

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний
інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Характеристика грозової діяльності над Одеською областю

Виконав студент групи МКА-19
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Візнюк Роман Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд.геогр.наук, доцент
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

Консультант _____ - _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент

Вольвач Оксана Василівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

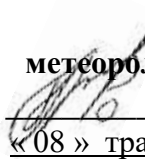
(шифр і назва)

Освітня програма Гідрометеорологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
метеорології та кліматології

 Прокоф'єв О.М.
«08» травня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студентці Візнюку Роману Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Характеристика грозової діяльності над Одеською областю

керівник роботи Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна, канд.геогр.наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від «29» квітня 2023 року № 53 - С

2. Строк подання студентом роботи 8 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Дані восьми-строкових метеорологічних спостережень на станціях Одеської області. 2. Дані Кліматичного кадастру України. 3. Синоптичні карти з архіву пакету АРМСин та інших джерел. 4. Дані моделі GFS з просторовим кроком 0,5 о меридіану.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд літературних джерел за темою дослідження. 2. Повторюваність гроз над Одеською областю у 2005-2022 рр. 3. Просторово-часовий розподіл грозової діяльності над Одещиною. 4. Визначення синоптичних умов виникнення гроз над регіоном. 5. Просторово-часовий аналіз індексів конвекції над Одещиною під час початку грози

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Рис. 1.1-1.2 – карти Одеської області; Рис. 1.3 – схема циркуляції півдня України. Рис. 2.1- кількість днів з грозою на рік над Україною 1961-1990 рр., Рис. 2.2 – розташування пунктів, Рис. 2.3-2.6 - Просторово-часовий розподіл грозової діяльності над Одеською областю. Рис. 3.1-3.3 – характеристика умов виникнення гроз над Одещиною у 2018-2022 рр.


6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 08 травня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	08.05.2023 р. – 15.05.2023 р.	75	добре
2.	Характеристика сучасного режиму гроз на станціях Одеської області	16.05.2023 р. – 21.05.2023 р.	75	добре
	Рубіжна атестація	22.05.2023 р.- 26.05.2023 р.	75	добре
3.	Систематизація синоптичних умов виникнення грозової діяльності 2018-2022 рр	27.05.2023 р. - 31.05.2023 р.	75	добре
4.	Просторово-часової аналіз індексів конвекції над Одещиною у 2021 рр. підчас грози	1.06.2023 р. – 7.06.2023 р.	75	добре
5.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	8.06.2023 р.- 9.06.2023 р.	75	добре
6.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	10.06.2023 р.- 12.06.2023 р.	-	-
7.	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
8.	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	75,0	-

Студент  Візнюк Р.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Семергей-Чумаченко А.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЦИРКУЛЯЦІЙНИЙ РЕЖИМ ОДЕЩИНИ ...	6
1.1 Характеристика регіону дослідження	6
1.2 Режим атмосферної циркуляції півдня України.....	9
2 РЕЖИМ ГРОЗОУТВОРЕННЯ НАД ОДЕСЬКОЮ ОБЛАСТЮ.....	13
2.1 Кліматична характеристика грозової діяльності над Україною	13
2.2 Просторово-часовий розподіл активності грозової діяльності в Одеській області з 2005 по 2022 рр.....	15
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ УМОВ ВИНИКНЕННЯ ГРОЗ НАД ОДЕЩИНОЮ	25
3.1 Зв'язок утворення гроз у Одеській області з фронтальними розділами..	25
3.2 Індекси нестійкості атмосфери.....	28
3.3 Аналіз індексів нестійкості напередодні гроз над Одеською областю у 2021 рр.....	33
ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	37

ВСТУП

Висока густина населених пунктів, промислових та інфраструктурних об'єктів над Одеською областю, інтенсивність повітряних перевезень у міжнародному аеропорту Одеса та щільна забудова міста висотними спорудами вимагає підвищення уваги до попередження руйнівних наслідків стихійних метеорологічних явищ (СМЯ).

Гроза - це складне атмосферне явище, що характеризується інтенсивним хмароутворенням і багаторазовими електричними розрядами у вигляді блискавок.

Активна грозова діяльність може бути небезпечною для різних галузей економіки, а саме для аграрного сектору через завдання значних збитків сільськогосподарським культурам, для енергетичної галузі пошкодження лінії електропередачі та підстанцій, а також неполадки в роботі енергетичних систем. Особливо негативно грози можуть позначитися на транспортних системах. Сильні вітри та град можуть спричинити пошкодження на дорогах, аеропортах та залізничних шляхах. Погана видимість та небезпечні умови під час грози також можуть призводити до затримок та скасування рейсів.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є виявлення сучасних тенденцій режиму грозової діяльності над Одещиною за даними метеорологічних спостережень з 2005 по 2022 рр. з ресурсу [12].

Об'єкт дослідження – гроза.

Предмет дослідження – визначення сучасного режиму та синоптичних умов виникнення гроз над Одеською областю.

Методи дослідження – просторово-часове узагальнення метеорологічної інформації, синоптичних аналіз, розрахунок індексів конвекції.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та переліку посилань.

У вступі сформулюються мета та завдання роботи.

Перший розділ складається з характеристики географічних особливостей, кліматичних умов Одеської області та циркуляційного режиму регіону.

Другий розділ присвячений аналізу просторово-часового розподілу грозової діяльності над Одеською областю, порівняні режимні характеристики періодів 1961-1990 та 2005-2022 рр.

В третьому розділі визначений розподіл випадків виникнення гроз в залежності від наявності або типу фронтального розділу та проведений аналіз індексів конвекції напередодні гроз у 2021 рр.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 15 літературних джерел.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЦИРКУЛЯЦІЙНИЙ РЕЖИМ ОДЕЩИНИ

1.1 Характеристика регіону дослідження

Одеська область є найбільшою за територією областю України, яка знаходиться на південному заході країни. На північ та схід від неї розташовані Вінницька, Кіровоградська та Миколаївська області, на південь та захід – Румунія та Молдова, а південний захід Одещині є узбережжям Чорного моря, (рис. 1.1), також до складу області входить острів Зміїний.



Рисунок 1.1 - Географічне розташування, топографічні та адміністративна карти та символи Одеської області [14]

На півночі Одеська область межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході - з Миколаївською областями, на заході - з Молдовою, а на південному заході - з Румунією. Всього в межах області пролягає 1362 кілометри державного кордону України. Площа Одеської області становить 5,5 % території України [14].

Геополітичне розташування Одещини обумовлене як вигідним транспортно-географічним розміщенням, так і зростаючою активізацією її участі у великих європейських міжрегіональних організаціях — Асамблеї європейських регіонів і Робітничої співдружності придунайських країн. Будучи частиною морського фасаду країни, Одеська область значною мірою сприяє активній участі України в роботі країн-членів Чорноморського економічного співробітництва.

Клімат Одеської області, особливо південної частини, посушливий, тому тут майже 10% оброблюваних земель зрошуються. Тепле море, лікувальні грязі, мінеральні води, морські пляжі створюють винятково високий рекреаційний потенціал Одещини. У пониззі великих річок (Дунай, Дністер) і лиманів, на морських узбережжях і в шельфовій зоні розташовані високо цінні й унікальні природні комплекси, водно-болотні угіддя, екосистеми, що формують високий біосферний потенціал регіону, який має національне і міжнародне, глобальне значення.

Північна частина області розташована у лісостеповій зоні України, середня і південна – у степовій. У ґрунтовому покриві переважають звичайні і південні чорноземи. Лісів мало, більш-менш площі займають вони в лісостеповій зоні. Клімат переважно теплий і посушливий. Середньорічна температура тут коливається від $+7,7^{\circ}$ – на півночі області до $+11,1^{\circ}$ – на півдні. Безморозний період триває від 170 до 210 діб. Річна кількість опадів – від 350 мм на півдні до 460 мм на півночі. Природні умови сприятливі для вирощування найцінніших сільськогосподарських культур: озимої пшениці, кукурудзи, ячменю, проса, соняшнику. В північній і центральній частинах

області добре ростуть цукрові буряки, в південній частині широко розвинуто виноградарство.

Обласним центром є місто Одеса, яке розташоване на південно-західній околиці Причорноморської низовини, що обривається уступом до берегів Чорного моря (рис.1.1). Середня висота степового плато складає близько 40–50 м [10]. Місто широкою смугою простягнулося вздовж узбережжя Одеського заливу на відстані 50 км від селища Котовського, що розташоване на півночі, до селища Чорноморки (Людсдорф) на півдні, площа міста приблизно складає 150 км².

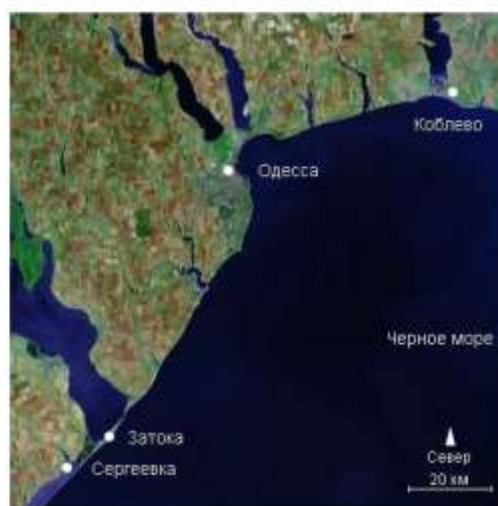


Рисунок 1.2 - Географічне розташування та супутниковий знімок м. Одеса

В межах прибережної зони спостерігається невелике зменшення висот плато в напрямку на південь і на південний захід. В північно-західному напрямленні висота плато підвищується від Одеси до ст. Дачної приблизно вдвічі. Таким чином в напрямку на північний захід висота плато збільшується в середньому на 2 м на кожний кілометр.

Рівнинний характер плато порушується ярами і балками, направленими своїми гирлами до моря, до долини Хаджибейського лиману. Найбільші балки – Аркадійська, Середньо-Фонтанська, Більше-Фонтанська, Чорноморська,

Безіменний яр, Ковалевська; в північній частині міста на правому схилі Хаджибейського лиману – Водяна, Крива, Усатовська, Нерубайська.

Найнижчі відмітки в Одесі зареєстровані в районі Пересипі – території стародавніх гирлових і заплавних частин лиманів, яка відділяє Хаджибейський та Куяльницький лимани від Чорного моря. Прибережні ділянки плато знаходяться в зоні інтенсивних зсувних процесів. В результаті активних зсувів ґрунту майже вдовж всього узбережжя виникла зсувна тераса шириною від 8 до 280 м.

1.2 Режим атмосферної циркуляції півдня України

Атмосферна циркуляція – загальна система великомасштабних повітряних течій над земною кулею. У тропосфері сюди відносяться пасати, мусони, повітряні течії, пов'язані з циклонами і антициклонами, в стратосфері – переважно зональні (західні і східні) перенесення повітря з накладеними на них так званими довгими хвилями. Циркуляція атмосфери є найважливішим кліматоутворюючим процесом.

Існування циркуляції атмосфери обумовлено неоднорідним розподілом атмосферного тиску (наявністю баричного градієнту).

Температура, вологість, вітер, хмарність та інші метеорологічні елементи знаходяться в залежності від властивостей повітряних мас та від вертикальних рухів в атмосферних циркуляційних системах.

При вивченні ролі атмосферної циркуляції у формуванні клімату необхідно враховувати як великомасштабну циркуляцію, так і регіональні процеси, які безпосередньо впливають на клімат відносно невеликої території. Циклони помірних широт, які переміщуються з заходу і північного заходу, не чинять безпосередній вплив на південь України. Розвиток цих циклонів над Східною Європою супроводжується проходженням через південні райони улоговини або утворенням перехідної зони між циклонами і розташованими північніше областями високого тиску.

Через південь України над її центральною частиною переміщується тільки циклони, які утворюються в басейні Середземного і Чорного морів, а також невеликі циклони, які утворюються на холодних фронтах, що переміщуються з заходу та північного заходу.

Периферійні атмосферні процеси до яких відносяться мало збурені переноси південної, західної та східної складової, а також мало градієнтні поля тиску у землі, впливають на південь України відповідно в 23 та 18% випадків (рис. 1.3а).

Другий різновид периферійних атмосферних процесів – західний і північно-західний переніс. Він формується на південній периферії циклонів помірних широт (рис. 1.3б).

При південному переносі (рис. 1.3в) в залежності від сезону спостерігаються різноманітні погодні умови: в теплий період переважає малохмарна погода, в холодний – тумани, низька хмарність, мряка. В середній і верхній тропосфері південному переносу відповідають вітри південного або південно-західного напрямку в передній частині висотної улоговини. Безпосередньо після південного переносу часто відбувається вихід південних циклонів (46%) або переміщення улоговин з заходу (25%).

До циклонічної циркуляції на півдні України відносяться три різновиди атмосферних процесів (рис. 1.3г, е): південні циклони, улоговини, які переміщується з заходу, і чорноморська депресія. Одним з найбільш часто процесів на півдні України є переміщення улоговин з заходу (18%).

Південь України часто знаходиться під впливом областей високого тиску. Переважання антициклоніальних процесів на півдні України найбільш суттєво визначає риси клімату регіону – відносно велику зволоженість і підвищенні значення сонячної радіації. В середньому за рік спостерігається 38 випадків (29% від кількості всіх процесів) з антициклонами і гребнями.

Стаціонавання антициклонів (рис. 1.3д) над півднем України обумовлює малохмарну погоду з низькими температурами взимку, спекотною погодою влітку і заморозками в осінні і весняні місяці.

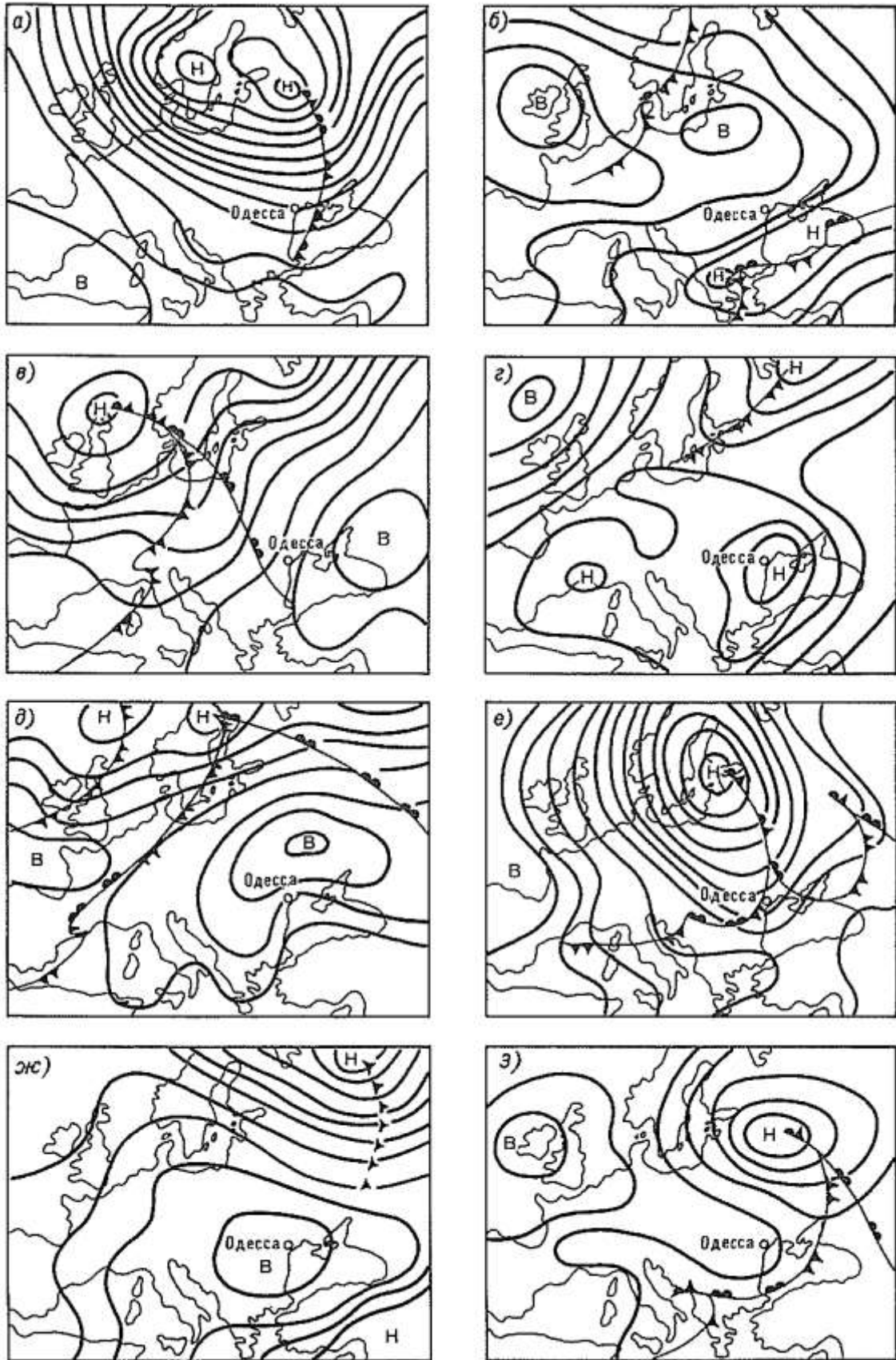


Рисунок 1.3 - Циркуляційні процеси півдня України [10]

Часто вслід за антициклоном, який переміщується на схід, на південь України з заходу насувається улоговина з розташованим в ній фронтом.

Нерідко над півднем України спостерігаються гребні, орієнтовані з заходу, які називаються азорськими (рис. 1.3ж, з). Гребні, орієнтовані зі сходу, спостерігаються значно рідше ніж гребні, орієнтовані з заходу.

В літні та осінні місяці атмосферна циркуляція різко відрізняється від циркуляції в холодний період. В цей час виражене переважання антициклоніальних процесів і малоградієнтних полів тиску. Збільшується повторюваність мало збурених зональних переносів повітряних мас біля землі, але з невеликими швидкостями, тому що над Чорним морем переважає фон підвищеного тиску і градієнти вздовж північного узбережжя малі.

2 РЕЖИМ ГРОЗОУТВОРЕННЯ НАД ОДЕСЬКОЮ ОБЛАСТЮ

2.1 Кліматична характеристика грозової діяльності над Україною

У помірних широтах грозова діяльність в основному спостерігається у теплий період року і виникає у купчасто-дошових хмарах завдяки розвитку атмосферної конвекції. Зимові грози (їх повторюваність становить соті частки відсотків) також пов'язані із зонами "затопленої" конвекції на загальному фоні шаруватоподібних хмар.

Просторовий розподіл числа днів із грозою за рік зумовлюється характером загальної циркуляції атмосфери та рельєфом місцевості. У середньому за рік над рівнинними районами України спостерігається до 27 - 30 днів з грозою (рис. 2.1).

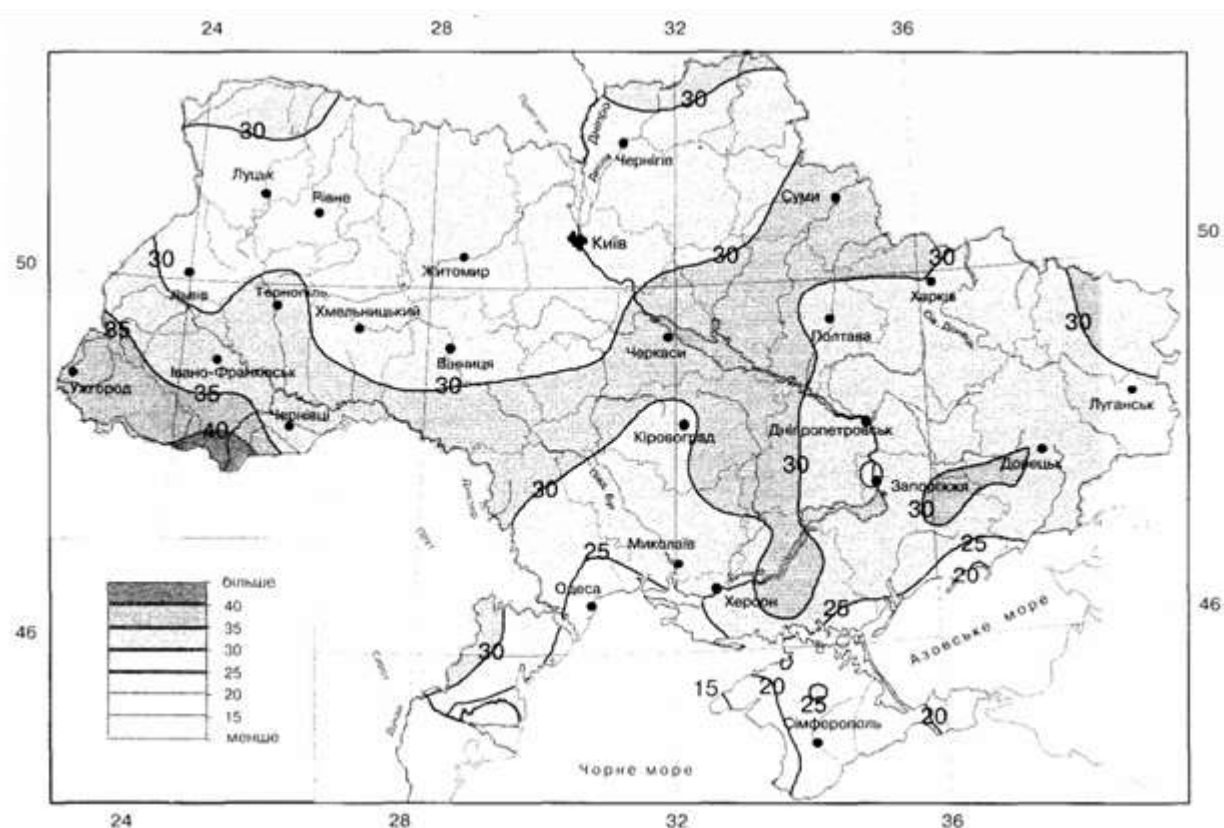


Рисунок 2.1 - Кількість днів з грозою на рік над Україною [4]

Українські Карпати, Волинська, Подільська, Придніпровська, Донецька височини сприяють додатковому розвитку конвекції та загостренню процесів на атмосферних фронтах, тому тут частіше виникають грози: у гірських районах Українських Карпат — 45 днів, у Закарпатті — 36 днів, на південному заході — 32 - 33 дні та у вузькій смузі на південному сході - 30 - 31 день.

На узбережжях Чорного та Азовською морів число днів з грозою значно менше (15-22). що зумовлено впливом бризової циркуляції, добова періодичність якої гасить розвиток конвекції. Меншим числом днів із грозою виділяється також Крим: на узбережжі — 15-20 днів, у степових районах і Кримських горах — 22-25 днів, що зумовлено впливом моря.

Число гроз за рік дещо більше числа днів з грозою. Відношення кількості гроз до числа днів з грозою за рік знаходиться у межах 1,00–1,15: середнє квадратичне відхилення числа днів з грозою за рік змінюється на території від 5 до 9 днів.

В основному грози спостерігаються з травня до вересня. Майже на всій Україні їх повторюваність у цей період становить 96-97 % від загальної кількості; на півдні (Миколаївська, Херсонська області) та в Криму - 91-94 %.

Зимою грози виникають дуже рідко, на сході (Сумська, Харківська, Луганська області) вони взагалі не зафіксовані. На решті території третина зимових гроз буває один раз за 10-15 років, а більша частина (55 % усіх зимових гроз) — один раз за 20-25 років.

Розподіл найбільшого числа днів з грозою характеризує деякою мірою активність атмосферних процесів. Максимальне їх число за рік (47-64) спостерігається у західній і частково північній частинах приблизно по лінії Івано-Франківськ - Хмельницький - Біла Церква - Суми. Дещо менший максимум (47-48 днів) — на південному сході (Асканія-Нова - Гуляйполе). На решті території найбільше число днів з грозою коливається у межах 35-38, у західній половині Криму - 20-25, східній — 30-35.

Відмінності у розподілі найбільшого числа днів з грозою зумовлені рельєфом (орієнтація гірських хребтів відносно провідного потоку, висота

схилів, їх захищеність) і властивостями повітряних течій. У першому визначеному регіоні великий вплив мають процеси, які розвиваються на холодних фронтах північно-західних, західних та південно-західних циклонів і значно посилюються впливом Українських Карпат, на другий регіон також впливають ці циклони, але їх фронти уже "розмиті" і збіднені вологою, тому більший вплив на цей регіон справляють південні циклони та Чорноморська депресія, тим більше, що під час переміщення.

2.2 Просторово-часовий розподіл активності грозової діяльності в Одеській області з 2005 по 2022 рр.

Згідно [8] будь-яка гроза формує жовтий рівень небезпеки, тобто це небезпечне метеорологічне явище I рівня небезпечності (НМЯ I). Отже за характером впливу на життєдіяльність суспільства гроза є явищем погоди, яке створює певні незручності для населення та функціонування господарського комплексу країни.

Для характеристики сучасного режиму грозової діяльності над Одеською областю обраний період з 2005 по 2022 рр. а у якості вихідної інформації залучені дані метеорологічних спостережень [12] над 12 станціями Одеської області: з півночі на південь – Балта, Любашівка, Затишшя, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл) (рис. 2.2).

Виявлено, що за період дослідження над територією Одеської області спостерігалось 3826 випадків грози (табл. 2.1), тобто від 197 до 479 гроз, а в середньому 319 днів з грозою. Частіше за все грози виникали в Сербці на південному сході області (479 днів), а також Любашівці, Ізмаїлі та Болграді – 394, 378 та 372 випадки відповідно. Мінімальна грозова активність відмічалася у Вилкове (197 днів), а також у Чорноморському та Білгород-Дністровському – 221 та 219 гроз за 17 років.

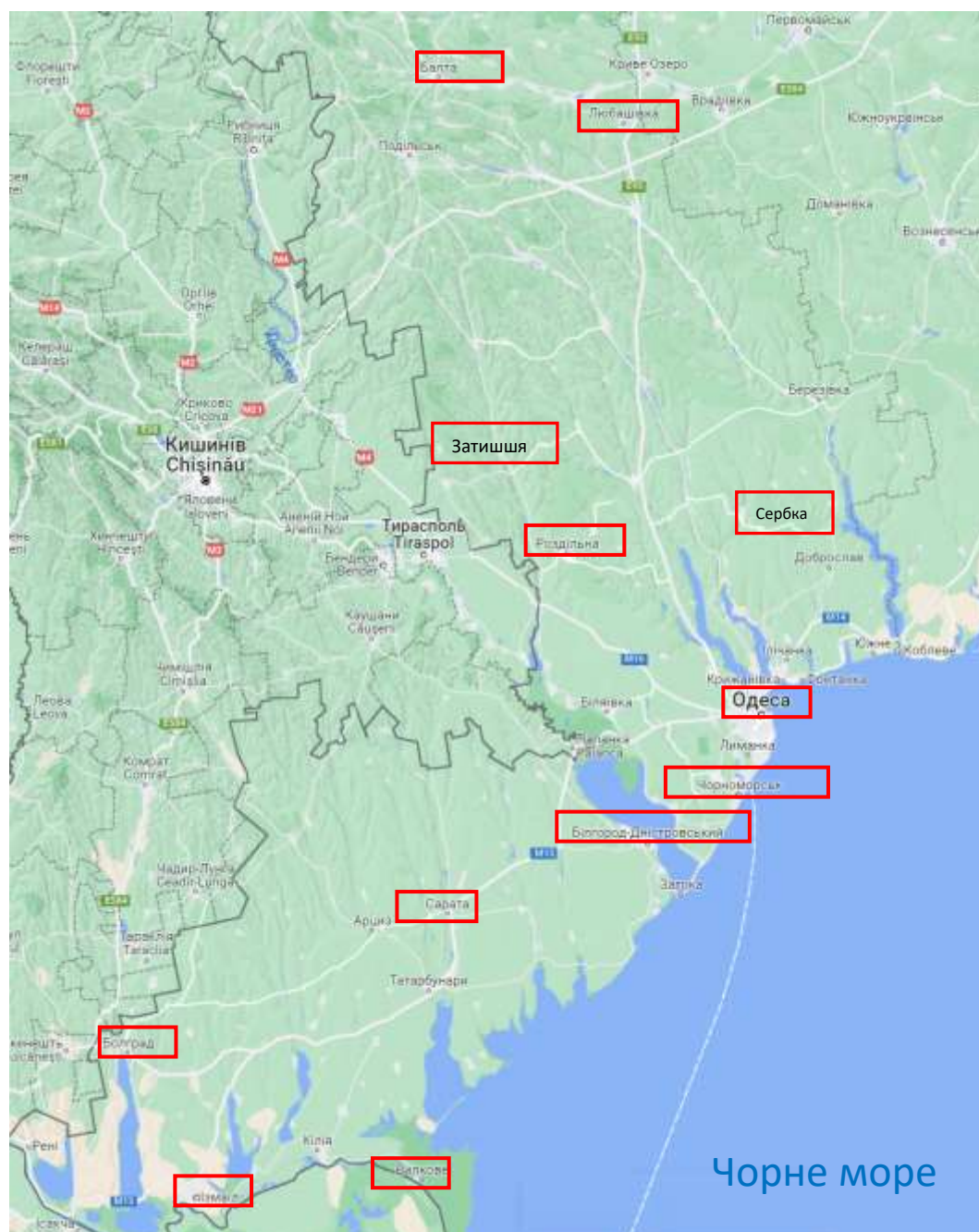


Рисунок 2.2 - Географічне розташування пунктів дослідження в Одеській області: Балта, Любашівка, Затишся, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл).

Таблиця 2.1 – Кількість днів з грозою над Одеською областю за періоди 2005-2022 та 1961-1990 рр. [5]

Роки	Балга	Любашівка	Затишя	Сербка	Роздільна	Одеса	Чорноморськ	Білгород-Дністровський	Сарата	Болград	Вілково	Ізмаїл
2005	12	17	12	13	13	25	9	13	10	17	9	19
2006	11	19	13	11	10	24	7	9	11	14	8	20
2007	14	18	12	12	9	20	6	9	10	15	9	14
2008	10	17	14	23	14	17	11	14	17	19	18	23
2009	16	19	10	22	9	12	7	4	10	16	7	18
2010	36	36	22	29	18	16	16	17	15	30	17	28
2011	23	20	21	30	23	15	17	16	16	25	7	16
2012	28	26	31	42	28	25	24	15	24	31	10	29
2013	24	23	23	34	24	19	13	16	25	24	21	29
2014	23	26	24	36	19	23	19	17	21	29	21	25
2015	8	21	5	19	6	11	2	2	4	5	2	11
2016	0	28	12	23	6	21	1	0	1	15	0	22
2017	0	16	21	24	5	22	4	1	1	20	0	17
2018	25	21	19	29	24	18	13	17	23	29	21	24
2019	25	26	26	27	32	16	18	16	17	29	11	24
2020	16	20	30	27	21	17	18	16	12	25	10	27
2021	23	26	40	41	33	27	18	19	19	18	16	15
2022	12	15	15	37	13	27	18	18	12	11	10	17
2005-2022	17,0	21,9	19,4	26,6	17,1	19,7	12,3	12,2	13,8	20,7	10,9	21,0
1961-1990	-	28,4	27,8	33,4	29,5	24,3	-	24,2	26,5	34,0	20,7	28,3

Традиційним показником грозової активності є кількість днів з грозою на рік [1-4, 6, 7, 9, 11], тому на рис. 2.3 представлена лінійчата діаграма для порівняння інтенсивності сучасної грозової діяльності з попереднім кліматичним періодом (1961-1900 рр.).

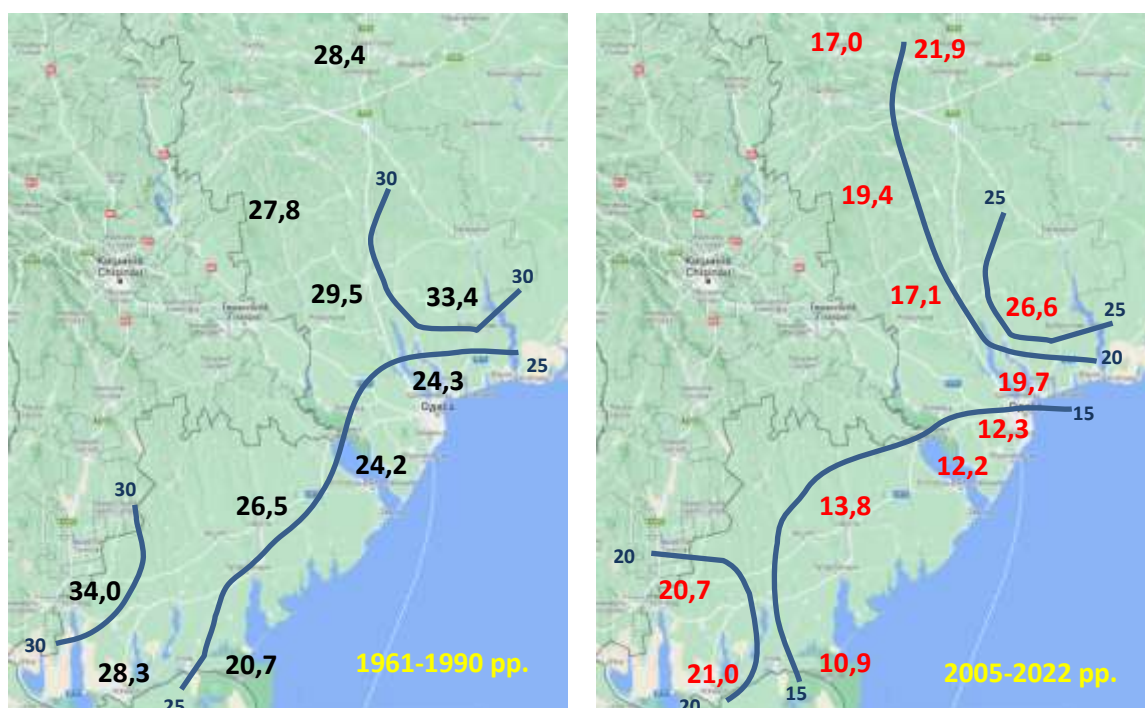
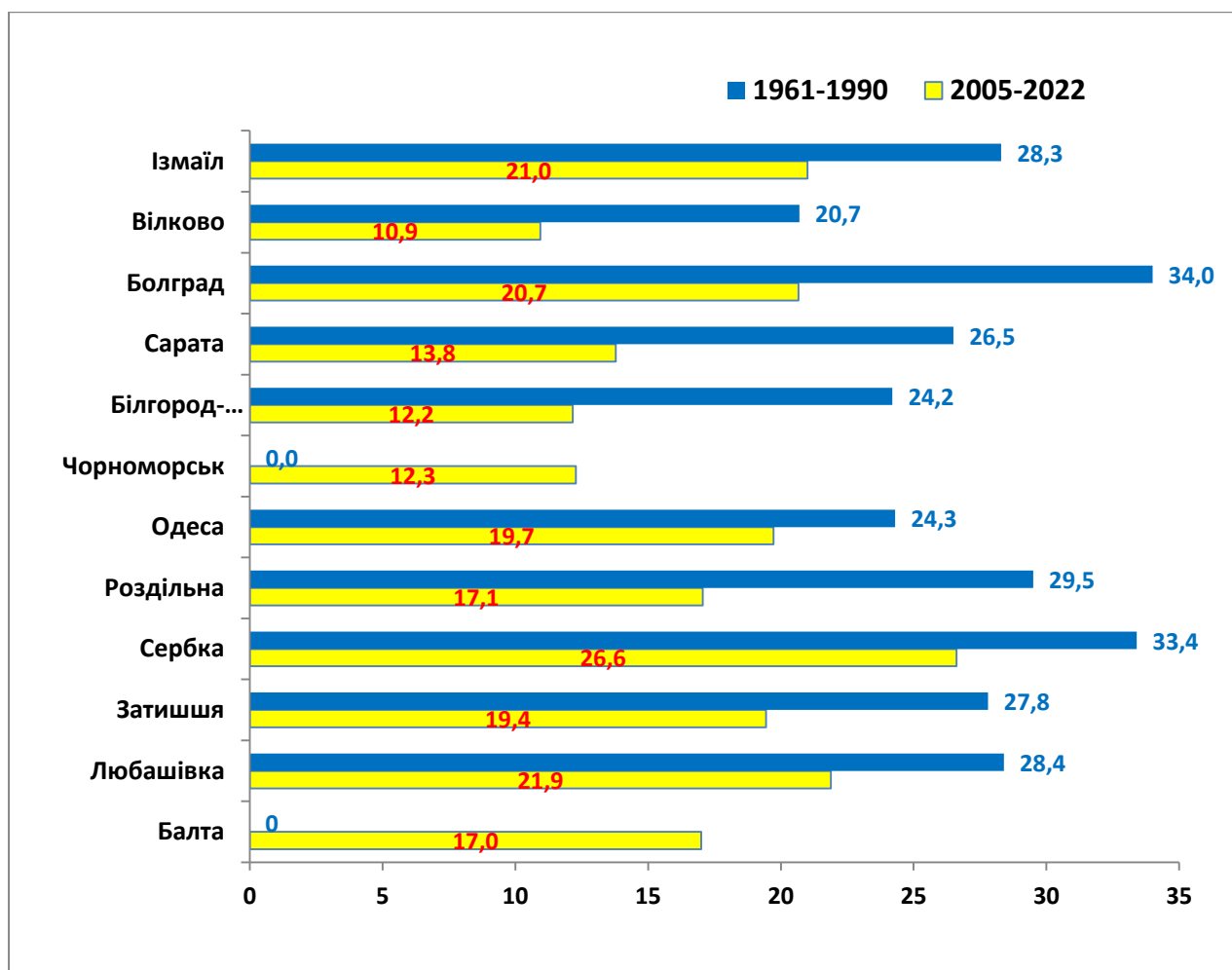


Рисунок 2.3 - Середня кількість днів з грозою над Одещиною за періоди 1961-1990 [5] та 2005-2022 рр.

Період з 2005 по 2022 рр. характеризувався значним зменшенням середньої кількості гроз на рік над всіма пунктами дослідження у порівнянні з 1961-1990 рр. Менш за все грозова активність знизилася над узбережжям Чорного моря, а саме на ст. Одеса-ГМО – на 4,6 дні з грозою, з 24,3 до 19,7. Також відносно незначно (від 6 до 8 днів) зменшилася кількість днів з грозою на південним заходом (Ізмаїл), південним (Сербка) та північним (Любашівка) сходом області. Значніше знизилася середня річна активність грозової діяльності на станціях Затишшя та Болград (на 8,4 та 9,8 днів, відповідно). Ще сильніше (більш ніж на 12 днів) зменшення кількості гроз відбулося у Роздільній, Білгород-Дністровському, Сараті та Болграді.

Максимальне зниження грозової активності у порівнянні з 1961-1990 рр. відбулося над Болградом – кількість днів з грозою зменшилася на 13,3 – від 34,0 до 20,7 днів.

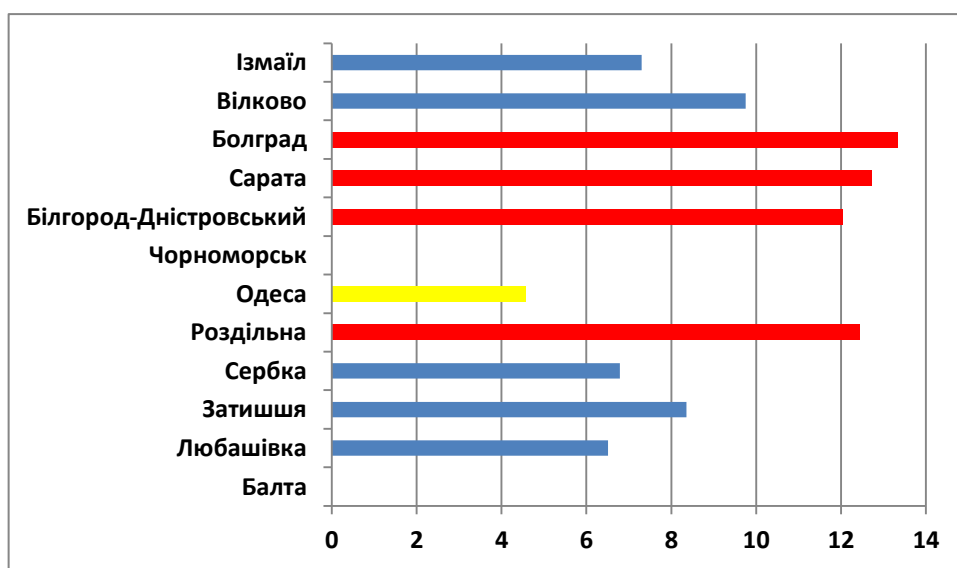


Рисунок 2.4 - Різниця між середньої кількістю днів з грозою над Одещиною за періоди 1961-1990 [5] та 2005-2022 рр.

Як видно з рис. 2.3, географічний розподіл середньої кількості днів на рік неоднорідний в обидва періоди, а саме найменша кількість днів з грозою відмічалася вдовж узбережжя Чорного моря на південь від Одеси, де у період

2005-2022 рр. цей параметр не перевищував 13 днів, тобто зниження відбулося приблизно на 10 днів.

Найчастіше в області грози виникали над Сербкою (26,6 днів на рік), а також Любашівкою, Ізмаїлом та Болградом – 21,9; 21,0 та 20,7 гроз на рік.

Порівнюючи характер географічного розподілу днів з грозою над регіоном обох періодів, можна виявити збереження зони зниженої грозової активності над узбережжям півдня Одеської області та незначні зміни конфігурації зон максимумів в районі Болграда та Сербки.

Щодо річного ходу грозоутворення над регіоном, то 99,1 % гроз над регіоном спостерігалось у тепле півріччя – з квітня по жовтень (табл. 2.2). Менш за все грози спостерігалися у січні – лише один раз у Вілкове в 2014 р., тричі у лютому – по одному разу над Любашівкою, Затишшям та Роздільною. У грудні грози утворювалися найчастіше за зиму.

Таблиця 2.3 – Річний хід (%) кількості днів з грозою в Одеській області у 2005-2022 рр.

Пункти	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Балта	0,0	0,0	0,0	3,3	23,2	32,7	23,2	12,4	4,2	1,0	0,0	0,0
Любашівка	0,0	0,3	0,5	3,6	19,3	32,5	23,6	13,2	5,8	0,8	0,3	0,3
Затишшя	0,0	0,3	0,6	2,9	20,9	32,0	22,3	14,3	5,7	0,9	0,0	0,3
Сербка	0,0	0,0	0,4	2,3	17,7	31,3	30,9	11,7	4,6	0,6	0,0	0,4
Роздільна	0,0	0,3	0,0	2,0	19,5	31,3	25,7	15,0	5,5	0,3	0,3	0,0
Одеса	0,0	0,0	0,9	1,8	13,1	29,4	26,7	16,7	8,6	2,7	0,0	0,0
Чорноморськ	0,0	0,0	0,6	2,3	13,0	28,7	25,6	20,3	6,2	2,3	0,8	0,3
Білгород-Дністровський	0,0	0,0	0,0	2,3	21,0	33,3	22,8	15,1	4,6	0,9	0,0	0,0
Сарата	0,0	0,0	0,0	3,2	15,7	33,5	29,8	12,9	4,0	0,8	0,0	0,0
Болград	0,0	0,0	0,3	5,1	17,5	32,5	23,9	14,2	4,0	1,3	0,8	0,3
Вілково	0,5	0,0	1,0	3,0	13,2	34,5	29,9	11,7	5,6	0,0	0,5	0,0
Ізмаїл	0,0	0,0	0,3	5,0	16,7	31,5	27,8	14,3	3,2	0,8	0,3	0,3

Щодо річного ходу грозової діяльності, то над всіма станціями регіону його максимум припадає на червень (рис. 2.5), але в Сербці частка липня майже співпадає в червнем – різниця становить 0,4 %. Також незначна різниця спостерігалася між червнем та липнем спостерігалася в Одесі та Чорноморську (2,7 та 3,1 день.)

Травневі грози частіше (табл. 2.2) лунають (5,0 днів на рік) у Сербці та на півночі Одещини (від 6,2 до 7,1 днів), а серпневі – над Одесою (5,0 днів).

Таблиця 2.2 – Середньомісячна кількість днів з грозою
в Одеській області у 2005-2022 рр.

Роки	Балта	Любашівка	Затишя	Сербка	Роздільна	Одеса	Чорноморськ	Білгород-Дністровський	Сарага	Болград	Вілково	Ізмаїл
I	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
II	0,0	0,2	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
III	0,0	0,4	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	1,0	0,1
IV	1,0	1,6	0,8	0,7	0,9	0,4	0,2	1,0	1,1	1,3	1,0	1,4
V	4,4	4,5	4,3	5,0	3,5	2,6	1,6	3,1	2,4	3,6	2,0	3,7
VI	6,3	7,1	6,2	8,3	6,0	5,7	3,6	4,9	4,9	6,7	4,3	6,6
VII	4,7	5,2	4,6	8,2	5,3	5,1	3,3	3,6	4,6	5,6	3,9	5,8
VIII	2,7	2,9	3,3	3,1	2,9	4,0	2,1	2,4	2,1	3,3	1,5	3,0
IX	1,1	1,8	1,4	1,5	1,5	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	0,9
X	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	0,7	0,6	0,0	0,4
XI	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,5	0,1
XII	0,0	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Середне-річне	17,0	21,9	19,4	26,6	17,1	19,7	12,3	12,2	13,8	20,7	10,9	21,0

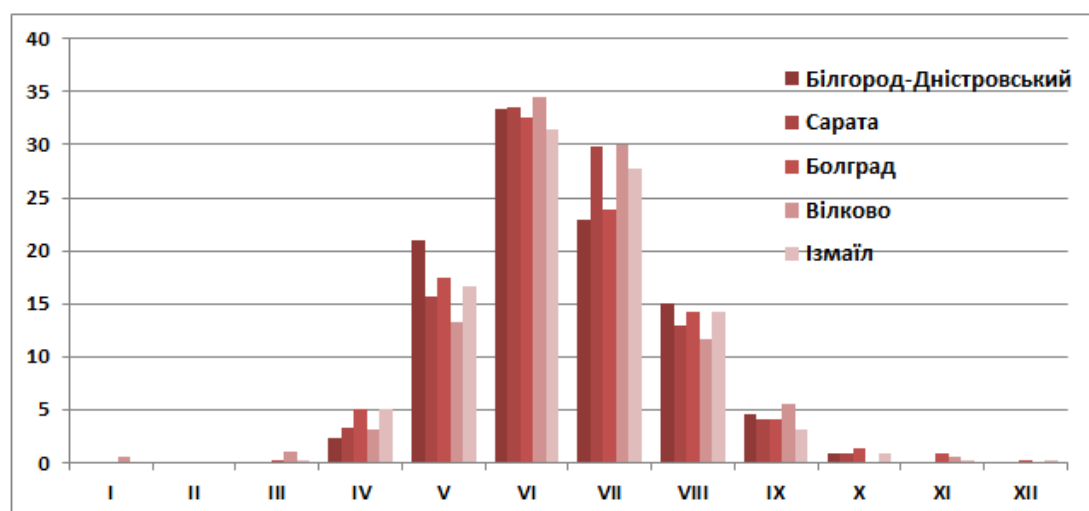
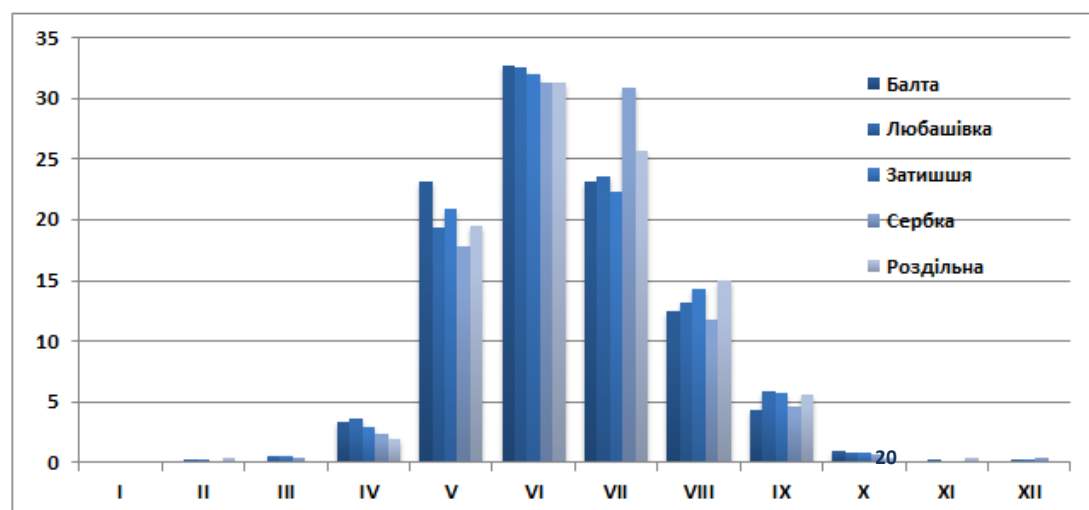
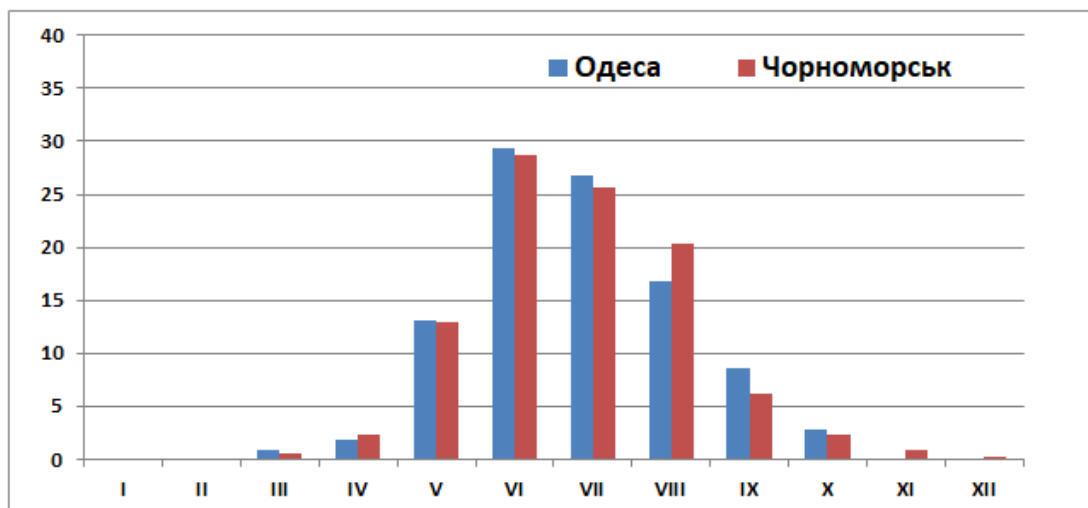


Рисунок 2.5 - Річний хід повторюваності кількості днів грозою (%) над Одеською областю у 2005-2022 рр.

Якщо проаналізувати особливості річного ходу кількості днів з грозою над Одеською областю, то на півдні області частіше ніж на півночі виникали у липні, а на півночі – у травні.

Жодного випадку грози за межами теплого періоду не було над Білгород-Дністровським, Саратою та Балтою.

Для більш наочного представлення міжрічної мінливості кількості гроз створені карти ізоплет кількості днів з грозою по роках та місяцях для кожного пункту дослідження (рис. 2.5).

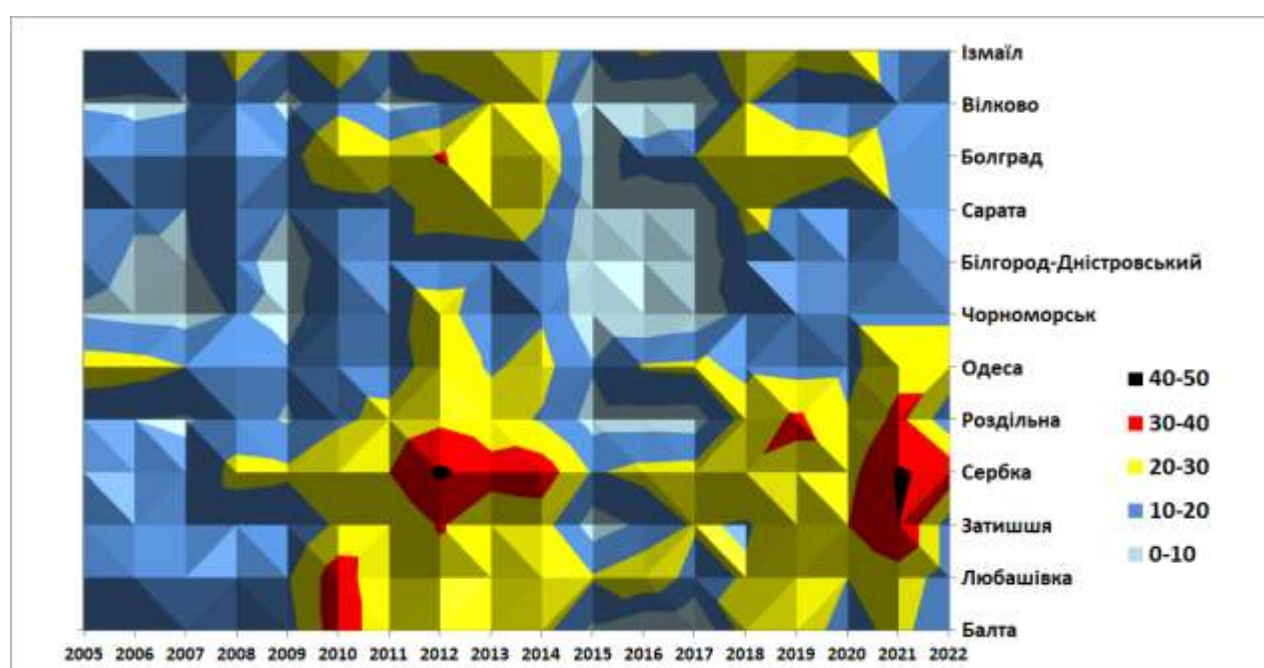


Рисунок 2.6 – Міжрічна мінливість кількості днів з грозою на станціях Одеської області у 2005-2022 рр.

На рис. 2.5 можна виявити відносний максимум повторюваності гроз у 2011-2014 рр. та у 2021 р. над Сербкою та Затишшям. Над деякими станціями у різних частинах регіону (Балта, Затишшя, Білгород-Дністровський, Болград, Вілково) у 2016 р. взагалі не фіксувалося жодної грози, над Чорноморськом та Саратою – по одному випадку у травні. Але над Любашівкою саме у 2016 р. спостерігалось максимальна кількість гроз на рік – 28 випадків.

За весь період дослідження лише в Любашівці та Одесі не виявилось жодного місяця теплого півріччя без виникнення гроз, що підтверджує локальність розповсюдження цього явища.

Отже, над Одеською областю грозова діяльність у 2005-2022 рр. була менш активною у порівнянні з 1961-1990 рр., але географічний розподіл інтенсивності грозоутворення не зазнав помітних змін, за виключенням Болграду, де зниження кількості днів з грозою була найбільшою.

Практично всі грози утворювалися з квітня по вересень (98 %), у холодному періоді грози частіше виникали у жовтні (1 %), можливо завдяки збереженню циркуляційних процесів у першій половині жовтня, характерних для літнього періоду. Не було жодного місяця, коли над областю не було б грози протягом 2005-2019 рр.

Найчастіше грози утворювалися над Любашівкою та Сербкою, а також над Одесою та Болградом – в середньому більше 18 днів на рік.

Аналіз міжрічної мінливості виявив найбільшу грозову активність над регіоном у травні та червні 2013 р. та найменшу у 2016 р., коли над станціями Балта, Затишшя, Білгород-Дністровський, Болград та Вілково не було жодної грози.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ УМОВ ВИНИКНЕННЯ ГРОЗ НАД ОДЕЩИНОЮ

3.1 Зв'язок утворення гроз у Одеській області з фронтальними розділами

Оскільки можливість виникнення грози визначається сукупністю циркуляційних та термодинамічних умов, то проаналізуємо, завдяки чому виникали грози над Одеською областю з 2018 по 2022 рр.

Для визначення синоптичних умов виникнення гроз над Одеською областю обраний п'ятирічний період спостережень над станціями Балта, Любашівка, Затиштя, Сербка, Роздільна, Одеса-ГМО, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Сарата, Болград, Вилкове, Дунайська ГМО (Ізмаїл) з 2018 по 2022 рр., під час якого грози переважно утворювалися у 2021 р. над північної частиною області у червні.

За допомогою ресурсу [15] визначалася синоптична ситуація над південним заходом України для випадків утворення грози, уточнювали розташування атмосферних фронтів та вважалось, що гроза виникла при проходженні фронтальних розділів, якщо відстань між станцією та теплим фронтом становила не менш 250-300 км і 150-200 км між станцією та холодним фронтом або фронтом оклюзії. Результати цього етапу дослідження представлені на рис. 3.1.

Отже, частіше над Одещиною виникали внутрішньомасові грози – 175 випадків або 34 %. Трохи менше гроз утворювалася при проходженні холодних фронтів – 154 грози або 30 % від їх загальної кількості. Трохи менше було пов'язано з діяльністю фронтів оклюзії - 139 гроз або 27 %, і найрідше грози траплялися на теплому фронті – лише 52 випадки (10 %).

В період 2018-2022 рр. найчастіше (рис. 3.1) можна було спостерігати внутрішньо-масові грози (33 %), які зумовлені конвекцією і виникають як у теплих масах повітря внаслідок нагрівання підстильної поверхні переважно у

малоградієнтному полі підвищеного або зниженого тиску, так і в холодних, які перемішуються на теплу поверхню (рис. 3.2).

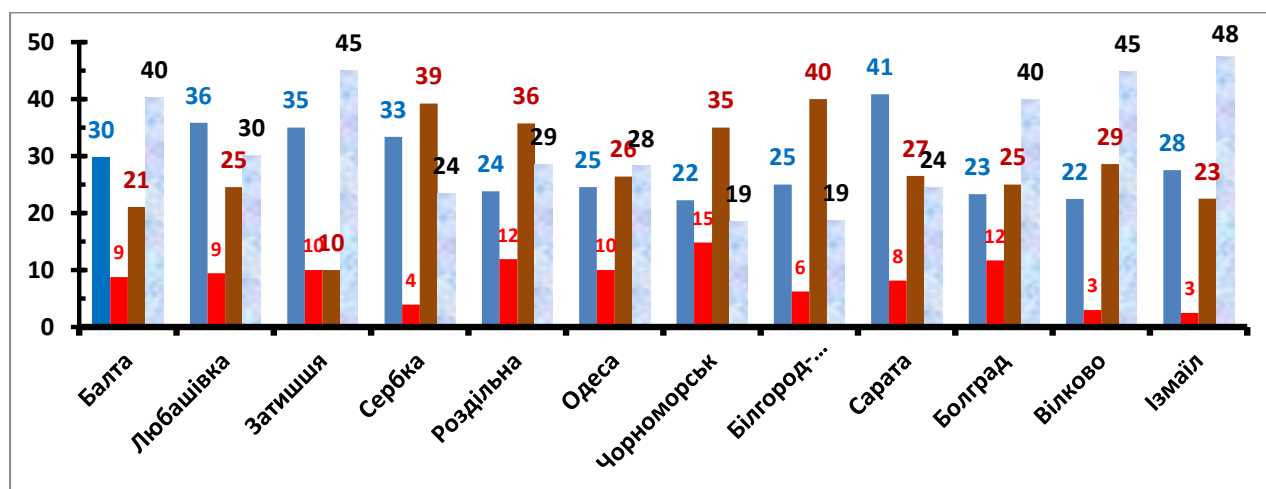


Рисунок 3.1 - Повторюваність (%) гроз на атмосферних фронтах та поза ними на станціях Одеської області 2015-2019 рр.

Над Ізмаїлом, Затішшям та Вілково майже половина гроз мала внутрішньо-масове походження (48, 45 і 45 % відповідно), також їх частка була значною та перевищувала 40 % у Балті та Болграді, тобто на півдні та заході Одеської області. Найрідше грози поза впливом фронтів спостерігалися у Білгород-Дністровському та Чорноморську – 19 %.

Також значна частка гроз Одещини (29 %) розвивалася на основних холодних фронтах (рис. 3.2), де вони були пов'язані з потужним витісненням теплої повітряної маси високого вологовмісту і нестійкої стратифікації уверх наступаючим валом холодного повітря.

Найбільшою повторюваністю гроз на холодному фронті відрізнялися північні станції Сарата (41 %) та Любашівка, Затішшя, Сербка (33-36). Відносно рідше грози виникали при проходженні холодної ділянки фронту на півдні – Болград та Вілково (22 та 23 %).

На фронтах оклюзії спостерігалось 28 % гроз, коли більш холодне повітря витісняє менш холодне, проникає під поверхню теплового фронту,

піднімаючи наверх тепле повітря, і цим спричинює розвиток цілого валу купчасто-дощових хмар за лінією фронту (рис. 3.3). Хмари у даному випадку дуже розвинуті вертикально, коли фронт оклюзії утворюється у центрі циклону.

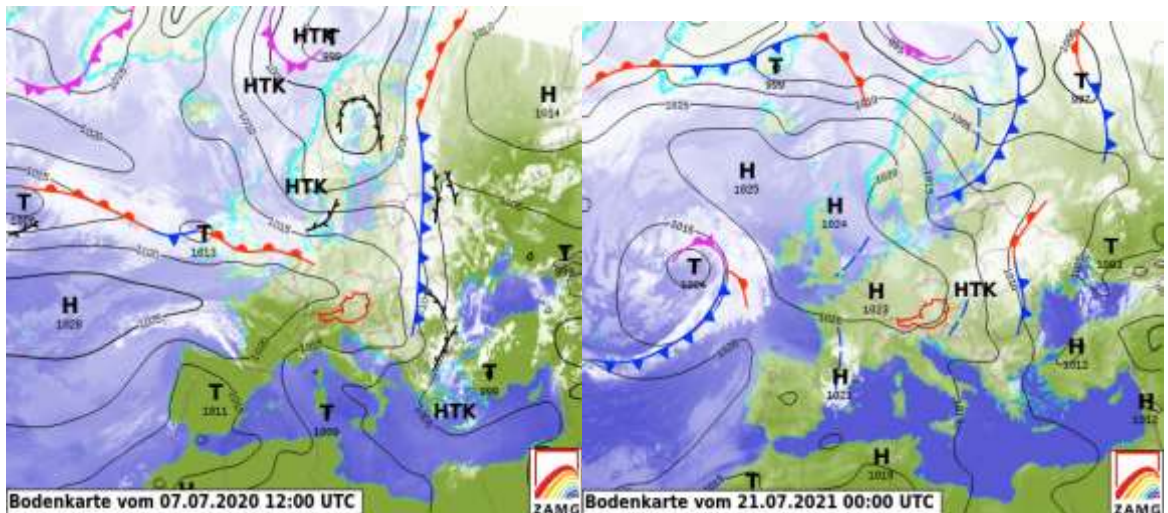


Рисунок 3.2 - Приземний аналіз та поле хмарності під час гроз на холодному фронті над Одещиною

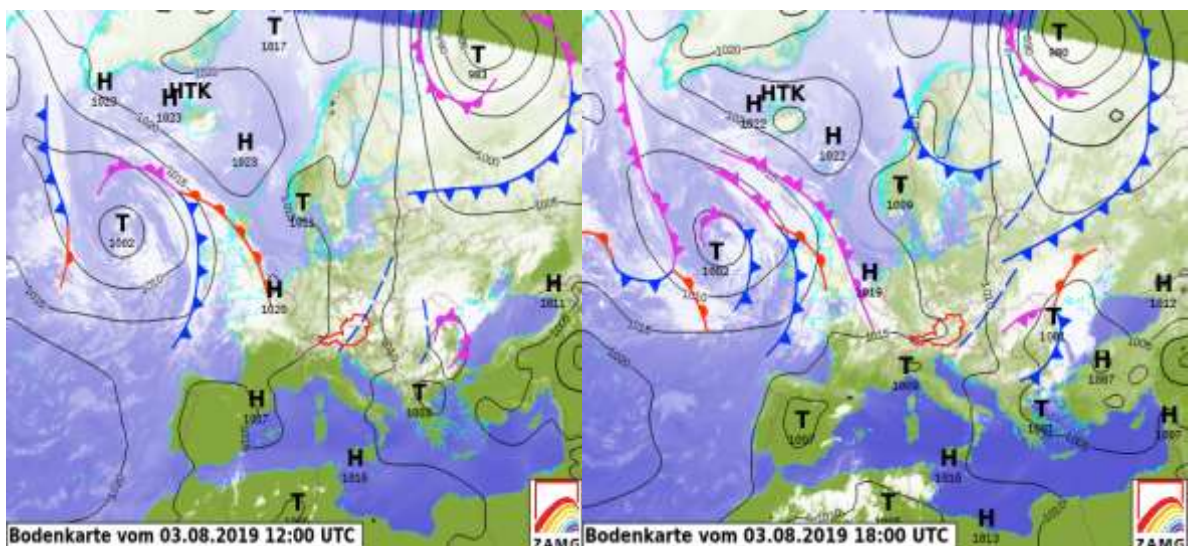


Рисунок 3.3 - Приземний аналіз та поле хмарності під час гроз на фронті оклюзії над Одещиною

Найчастіше грози при проходженні фронтів оклюзії виникали над Білгород-Дністровським та Сербкою (40 та 39 %), а менш за все такі грози утворювалися у Балті та Затишші – 21 та 10 % від загальної кількості гроз над Одещиною.

Значно менше гроз (8 %) розвивалося на теплому фронті, завдяки тому, що під час підймання над фронтальною поверхнею зростає нестійкість стратифікації теплого повітря, що спричинює розвиток конвекції. Найчастіше це буває тоді, коли теплі фронти пов'язані з циклонами та улоговинами, що заглиблюються.

Найчастіше грози на теплому фронті спостерігалися над Чорноморськом – 15 %, менш за все – над Сербкою, Білгород-Дністровським та Саратою - 4, 6 та 8 % відповідно.

Як звісно, над південним заходом України [10, 11] переважають периферійні атмосферні процеси, але фронтальні грози утворюються при пересуванні над регіоном дослідження циклонів або при загостренні атмосферних фронтів на у перехідних зонах між баричними утвореннями різних знаку.

3.2 Індекси нестійкості атмосфери

При дослідженні умов формування та динаміки конвективних явищ погоди необхідно насамперед оцінити потужність конвекції в атмосфері та її мінливість. Зробити таку оцінку можна за допомогою аналізу нестійкості атмосфери, її вологовмісту, умов конвекції. Сьогодні в прогностичних моделях погоди для прогнозу розвитку грози, граду, шквалу та інших небезпечних явищ погоди, обумовлених розвитком конвекції, практикується використання значень індексів, що характеризують конвекцію за низкою параметрів.

Кількісні значення індексів нестійкості, що розраховані на основі даних аерологічні зондування, дозволяють визначити потужність конвекції і, як наслідок, ймовірність розвитку того чи іншого небезпечного конвективного явища в альтернативних прогнозах.

Одним з найбільш часто використовуваних індексів є така характеристика потужності нестійкого шару, як конвективна потенційна енергія. Її досить ефективно відображає індекс CAPE (Convective Available Potential Energy), який розраховується за формулою:

$$CAPE = g \int_{LFCT}^{EL} dz * (Ti - Te) / Te, \quad (3.1)$$

де T_i – температура частки повітря, T_e – температура навколишнього повітря, g – прискорення вільного падіння, $LFCT$ – рівень конденсації, EL – рівень конвекції.

Загальний запас енергії нестійкості в атмосфері CAPE знаходиться як алгебраїчна сума енергій нестійкості окремих шарів від рівня конденсації до рівня конвекції.

Більш високі значення енергії нестійкості вказують на більш інтенсивну конвекцію в хмарі, тобто на більш небезпечні явища погоди. Енергія нестійкості або індекс CAPE (табл. 3.1) є незмінним предиктором в прогнозі небезпечних явищ, пов'язаних з конвекцією.

Таблиця 3.1 – Інтенсивність конвективних явищ за CAPE

CAPE, Дж/кг	Очікувана ситуація
400-1000	невелика нестійкість (Сц, Сб, слабкі зливові опади)
1000-2500	помірна нестійкість (Сб зі зливами, грози)
2500-3500	сильна нестійкість (грози, місцями сильні)
> 3500	дуже сильна нестійкість (сильні і дуже сильні грози, смерчі)

Високий рівень потенційної енергії атмосфери є неодмінною умовою того, що піднімається частка досягне значно більших висот, ніж рівень вільної конвекції, а отже, збільшується небезпека розвитку таких явищ погоди як гроза і град. Аналіз значень цього індексу в конвективній атмосфері дозволить кількісно оцінити ступінь розвитку конвекції і ймовірність утворення грози і граду.

Індекси нестійкості K_i - індекс нестійкості або число Вайтінга (W). Розрахунок K_i заснований на вертикальному градієнті температури, вологості повітря в нижній тропосфері, а також враховує вертикальну протяжність вологого шару повітря. K_i характеризує ступінь конвективної нестійкості повітряної маси, яка необхідна для виникнення і розвитку гроз:

$$K_i = (T_{850} - T_{500}) + Td_{850} - \Delta Td_{700}, \quad (3.2)$$

де K_i – індекс нестійкості (число Вайтінга), T_{850} – температура повітря на ізобаричній поверхні 850 гПа, T_{500} – температура повітря на 500 гПа, Td_{850} - точка роси на 850 гПа, ΔTd_{700} - дефіцит точки роси на поверхні 700 гПа.

Індекс K_i краще за все використовувати влітку для прогнозування внутрішньомасових гроз. Порогові значення з табл. 3.2 можуть змінюватися залежно від сезону, географії та синоптичної ситуації.

Таблиця 3.2 – Порогові значення індексу нестійкості Вайтінга

Значення K_i	Що очікується	Співвідношення площі, де очікують грозу до території за якою складено прогноз, %
< 20	без гроз	-
20-25	окремі ізольовані грози	10-20
25-30	кілька гроз	20-50
30-35	розсіяні грози	50-70
35-40	численні грози	> 70
> 40	грози повсюдно	100

Наступний індекс нестійкості, це вертикальний індекс VT (Vertical Totals):

$$VT = T_{850} - T_{500}, \quad (3.3)$$

де T_{850} - температура повітря на ізобаричній поверхні 850 гПа, T_{500} - температура повітря на 500 гПа. Якщо $VT > 28$ °С, то тропосфера має високий потенціал конвективної нестійкості, який достатній для утворення гроз.

Далі, індекс СТ - Cross Totals (табл. 3.3):

$$CT = Td_{850} - T_{500}, \quad (3.4)$$

де Td_{850} - точки роси на 850 гПа, T_{500} - температура повітря на 500 гПа.

Таблиця 3.3 – Інтенсивність конвективних явищ за СТ

Значення СТ	Очікувана ситуація
< 18	Тропосфера володіє низьким потенціалом конвективної нестійкості, який недостатній для грозової діяльності
18-19	Помірна нестійкість. Слабка грозова діяльність
20-21	Висока нестійкість. Грози.
22-23	Енергія нестійкості при якій можливі сильні грози.
24-25	Висока енергія нестійкості. Сильні грози.
> 25	Дуже висока енергія нестійкості. Дуже сильні грози.

На основі двох попередніх індексів (VT та СТ) складається підсумковий індекс TT – (Total Totals):

$$TT = VT + CT, \quad (3.5)$$

де СТ - Cross Totals індекс, VT - Vertical Totals індекс.

Таблиця 3.4 – Інтенсивність конвективних явищ за ТТ

Значення ТТ	Очікувана ситуація
< 44	Гроза діяльність не можлива
44-45	Окрема гроза або кілька гроз
46-47	Розсіяні грозові осередки
48-49	Значні кількість гроз, окремі з яких сильні.
50-51	Розсіяні сильні грозові осередки, окремі осередки зі смерчем
52-55	Значна кількість вогнищ сильних гроз, окремі осередки зі смерчем
> 55	Численні сильні грози з сильними смерчами

Індекс підйому Li (Lifted index) - різниця температур навколишнього повітря і деякого одиничного обсягу, який піднявся адиабатично від поверхні землі (або з заданого рівня) до рівня 500 гПа. Li розраховується з урахуванням залучення навколишнього повітря. Індекс Li характеризує термічну стратифікацію атмосфери по відношенню до вертикальним переміщенням повітря. Якщо $Li > 0$, то атмосфера (у відповідному шарі) стійка. Якщо значення $Li < 0$, то атмосфера нестійка (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Інтенсивність конвективних явищ за індексом Li

Значення Li	Очікувана ситуація
≥ 6	Глибока інверсія. Атмосфера дуже стійка. Розвинені низхідні рухи повітря
1...5	Стійкий стан атмосфери. Купчасті хмарність гарної погоди.
-2...0	Невелика нестійкість. Конвективна хмарність зі зливами, при інтенсивному денному прогріванні або в зоні атмосферного фронту - з грозами та градом.
-5...-3	Помірна нестійкість. Сильні грози
≤ -6	Висока нестійкість. Дуже сильні грози.

Індекс Томсона - T_i (Thompson index):

$$T_i = K_i - L_i, \quad (3.6)$$

де K_i - індекс нестійкості(число Вайтінга), L_i - Lifted index.

Таблиця 3.6 – Інтенсивність конвективних явищ
за індексом Томсона (T_i)

Значення T_i	Очікувана ситуація
<25	без гроз
25-34	можливі грози
35-39	грози, місцями сильні
≥ 40	сильні грози

3.3 Аналіз індексів нестійкості напередодні гроз над Одеською областю у 2021 рр.

При прогнозуванні виникнення грози, граду, шквалу та інших небезпечних явищ погоди, які обумовлені розвитком конвекції, практикується використання значень індексів, що характеризують конвекцію за низкою параметрів.

Для аналізу термодинамічного стану атмосфери над Одещиною за основними індексами конвекції обрані всі випадки гроз за 2021 р., для яких за даними глобальної моделі GFS [13] були розраховані основні індекси конвекції (табл. 3.7)

Енергія нестійкості або індекс CAPE при грозі над станцією в 2021 р. в середньому становила 450-800 Дж/кг з максимумом над Балтою, а максимум без грози спостерігався над Любашівкою.

Таблиця 3.7 – Значення індексів конвекції над Одещиною при грозі у 2021 р.

Пункти	CAPE				K _i			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max	Сер. при грозі	Сер. без грози	Сер. при грозі	Сер. без грози
Балта	784	376	0	2640	41	39	24	48
Любашівка	534	426	0	3080	41	37	19	47
Затишшя	638	392	0	1760	39	39	26	51
Сербка	528	272	0	1870	40	36	20	50
Роздільна	649	406	0	2750	41	39	28	52
Одеса	593	244	0	1540	43	38	21	48
Чорноморськ	525	314	0	1540	42	40	22	57
Білгород-Дніст	544	297	0	1340	41	39	23	50
Сарата	450	265	0	1760	40	38	26	54
Болград	364	316	0	2090	40	38	24	46
Вілково	524	369	0	1650	42	37	24	48
Ізмаїл	400	382	0	2310	36	39	24	47

	VT				CT			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max
Балта	32	31	15	35	35	34	23	41
Любашівка	32	32	19	35	35	33	24	41
Затишшя	31	32	19	33	34	33	26	40
Сербка	32	32	20	35	34	32	18	40
Роздільна	32	32	19	36	34	34	24	43
Одеса	33	32	19	35	36	34	30	40
Чорноморськ	33	32	19	35	37	35	31	48
Білгород-Дніст	32	32	18	35	35	35	28	40
Сарата	32	32	18	42	33	32	23	41
Болград	32	31	18	33	33	32	23	41
Вілково	31	32	19	33	36	34	28	41
Ізмаїл	32	32	18	33	36	32	24	40

	TT				LI			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max
Балта	57	53	38	68	-3	-1	-9	8
Любашівка	57	53	44	67	-3	-1	-9	8
Затишшя	56	53	44	65	-2	-1	-6	7
Сербка	56	52	41	65	-2	-1	-7	6
Роздільна	57	53	44	69	-2	-1	-9	8
Одеса	59	54	45	65	-3	0	-6	7
Чорноморськ	60	55	46	69	-2	-1	-6	7
Білгород-Дніст	58	54	43	65	-2	0	-6	6
Сарата	55	52	41	72	-2	0	-6	8
Болград	55	52	39	63	-2	0	-7	9
Вілково	57	54	43	63	-2	0	-7	8
Ізмаїл	58	52	41	63	0	-1	-8	7

	TI			
	Сер. при грозі	Сер. без грози	Min	Max
Балта	49	45	22	64
Любашівка	50	45	25	64
Затишшя	48	46	26	57
Сербка	47	44	31	59
Роздільна	48	46	25	64
Одеса	51	46	32	59
Чорноморськ	51	47	33	65
Білгород-Дніст	49	47	29	59
Сарата	46	44	25	58
Болград	47	44	23	59
Вілково	50	46	30	58
Ізмаїл	44	45	28	61

Розрахунок енергії нестійкості над станціями без гроз при наявності грози над областю показав значення від 200 до 400 Дж/кг, отже відсутність умов для розвитку грози.

Число Вайтінга або Ki index демонструє готовність атмосфери до виникнення розсіяних гроз по всій території Одеської області.

Вертикальний індекс перевищує у більшості випадків 26-28 °С, тобто тропосфера мала високий потенціал конвективної нестійкості, який достатній для утворення гроз. Але його значення на сусідніх станціях без гроз значно не відрізняються.

За значенням індексу СТ (Cross total), над Одещиною в атмосфері була присутня висока енергія нестійкості при якій можливі сильні грози 2 рази та дуже сильні грози теж 2 рази.

Підсумковий індекс (ТТ) на станція Одещини свідчить про значну кількість вогнищ сильних гроз та можливі окремі осередки зі смерчем у 4 випадках. В одному випадку при $ТТ < 44$ °С, тобто коли за вказаним індексом не очікується умов для грозової діяльності. Решта випадків – значна кількість гроз, окремі з яких сильні.

Додатні значення індексу підйому (Lifted index), які передбачають наявність інверсії температури, коли атмосфера дуже стійка та є розвинені низхідні рухи повітря, над станціями Одеської області в середньому не виявилися, але окремі випадки фіксувалися. Переважно середнє значення Li складало -2...-1 °С.

Таким чином, напередодні виникнення гроз над Одеською областю тропосфера мала високий потенціал конвективної нестійкості, але найчастіше перед грозою критичних критерії досягали індекси Вайтінга та Total Totals, тому що індекси конвекції по-різному відображають стан термічної стійкості.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра отримані такі висновки:

1. Виявлено, що Одеською областю грозова діяльність у 2005-2022 рр. була менш активною у порівнянні з 1961-1990 рр., але географічний розподіл інтенсивності грозоутворення не зазнав помітних змін, за виключенням Болграду, де зниження кількості днів з грозою була найбільшою.

2. Найчастіше грози утворювалися над Сербкою, а також над Любашівкою, Ізмаїлом та Болградом – в середньому більше 20 днів на рік.

3. Практично всі грози утворювалися з квітня по жовтень (99,1 %). Максимум річного ходу над всім регіоном припадав на червень, мінімум на січень. Найбільш активним грозоутворенням відзначилися травень та червень 2013 р. і червень 2021 р., а найменша активність припала на 2016 р.

4. Виявлено, що у 2018-2022 рр. над Одещиною частіше утворювалися внутрішньо-масові грози (33%) та грози на основних холодних фронтах (29%), а також на фронтах оклюзії (28%).

5. Найчастіше перед грозою критичних критерії досягали індекси Вайтинга та Total Totals, тому що індекси конвекції по-різному відображають стан термічної стійкості.



СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балабух В.А. Межгодовая изменчивость интенсивности конвекции в Украине // Глобальные и региональные изменения климата; под ред. Осадчего В.И. / В.А. Балабух. Киев: НикаЦентр, 2011. С. 150-159.
2. Балабух В.О. Міжрічна мінливість інтенсивності конвекції в Україні. https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/poster_1/Balabukh.pdf
3. Балабух В. А., Лавриненко О. М., Ягодинець С. М., Малицька Л. В., Базалеєва Ю. О. Зміна інтенсивності, повторюваності та локалізації небезпечних явищ погоди в Україні та їх регіональні особливості // Системи контролю навколишнього середовища: Збірник наукових праць МПІ НАН України. 2013. № 19. С. 189-198.
4. Клімат України Під ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко, Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с
5. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961–1990 рр.)/ Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ ЦГО, Київ, 2006. [Електронний ресурс].
6. Мацук Ю.М. Зміни грозової активності на території України в ХХ та на початку ХХІ сторіччя // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія", 2013, № 39 (1084), С. 147-151.
7. Нажмудінова О. М. Грозова діяльність над Харковом // Вестник ГМЦ ЧАМ. 2018. № 1 (21). С. 20-29.
8. Настанова з метеорологічного прогнозування. Український гідрометеорологічний центр. Київ: 2019, 35 с. https://meteo.gov.ua/files/content/docs/meteo_kerdoc/настанова%20з%20метеорологічного%20прогнозування.pdf.
9. Недострелова, Л. В., Чумаченко, В. В. Часовий розподіл гроз на АМСЦ Одеса на початку ХХІ століття // Український гідрометеорологічний журнал, 2021, 27, С. 16-23.

10. Смекалова Л. К., Швер Ц. А. Климат Одессы. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 174 с.

11. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. К.: Ніка-Центр, 2006. 312 с.

12. Archive of meteorological data. Retrieved from: <https://meteopost.com/weather/archive/> (дата звернення: 01.05.2023).

13. <https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/global-forecast> (дата звернення 1.06.2023 р.).

14. https://uk.wikipedia.org/wiki/Одеська_область (дата звернення 30.04.23 р.).

15. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetterkarte> (дата звернення 18.05.2023 р.).