

3,3 до 12,2 °С. Сумма эффективных температур нарастающим итогом за вегетационный период хвои повышалась от 36,3 до 517,5 °С. Средняя за декаду интенсивность ФАР над побегом для обоих видов хвойных менялась от 0,25 до 0,33 кал/см² мин. Средняя за декаду интенсивность ФАР в побеге в хвое сосны крымской составляла от 0,12 до 0,5 кал/см² мин., а у сосны обыкновенной 0,17 - 0,09 кал/см² мин. Результаты расчета площади, фотосинтеза и прироста хвои для обоих видов сосновых отличаются. Площадь хвои сосны крымской меняется от 2,3 до 5 мм², а сосны обыкновенной от 0,9 до 2 мм² в течение первых шести декад. Разница в площади хвои исследуемых хвойных составляет 3 мм². Интенсивность фотосинтеза при оптимальных условиях по температуре и влажности почвы для обеих хвойных составляет 1,2 СО₂/дм² ч. Интенсивность фотосинтеза в полевых условиях у сосны крымской возрастает в течение первых трех декад от 0,1 до 0,3 СО₂/дм² ч., а у сосны обыкновенной от 0,1 до 0,2 СО₂/дм² ч в течение первых четырех декад. Фотосинтез побегов в сутки отличается на 0,7 г/м². Рост данного показателя наблюдается в течение первых трех декад: у сосны крымской от 0,2 до 1,2 г/м², а у сосны обыкновенной от 0,1 до 0,5 г/м². Показатель прироста общей массы побегов за декаду у сосны крымской возрастает от 2,1 до 8,8 г/м², а у сосны обыкновенной от 0,8 до 3,5 г/м². Прирост хвои сосны крымской на 5,3 г/м² больше

Ключевые слова: фотосинтез, модель, метеорологические условия, лес, сосна крымская, сосна обыкновенная, юг Украины.

Надійшла до редколегії 11.01.2018

УДК 551.51

Недострелова Л. В., Чумаченко В. В.
Одеський державний екологічний університет,
Недострелов В. В.
АМЦ Одеса

АНАЛІЗ ЧАСОВОГО РОЗПОДІЛУ КІЛЬКОСТІ ВИПАДКІВ ГРОЗ НА АЕРОДРОМІ ОДЕСА

Ключові слова: грозова активність, кількість випадків, сезонний розподіл

Постановка проблеми. Гроза – це атмосферне явище, що виявляється у вигляді електричних розрядів в купчасто-дошових хмарах – блискавок. Зазвичай блискавки виникають між поверхнями землі і хмар. Іноді електричні спалахи можуть проходити всередині хмари [1-4]. Одночасно на Землі діє близько півтори тисячі гроз, середня інтенсивність розрядів оцінюється як 46 блискавок на секунду. По поверхні планети грози розподіляються нерівномірно. Над океаном гроз спостерігається приблизно в десять разів менше, ніж над континентами. У тропічній та субтропічній зоні (від 30° північної широти до 30° південної широти) зосереджено близько 78 % всіх розрядів блискавок. Максимум грозової активності припадає на Центральну Африку. Інтенсивність гроз слідує за сонцем: максимум гроз спостерігається влітку (у середніх широтах) і години після полудня. Мінімум зареєстрованих гроз припадає на час перед сходом сонця [5]. Грози в Україні постійно трапляються навіть у зимові місяці. Особливо небезпечні вони в степовій зоні, удари блискавок вражають усе, що хоч трохи піднімається над траву або чагарником [6]. Блискавка – електричний розряд між хмарами або між хмарою і землею. У процесі утворення опадів у хмарі відбувається

електризація крапель або льодяних частинок. Внаслідок сильних висхідних потоків повітря в хмарі утворюються відокремлені області, заряджені різнойменними зарядами. Коли напруженість електричного поля у хмарі або досягає пробійного значення, виникає блискавка. При такій погоді, виникають грозові хмари. Як правило, ця подія супроводжується громом, зливою, градом і сильним вітром.

Висока густина населених пунктів та агропромислових об'єктів на півдні України, інтенсивність повітряних перевезень у міжнародному аеропорту Одеса та будівництва висотних споруд вимагає підвищення уваги до попередження руйнівних наслідків стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ). Одними з найнебезпечніших СГЯ для життєдіяльності суспільства є різноманітні конвективні явища, тобто зливи, грози, град, шквали та смерчі. Вони суттєво впливають на життя, здоров'я і господарську активність людини. Наприклад, поразка людей, літальних апаратів блискавками, перешкоди радіозв'язку, перебої в електропостачанні – ось далеко не повний перелік негативних чинників, пов'язаних з грозами.

Метою роботи стало вивчення грозової діяльності на аеродромі Одеса за 2013-2017

роки. В якості вихідних даних для дослідження використовувались данні щоденних спостережень за атмосферними явищами.

Матеріали та методи дослідження. Всі процеси в хмарах проходять 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. Однією з основних характеристик електричного поля є напруженість поля. У випадку електростатичного поля напруженість залежить від потенціалу. Напруженість електричного поля має напрямок, перпендикулярний до екіпотенціальних поверхонь у бік негативного заряду. Оскільки земна поверхня у середньому має негативний заряд, а атмосфера – позитивний, напруженість електричного поля (або просто електричне поле) має напрямок зверху вниз. Цей напрямок електричного поля прийнято вважати нормальним, а вертикальну складову градієнта потенціалу – додатною. Електричне поле нижніх шарів атмосфери формується під дією випромінювання радіоактивних речовин. Тому найбільша густина позитивного заряду спостерігається біля земної поверхні. З висотою вона зменшується. Розподіл об'ємних зарядів встановлюється в значній мірі під впливом струменів провідності в атмосфері. Провідність повітря обумовлюється концентрацією та рухливістю іонів. Легкі іони – це комплекси з декількох молекул з одним елементарним зарядом. Важкі іони виникають, як правило, шляхом приєднання легких іонів до часток аерозолі. Тому при збільшенні в повітрі концентрації аерозольних часток збільшується й концентрація важких іонів. Провідність атмосфери визначається головним чином легкими іонами. Концентрація легких іонів в атмосфері залежить від інтенсивності іонізації молекул повітря випромінюванням радіоактивних домішок і космічними променями. Оскільки джерелом радіоактивних домішок у повітрі є земна поверхня, то з висотою інтенсивність іонізації за рахунок цього механізму зменшується. Навпаки, інтенсивність іонізації космічними променями з висотою збільшується. У приземному шарі повітря на інтенсивність іонізації чинить вплив і випромінювання радіоактивних речовин ґрунту. Інтенсивність іоноутворення у вільній атмосфері залежить не тільки від інтенсивності космічних променів, але й від густини повітря. У свою чергу,

інтенсивність космічних променів залежить від широти: вона збільшується при зростанні широти. Це є результатом впливу магнітного поля Землі [1].

Існує велика кількість гіпотез про формування електричної структури грозової хмари. Але загально прийнятої теорії цього складного явища ще не розроблено [1-4]. Найбільше визнання має схема будови грозової хмари, яка була запропонована Сімпсоном та Робінзоном, а потім уточнена Байерсом, Брейамом, Пірсом й іншими [1]. Відповідно до цієї схеми у верхній частині хмари, яка розташовується вище ізотерми -12°C , переважають додатні заряди, що виникають на льодяних частках. У нижній частині хмари зосереджуються головним чином від'ємні заряди. Такий розподіл об'ємних зарядів найбільш крупного масштабу обумовлюються впливом різних процесів електризації. Але треба мати на увазі, що в хмарах одночасно спостерігаються процеси, сприяючі та перешкоджаючі накопиченню зарядів на хмарних частках й просторовому розділенню значних об'ємів часток, які мають заряди одного знаку. Мейсон на основі того, що велику інтенсивність має 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 у хмарі 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 у цілому. По-друге, досить великі турбулентні об'єми, відриваючись від загального потоку й наближаючись з такими ж великими об'ємами, що утримують заряди протилежного знаку, збільшують напруже-

ність поля. Неоднорідність електричного поля меншого (другого) масштабу, що породжується макромасштабною турбулентністю, спроможна збільшити напруженість електричного поля до зазначених вище критичних значень, результатом чого є виникнення електричних розрядів у середині хмари, між сусідніми хмарами, та між хмарою та земною поверхнею. У самій нижній частині хмари переважають об'єми другого масштабу з надлишком позитивних зарядів. Цьому сприяє перенос позитивних іонів конвективними потоками з приземного шару атмосфери, а також випаровування й розбризкування крупних крапель дощу під хмарою. Саме між нижньою позитивною зарядженою й середньою негативно заряд-

женою частинами грозової хмари найбільш часто напруженість електричного поля перевищує критичне, або пробійне значення, при якому відбувається іскровий пробій шару повітря. Критичне значення напруженості знаходиться у границях $3 \cdot 10^5 \dots 6 \cdot 10^5$ В/м. Сила струменю при іскровому розряді різко збільшується за рахунок іонізації повітря протягом усього шляху розряду.

Результати дослідження та їх аналіз.

Виявлення кількості випадків гроз на аеродромі Одеса за 2013-2017 роки дає можливість дослідити часовий розподіл грозоутворення у пункті спостереження. Відомості про повторюваність гроз у пункті дослідження наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Повторюваність гроз на АМСЦ Одеса, 2013-2017 рр.

Рік	Місяць								Всього
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
2013	1	3	25	5	2	-	-	-	36
2014	-	12	5	10	5	3	-	-	35
2015	1	1	7	7	-	-	1	-	17
2016	3	8	3	1	4	1	2	2	24
2017	-	2	10	16	8	1	-	-	37
ВСЬОГО	5	26	50	39	19	5	3	2	149

У 2013 році всього спостерігалось 36 гроз, з яких максимум припадає на липень – 25 випадків; мінімум – 1 гроза – спостерігається в квітні. Не було виявлено грозової діяльності у вересні, жовтні, листопаді 2013 року. За 2014 рік спостерігалось 35 гроз: в травні і липні – 12 та 10 випадків відповідно, мінімум – 3 грози – у вересні. В квітні, жовтні та листопаді 2014 року грозова активність відсутня. 2015 р. характеризувався меншою кількістю випадків, ніж попередні роки – 17, з яких максимум – в травні та червні по 7 випадків, 1 гроза в квітні, травні та жовтні. У 2016 р. кількість гроз за досліджений період – 24, максимум – 8 гроз – в травні, мінімум – 1 гроза – в липні і вересні. В цьому році спостерігалось грози в жовтні і листопаді по 2 грози. За 2017 р. випадків – 37 – найбільша кількість за 5 років, максимум гроз в липні – 16 випадків, мінімальна кількість спостерігалась у вересні – 1 гроза. В квітні, жовтні та листопаді 2017 р. грозової діяльності не виявлено. Всього за період дослідження було виявлено 149 гроз, найбільша кількість грозоутворення мала місце у червні – 50 випадків, з них 50% епізодів спостерігається у червні 2013 р.. Мінімальну кількість було зафіксовано в листопаді – 2 грози.

Наступним кроком було виявлення сезонних особливостей грозової активності. Результати дослідження представлено в таблиці 2. Найбільша кількість випадків гроз за період 2013-2017 рр. спостерігалась влітку – 108, що відповідає кліматичній нормі. Максимум гроз мав місце у літні сезони 2013 та 2017 рр. – 32 та 34 випадки відповідно, що складає 61 % від загальної кількості в влітку. Весною на АМСЦ Одеса за 5 років було зафіксовано 31 випадок, з яких 12 епізодів спостерігалися в 2014 р. Мінімальне число випадків має місце восени – 10 гроз, які розподілилися наступним чином: 5 гроз – 2016 р., 3 випадки – 2014 р., в 2013 р. восени грозової діяльності виявлено не було. В інші роки за осінній період зафіксовано по 1 грозі. Сезон, в якому не спостерігалось жодної грози – це зима.

Таблиця 2 – Сезонний розподіл гроз на АМСЦ Одеса, 2013-2017 рр.

Сезон	Рік					Всього
	2013	2014	2015	2016	2017	
Весна		12	2	11	2	31
Літо	32	20	14	8	34	108
Осінь	-	3	1	5	1	10
ВСЬОГО	36	35	17	24	37	149

При аналізі грозової активності цікаво було дослідити повторюваність денних та нічних, а також сухих гроз і гроз з опадами. Такі відомості зведено в таблиці 3.

2013 рік характеризується найбільшою кількістю денних гроз з опадами. Вони складають 30 % від загальної кількості за період дослідження. Найменшу повторюваність такі грози мають у 2015 та 2016 рр. (по 12 випадків). Сухі грози вдень за період з 2013 по 2017 рр. спостерігалися 16 разів, з яких найбільшу кількість – 5 випадків – виявлено також в 2013 р. Нічних гроз за період дослідження було зафіксовано 57 епізодів, з яких грози з опадами складають 93%. Максимум нічних гроз з опадами визначено у 2017 р. – 20 випадків. Взагалі, 2017 р. характеризується найбільшою кількістю гроз з опадами – 35 випадків, що становить 27% від загальної кількості таких гроз за п'ятирічний період. Максимум сухих гроз виявлено в 2014 р., який становить 6 випадків. Всього за період дослідження зафіксовано 129 випадків гроз з опадами, з

них денні складають 76 епізодів, що становить 59% від загальної кількості. Сухі грози мали місце тільки у 20 випадках, з яких денних визначено 80% епізодів.

Висновки. В дослідженні було проведено систематизацію даних про грозову активність на аеродромі Одеса за період 2013-2017 рр. Аналіз отриманих результатів дає можливість виявити наступні тенденції грозової діяльності у пункті дослідження. Загальна кількість гроз, що було зафіксовано на аеродромі Одеса за період 2013-2017 рр., становить 149. Максимум випадків визначено влітку, а саме в червні, коли спостерігається найбільша нестійкість повітряних мас. Найпізніше грози було виявлено в листопаді 2016 р. Взимку грозова діяльність була відсутня. Найбільшою кількістю гроз характеризується 2017 р. В добовому ході переважають денні грози з опадами. Грози супроводжуються зливами, громом та посиленням вітру.

Таблиця 3 – Часовий розподіл гроз на АМСЦ Одеса, 2013-2017 рр.

Вид грози		2013	2014	2015	2016	2017	Всього
Денні	з опадами	23	14	12	12	15	76
	сухі	5	4	2	3	2	16
Нічні	з опадами	8	15	3	7	20	53
	сухі	-	2	-	2	-	4
Всього	з опадами	31	29	15	19	35	129
	сухі	5	6	2	5	2	20

Список літератури

1. Школьній Є. П. Фізика атмосфери : підручник / Є. П. Школьній. – К. : КНТ, 2007. – 486 с.
2. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Фізика атмосфери / Л. Т. Матвеев. – Л. : Гидрометиздат, 1984. – 751 с.
3. Лучник В. М. Фізика грозы / В. М. Лучник. – Л. : Гидрометиздат, 1974. – 325 с.
4. Шишкин Н. С. Облака, осадки, грозовая электрика / Н. С. Шишкин. – Л. : Гидрометиздат, 1964. – 401 с.
5. Сторм Д. Атлас погоды: атмосферные явления и прогнозы / Д. Сторм. – СПб. : Амфора, 2010. – 191 с.
6. <https://uk.wikipedia.org/wiki>.

Недострелова Л. В., Чумаченко В. В., Недострелов В. В. Аналіз часового розподілу кількості випадків гроз на АМСЦ Одеса. В статті досліджено грозову активність на АМСЦ Одеса за період з 2013 по 2017 роки. Представлено та зроблено аналіз річного та сезонного розподілу кількості гроз у пункті дослідження. Виявлено випадки сухих гроз та гроз із опадами.

Ключові слова: грозова активність, кількість випадків, річний та сезонний розподіли.

Nedostrelova L.V., Chumachenko V. V., Nedostrelov V.V. A study of the statistical characteristics of integrated energy transfers to the blocking process. Thunderstorm is an atmospheric phenomenon that manifests itself in the form of electrical discharges in cumulonimbus clouds of lightning. Usually, lightning arise between the surfaces of the earth and the clouds. Sometimes electric flashes can go inside the cloud. At the same time on Earth there are about one and a half thousand thunderstorms, the average intensity of discharges is estimated at 46 zips per second. On the surface of the planet thunderstorms are distributed unevenly. Above the ocean thunderstorm is observed about ten times less than over continents. In the tropical and subtropical zone, about 78% of all bursts of lightning are concentrated. The maximum thunderstorm activity is in Central Africa. The intensity of thunderstorms follows the sun: the maximum of thunderstorms is observed in the summer (in medium latitudes) and in the afternoon. The minimum of registered thunderstorms falls on time before sunrise. Storm in Ukraine is constantly happening even in the winter months. They are especially dangerous in the steppe zone, the strikes of lightning strike all that, at least slightly rising above the grass or shrub. Lightning - an electrical discharge between the clouds or between the cloud and the earth. In

the process of formation of rainfall in the cloud, the electrification of droplets or ice particles occurs. As a result of strong upward flow of air in the cloud, separate regions are formed, charged with different charges. When the intensity of the electric field in the cloud or between the lower charged region and the ground reaches a breakdown value, lightning arises. In such a weather, there are stormy clouds. As a rule, this event is accompanied by thunder, shower, hail and strong wind. The high density of settlements and agro-industrial facilities in the south of Ukraine, the intensity of air transportation at the international airport of Odessa and the construction of high-rise buildings require increased attention to prevent the devastating effects of natural hydrometeorological phenomena. One of the most dangerous HMA's for a society's life is a variety of convective phenomena, that is, showers, thunderstorms, hailstones, squalls, and tornadoes. They significantly affect the life, health and economic activity of man. For example, the defeat of people, aircraft with lightning, radio interference, interruptions in electrical supply - this is not a complete list of negative factors associated with thunderstorms. The purpose of the work was to study lightning activity at the Odessa airfield for 2013-2017 years. Daily observation of atmospheric phenomena was used as the source data for the study.

Keywords: thunderstorm activity, number of cases, annual and seasonal distribution.

Недострелова Л. В., Чумаченко В.В., Недострелов В. В. Анализ временного распределения количества случаев гроз на АМСГ Одесса. В статье исследована грозовая активность на АМСГ Одесса за период с 2013 по 2017 годы. Представлены и проанализированы годовое и сезонное распределения количества гроз в пункте исследования. Выявлены случаи сухих гроз и гроз с осадками.

Ключевые слова: грозовая активность, количество случаев, годовое и сезонное распределения.

Надійшла до редколегії 19.03.2018