases for the given period. The results of everyday meteorological observations of atmospheric phenomena conducted by Odesa AMSC within the period of 2000-2019 were used as input data to determine the characteristics of thunderstorm activity over city of Odessa. In order to identify the presence, time and duration of thunderstorm activity aviation weather diaries AV-6 were also reviewed. Certain synoptic materials were used to analyze the types of phenomena. Such materials include interactive database ARMSyn, surface synoptic charts for the periods of

observation before and during the thunderstorms.

It was established that during the period under study air-mass thunderstorms were formed in 370 cases of thunderstorm activity observed at the given observation post. Frontal thunderstorms occur less often: 241 cases over 20 years. The largest number of such thunderstorms is cold front thunderstorms amounting to 129 cases. 75 of them were identified as occlusion front thunderstorms. The least frequent were warm front thunderstorms – only 37 cases constituting 15% of the total number of frontal formations.

During the studied period a total number of 620 thunderstorm cases was recorded, 195 of which are dry thunderstorms. Considerable attention is paid to the daily and daytime variability of thunderstorm cases number recorded by Odesa AMSC. With relation to the daily variation, more thunderstorms are observed during daytime amounting to 393 cases, 130 of which are dry thunderstorms. Night thunderstorms amount to 227 cases, 65 of which are dry thunderstorms. With relation to daytime distribution, more thunderstorms were detected in the afternoon.

Key words: thunderstorm activity; climate change; frontal thunderstorms; air-mass thunderstorms; synoptic conditions; daily variation; daytime distribution

ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРОЗ НА АМСГ ОДЕССА В НАЧАЛЕ XXI СТОЛЕТИЯ

Л. В. Недострелова, В. В. Чумаченко

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, nedostrelova@ukr.net*

В статье представлены результаты исследования грозовой деятельности на АМСГ Одесса за период 2000-2019 гг. В условиях интенсивного потепления грозовая активность реагирует на изменения температуры, влажности, радиационного режима и состава атмосферы. Современные климатические изменения, характеризующиеся повышением температуры воздуха, оказывают решающее влияние на условия формирования опасных явлений погоды, поэтому мониторинг образования грозовых явлений на территории Украины является актуальным вопросом.

В работе проведен анализ синоптических условий формирования грозообразований: внутримассовые процессы, фронтальная деятельность, исследованы суточная и дневная изменчивость количества гроз за указанный период. В качестве исходных данных для определения особенностей грозовой деятельности над Одессой были использованы данные ежедневных метеорологических наблюдений за атмосферными явлениями на АМСГ Одесса за период 2000-2019 годы. Были обработаны авиационные дневники погоды АВ-6 для определения наличия, времени и продолжительности грозовой активности. Для анализа типа явления использовался синоптический материал: интерактивная база АРМсин, приземные синоптические карты за сроки наблюдения до и во время грозы.

Установлено, что за период исследования внутримассовые грозы сформировались в 370 случаях грозовой деятельности в пункте наблюдения. Фронтальные грозы образуются реже, в 241 случае за 20 лет. Наибольшее количество таких гроз формируется на холодном фронте и составляет 129 случаев. На фронте окклюзии выявлено 75 гроз. Минимум зафиксировано на теплом фронте, всего 37 случаев, что составляет 15 % от общего количества фронтальных образований.

В течение исследуемого периода зафиксировано 620 случаев гроз, из которых 195 гроз - это сухие грозы. Значительное внимание уделяется суточной и дневной изменчивости количества гроз на АМСГ Одесса. В суточном ходе большее количество гроз наблюдается в дневные часы и составляет 393 случая, из которых 130 случаев сухих гроз. Ночные грозы составляют 227 случаев, из них 65 - сухие грозы. В дневном распределении выявлено большее количество гроз в послеполуденные часы.

Ключевые слова: грозовая активность; изменение климата; фронтальные грозы; внутримассовые грозы; синоптические условия; суточный ход; дневной распределение

Подання до редакції : 27. 05. 2021

Надходження остаточної версії : 15. 06. 2021

Публікація статті : 30. 06. 2021