

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: Умови формування сильних опадів восени над Одесою

Виконала студентка 1 курсу гр. МСА-51а
спеціальності 103 – Науки про Землю
спеціалізація Метеорологія та кліматологія
Дудурич Христина Володимирівна

Керівник к.геогр.н., доц.
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

Рецензент к.ф.-м.н., доц.
Рубан Ігор Георгійович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет, відділення	Гідрометеорологічний інститут
Кафедра, циклова комісія	Кафедра метеорології та кліматології
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Спеціаліст
Спеціальність	103 - Науки про Землю
Спеціалізація	Метеорологія та кліматологія (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Івус Г.П.
“ 10 ” березня 2017 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Дудурич Христині Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Умови формування сильних опадів восени над Одесою

керівник проекту Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

к.геогр.н., доц.

затвержені наказом вищого навчального закладу від 17 грудня 2016 р. № 372С

2. Строк подання студентом проекту 1 червня 2017 р.

3. Вихідні дані до проекту 1. Метеорологічні спостереження на ст. Одеса-ГМО з 2005 по 2016 рр. (вересень, жовтень, листопад). 2. Синоптичні карти та дані радіозондування над ст. Одеса-ГМО у 00 UTC.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд сучасних літературних джерел за темою дипломного проекту та аналіз режиму опадів над Україною. 2. Характеристика режиму опадів над Одесою з 2005 по 2016 рр. 3. Оцінка синоптичних процесів, які сприяли випадінню стихійних опадів над Одесою восени 2005-2016 рр. 4. Аналіз причин утворення стихійних опадів восени 2016 р.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Рис. 1.1 – кількість опадів над Україною; рис. 1.2 – число днів з різною кількістю опадів над Києвом та Одесою; рис. 2.1-2.2 – середньомісячна кількість опадів над Одесою восени 2005-2016 рр.; рис. 2.3–2.14 – кількість опадів на ст. Одеса-ГМО восени 2005-2016 рр.; рис. 3.1-3.12 – синоптичні матеріали.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 10 березня 2017 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Вивчення літературних джерел за темою дослідження	з 13.03.17р.	93	відмінно
2.	Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження	квітень 2017 р.	93	відмінно
3.	Аналіз режиму опадів над Одесою восени 2005-2016 рр.	квітень 2017 р.	93	відмінно
4.	Атестація	03-08.04.17	93	відмінно
5.	Умови формування стихійних опадів над Одесою з вересня по листопад 2005-2016 рр..	квітень 2017 р.	93	відмінно
6.	Типізація синоптичних процесів під час виникнення стихійних опадів над Одесою восени 2005-2016 рр.	травень 2017 р	93	відмінно
7.	Атестація	03-06.05.17	93	відмінно
8.	Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку.	25 травня 2017 р.	93	відмінно
9.	Оформлення дипломного проекту.	31 травня 2017 р.	93	відмінно
10.	Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту дипломного проекту.	червень 2017	93	відмінно
11.	Попередній захист дипломного проекту.	червень 2017	93	відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		93	відмінно

Студент

(підпис)

Дудурич Х.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

к.геогр.н., доц. Семергей-Чумаченко А.Б.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Сильні опади над Україною	6
1.1 Опади та небезпечні і стихійні явища, які обумовлені ними.....	6
1.2 Коротка характеристика режиму опадів над Україною	8
1.3 Розподіл сильних опадів над Україною	10
2 Характеристика умов випадіння сильних опадів восени над Одесою	13
2.1 Режиму опадів восени над Одесою з 2005 по 2016 рр.....	13
2.2 Повторюваність та метеорологічні умови виникнення сильних опадів восени над Одесою	16
3 Циркуляційні умови утворення сильних опадів восени над Одесою.....	32
3.1 Циркуляційні особливості умови півдня України.....	32
3.2 Синоптичні умови виникнення сильних опадів восени над Одесою.....	34
3.3 Типізація синоптичних процесів, що сприяли випадіння сильних опадів над Одесою восени 2005-2016 рр.....	43
Висновки	50
Перелік посилань.....	51
Додаток А.....	52
Додаток Б	53

ВСТУП

Сильні опади впливають практично на всі сфери життєдіяльності людини та економіки країни, характер цього впливу може залежати від їх виду та кількості, тривалості та фазового стану.

Сільське господарство залежить від кількості і часу випадіння опадів в більшій мірі, ніж всі інші галузі: рясні опади – це бездоріжжя влітку, а зимою – непрохідні дороги із-за снігових заметів. Сильний дощ може визвати повінь, затоплення посівів і спричинити величезний збиток сільському господарству. Енергетичний комплекс та зв'язок зазнають збитків через втрати на лініях електропередач внаслідок збільшення вологості повітря та налипання мокрого снігу.

Опади ускладнюють роботу авіатранспорту внаслідок погіршення видимості, зменшення коефіцієнта зчеплення коліс літака із злітно-посадковою смугою, можливого обледеніння повітряних суден на аеродромі та ешелонах польоту. Інтенсивні опади, що значно обмежують видимість, можуть затрудняти рух водного, особливо річкового, транспорту. Автотранспорт збитки не тільки із-за заметів і «розкислих» доріг, але і за рахунок збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (особливо на гірських дорогах) при опадах, навіть незначних за інтенсивністю (особливо тривалих і переохолоджених).

Комунальне господарство також є зацікавленим споживачем прогнозів опадів, оскільки інтенсивні опади перевіряють надійність покрівель будинків і роботи зливної каналізації в містах, а при сильних снігопадах можлива поломка дерев в садах, на дорогах і парках.

Метою дипломного проекту є дослідження умов формування сильних та стихійних опадів над Одесою восени 2005–2016 рр.

Дипломний проект складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

По вступу формулюються мета та завдання роботи.

Перший розділ містить в собі загальну інформацію про режим сильних опадів над Україною та небезпечні і стихійні явища, які з ними пов'язані.

Другий розділ присвячений аналізу умов утворення опадів над Одесою восени 2005-2016 рр., добова кількість яких перевищувала кліматичну норму

за місяць.

Третій розділ складається з характеристики макроциркуляційних процесів формування сильних осінніх опадів над Одесою.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 12 літературних джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Дипломний проект виконаний на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Семергей-Чумаченко А.Б. у рамках науково-дослідної роботи «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр.).

1 СИЛЬНІ ОПАДИ НАД УКРАЇНОЮ

1.1 Опади та небезпечні і стихійні явища, які обумовлені ними

Опадами називають воду в рідкому або твердому стані, що випадає з хмар або осідає з повітря на поверхню землі і/або на різні предмети (роса, іній, паморозь тощо). Опади - це одна з ланок, яка відповідає за вологообіг на земній поверхні. Важливі елементи кругообігу води в природі - це випаровування і конденсація.

В якості характеристик опадів використовуються звичайно два критерії: вид та інтенсивність. Вид опадів завжди визначається візуально, а одиницею вимірювання їх інтенсивності є величина шару опадів, що випадають за часу (як правило, за 1 год або добу). Величина шару опадів вимірюється в міліметрах. Іноді визначають кількість опадів, що випали при сильній зливі або при проходженні атмосферного фронту. Крім кількісної оцінки існує візуальна оцінка інтенсивності опадів, яка проводиться за погіршенням видимості в явищах.

Значень видимості із врахуванням інтенсивності явища, приведених в, слід дотримуватись при консультації споживачів про фактичну і очікувану погоду.

Нижче наводяться небезпечні стихійні метеорологічні явища, які обумовлюють природні надзвичайні ситуації (НС) [1, 3, 7, 9]:

- дуже сильний дощ, дуже сильні опади (дощ із снігом) – кількість опадів 50 мм і більше за 12 год і менше; в гірських, селевих, лавино- та зливо небезпечних районах – 30 мм і більше за 12 год і менше;

- сильні зливи – кількість опадів 30 мм і більше за 1 год і менше.

Випадіння сильних дощів характеризується великою плямистістю. У 63% випадків вони спостерігаються на території однієї області і у 27% - на території 2-4 областей. Сильні дощі мають яскраво виражений річний хід: найбільша їх повторюваність (біля 70%) припадає на червень-серпень. У гірських районах сильні дощі можуть викликати підйом ґрунтових вод і рівня води в ріках та водосховищах. Не слід забувати, що сильний дощ звичайно випадає при сильних грозах, які супроводжуються градом, шквалами та іноді

смерчами.

Тривалі дощі – кількість опадів 100 мм і більше за 1-3 доби (за винятком зливових районів) – також спричиняють значні неприємності, тим більше, що вони охоплюють територію декількох областей одночасно.

Дуже сильні снігопади – кількість опадів 20 мм і більше за 12 год і менше віднесені до категорії СГЯ, однак такі снігопади можуть продовжуватися безперервно добу і більше. На території України вони спостерігаються в період з жовтня по квітень при середньодобовій температурі повітря 0...-4 °С, хоча у високогірній частині Українських Карпат та північно-східних областях це значення може знижуватися до -15...-17 °С. Сильні снігопади випадають в окремих областях з різною повторюваністю: найчастіше (до 80%) утворюються в Українських Карпатах; трохи рідше (42%) – в Київській, Кіровоградській областях та АР Крим. Насамперед, сильні снігопади пов'язані з виходом південних циклонів із Середземного моря чи Балканського півострова і переміщенням циклонів із заходу (особливо при проходженні холодного фронту з хвилястими збуреннями). Істотно рідше ці опади можуть формуватися в пірнаючих циклонах чи в штормовій перехідній зоні між антициклоном над Європейською частиною Росії і циклоном над Чорним морем. При сильних снігопадах утруднюється робота всіх видів транспорту, обриваються проводи ліній зв'язку і електропередач, пошкоджуються крони дерев. Цю ситуацію особливо створює сильне налипання мокрого снігу (діаметр налипання 35 мм і більше). У гірських районах сильні снігопади сприяють сходу снігових лавин, а пізні снігопади можуть викликати підйом ґрунтових вод і рівня води в ріках та водосховищах і призвести до затоплення (а, можливо, обмерзання прибережних зон).

Сильна ожеледь (діаметр відкладень на проводах стандартного ожеледного станка 20 мм і більше) та сильні складні відкладення (діаметр 35 мм і більше). Відкладення сильної ожеледі відбувається головним чином при адвекції теплого, вологого повітря, що зумовлено переміщенням циклонічних утворень з системою фронтів. Найбільша повторюваність ожеледі характерна Кримським горам, Донецькому кряжу, а також Волинській, Приазовській та Подільській височинам.

Обледеніння наземних предметів та рослинності звичайно спостерігається у зоні холодного фронту при випадінні переохолодженого

дощу або замерзанні мокрого снігу, який випав перед різким похолоданням. Зони обледеніння головним чином розміщуються вздовж ліній фронту, займають чималу площину і становлять велику небезпеку. Інколи обледеніння можливе при наявності слабкої, майже непомітної мряки, або при великій вологості і мінусовій температурі повітря (інтенсивне утворення льоду через конденсацію). Рельєф місцевості істотно впливає на обледеніння: з навітряного боку гірських хребтів або височин повітряні маси отримують додатковий імпульс до підйому, що посилює процес утворення хмар, які стають потужнішими, щільнішими, знижуються до поверхні землі, заслоняють верхівки гір і це викликає небезпеку обледеніння.

Селі – грязьові або грязьово-кам'яні потоки, що зненацька виникають в руслах гірських річок. Селеві процеси розвиваються в гірських частинах Карпат і Криму. Біля 30 міст, селищ та сільських населених пунктів АР Крим, Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей піддані впливу селевих потоків. Всього в Карпатах виявлено 219 селевих басейнів. Найбільшою активністю характеризуються басейни річок Черемошу, Дністра, Тиси, Прута. Масовий схід селевих потоків призводить до руйнування та занесення селевими відкладами будівель, споруд, транспортних магістралей.

Снігові лавини – снігові обвали з крутих схилів гір. В лютому-березні та в період відлиг райони хребтів Горгани, Полонинський, Черногори є лавинонебезпечними з обсягом снігових лавин до 300 тис. куб. м. Лавини викликають засипання снігом транспортних магістралей, руйнування будинків, ліній електропередач тощо [3, 9].

1.2 Коротка характеристика режиму опадів над Україною

Основною закономірністю просторового розподілу опадів в Україні, зумовленою загальними циркуляційними факторами, є їх зменшення з півночі і північного заходу у напрямі на південь і південний схід. Такий розподіл властивий для рівнинної території. Рельєф, що визначає регіональні особливості циркуляції, вносить істотні зміни у поле опадів. У гірських районах виникає вимушене упорядковане піднімання повітряних потоків, що

сприяє посиленню термічної і динамічної турбулентності, розвитку циклогенезу. Тому найбільша кількість опадів випадає в Українських Карпатах і Кримських горах. Вплив Донецької, Волинської, Подільської, Придніпровської і Приазовської височин не істотний внаслідок їх незначної висоти.

Перезволоження (650-700 мм) спостерігається у північно-західній частині, включаючи передгір'я Українських Карпат. У Лісостепу кількість опадів за рік становить 550-650 мм, на північному сході, у басейні Десни - 600 мм, на межі між Лісостепом і Степом — 500 мм. Під впливом височин відбувається деякий перерозподіл опадів. На навітряних західних і південних схилах височин випадає на 15-20 % опадів більше, а на підвітряних схилах їх кількість зменшується на 25 % порівнянне з прилеглою місцевістю. Південна частина Степу (Одеська, Миколаївська, Херсонська області і рівнинна частина Криму) відноситься до районів недостатнього зволоження. Тут відмічається зменшення опадів у напрямі на південь. На узбережжях Чорного і Азовського морів, у Присивашші опадів випадає ще менше (380-400 мм), що пов'язано з впливом бризової циркуляції (рис. 1.1).

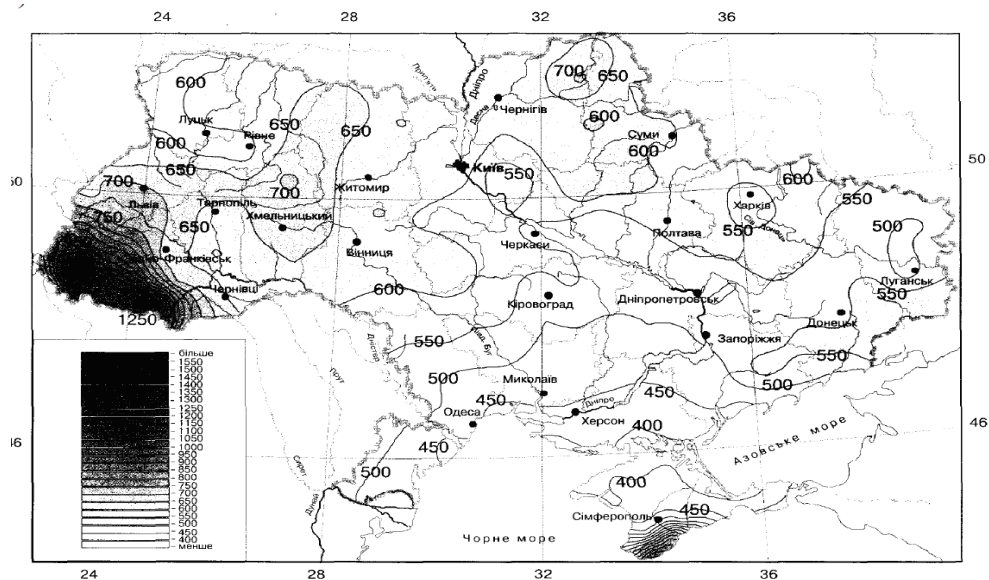


Рис. 1.1. Середня кількість опадів за рік (мм) над Україною [4]

Розподіл кількості опадів на території для теплого і холодного періодів і окремо по місяцях у загальних рисах подібний до розподілу їх за рік, але нерівномірний, бо характеризує менший проміжок часу. Найменші значення

відмічаються на північно-західному узбережжі Чорного моря і Присивашші, найбільші — на високогірних яйлах і плато

Слід відзначити, що дефіцит опадів спостерігається, коли переважають процеси антициклогенезу. Надмірна кількість опадів протягом усього року пов'язана з переміщенням і розвитком циклонів — у теплий період під час переміщення малорухомих холодних фронтів з хвильовими збуреннями, у холодний — під час переміщення Середземноморських циклонів.

Середня добова кількість опадів розподіляється на території досить рівномірно. Найбільше за добу опадів випадає в Українських Карпатах (Плай — 8,0 мм, Пожежевська — близько 7,0 мм). На Поліссі і у Лісостепу середня добова кількість опадів становить 3,5-4,3 мм, у північному Степу — 3,7-4,5 мм, на півдні — 3,5-5,9 мм, у Криму вона змінюється від 3,9 мм у степовій частині до 6,2 мм у горах. Найменша середня добова кількість опадів (2-3 мм) випадає у зимові місяці, влітку вона збільшується удвічі-утричі і досягає 5-6 мм. За окрему добу може випасти кількість опадів, яка перевищує середню добову у 7-10 разів і більше.

Важливим показником є добовий максимум опадів. Зазвичай добовий максимум майже завжди менший від кількості опадів, які випадають за один дощ, особливо коли його тривалість переходить з однієї доби в іншу. Інформація про добовий максимум опадів має велике практичне значення. Вона використовується у гідрологічних розрахунках для проектування споруд і приладів, для вирішення багатьох завдань господарського комплексу країни, а також для проведення природоохоронних заходів. Територія України відноситься до зливонебезпечних районів, особливо Українські Карпати і Кримські гори, де екстремальні опади, які тривають протягом декількох діб, можуть призвести до утворення паводків, селевих потоків, підтоплення.

1.3 Розподіл сильних опадів над Україною

Дощ, за який випадає 30 мм і більше опадів за 12 год і менше, вважається сильним і відноситься до стихійного явища, яке нерідко завдає значних збитків різним галузям економіки, особливо у гірських районах. Для

сильного дощу характерний виражений річний хід. Найбільша його повторюваність (більше 70 %) припадає на червень-серпень, тому що у літні місяці повітряні маси, які надходять з морів, більш насичені водяною парою. Розміри площі випадання сильних дощів невеликі. Зазвичай вони випадають на території однієї області (більше 60 %), рідше — двох - чотирьох (27 %).

Сильні дощі з кількістю опадів 30 мм і більше за 12 год і менше відмічаються кожного року. Найчастіше (95-100 %-ної ймовірності) вони випадають в Українських Карпатах (Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська області) і у Кримських горах. Дещо рідше (75-85 %) вони бувають у Чернівецькій, Волинській, Київській, Кіровоградській, Одеській, Донецькій областях, а на решті території такі дощі спостерігаються у 50-70 % років.

Сильні дощі з кількістю опадів 50 мм і більше за 12 год і менше щорічно спостерігаються тільки в Українських Карпатах і Кримських горах. Один раз за 5-10 років вони ймовірні у північно-східних і південно-східних областях (Сумська, Харківська, Луганська, Донецька, Херсонська) [3].

Середні значення сильних дощів, одержані для областей і окремих метеорологічних станцій, значно відрізняються. Для окремих станцій сильні дощі відмічаються рідше (на 1-2 дні), ніж на території області. Іноді різниця становить 3 дні і більше.

Розглядаючи динаміку сильних дощів за період 1966-2000 рр., слід відмітити, що число їх значно змінюється з року в рік. Особливо сильні дощі спостерігалися у 1967, 1968, 1969, 1971, 1973, 1978, 1987 рр. У 1974, 1975, 1979, 1980, 1986, 1999 рр. вони мали місце тільки в Українських Карпатах і Кримських горах, у південних і східних областях — лише в окремі місяці. Найбільш дощовим виявилось п'ятиріччя 1966-1970 рр., причому сильні дощі випадали в усі роки, а найменш дощовим — п'ятиріччя 1981-1985 рр. [4].

Повторюваність сильних дощів та їх інтенсивність різні у гірській і рівнинній частинах території України. В Українських Карпатах та Кримських горах, де щорічно (100 %-на ймовірність) спостерігаються сильні дощі з кількістю опадів 30 мм і більше, їх буває 8-10 випадків за рік. У 70-80 % років випадають дощі з кількістю опадів 50 мм і більше та триваліші за часом, найбільша їх повторюваність характерна для навітряних схилів.

На рівнинній частині, де повторюваність їх відповідно дорівнює 70-80 % і 30-40 % (рис. 1.2). Тут спостерігається по 2-3 випадки за рік з дощем 30 мм і більше та 1-2 випадки з дощем 50 мм і більше. Виділяються узбережжя

Чорного і Азовського морів, які раніше характеризувалися меншою частотою сильних дощів. У період глобального потепління частота сильних дощів тут дещо збільшилася. Сильні дощі з кількістю опадів 30 мм і більше спостерігаються у 65 %, а з опадами 50 мм і більше — у 10-20 % (один раз за 5-10 років).

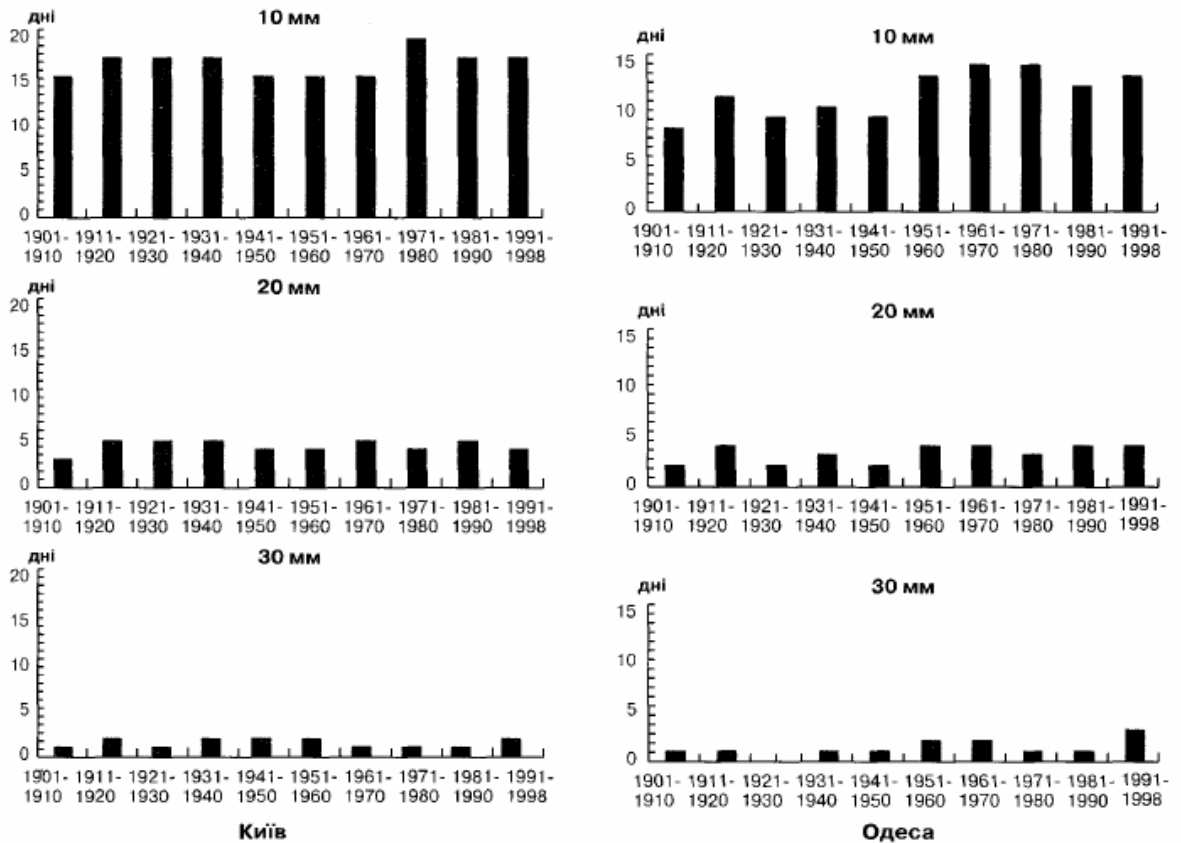


Рис. 1.2. Число днів з кількістю опадів 10, 20 та 30 мм і більше над Києвом та Одесою за окремі десятиріччя [4]

Випадання сильних опадів зумовлене складною взаємодією макро- та мікромасштабних процесів. Кількість опадів і їх повторюваність залежить не тільки від характеру синоптичних та фізико-географічних умов, а й від місцевих особливостей території.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ВИПАДІННЯ СИЛЬНИХ ОПАДІВ ВОСЕНИ НАД ОДЕСОЮ

2.1 Режиму опадів восени над Одесою з 2005 по 2016 рр.

При вивченні того чи іншого метеорологічного явища традиційно проводять аналіз його повторюваності залежно від пори року й доби, певних метеорологічних умов і синоптичних ситуацій.

В ході виконання дослідження використані восьмистрокові дані метеорологічних спостережень ст. Одеса-ГМО [11] у вересні, жовтні та листопаді 2005–2016 рр. (табл. Б.1-Б.3) та синоптичні карти з архіву пакету АРМСин 3.0.

Середньомісячна кількість опадів для всіх місяців сезону представлена на рис. 2.1 у порівнянні з кліматичною нормою [5]. У вересні та жовтні середньомісячна сума опадів за 2005-2016 рр. становила 50,8 та 51,2 мм, що перевищувало її значення за 1961-1990 рр. [5]: 36 та 26 мм.

Протягом вересня цей показник коливався від 1,7 до 139,7 мм в 2015 та 2010 рр., лише шість разів кількість опадів на місяць перевищувала кліматичне значення (36 мм), особливо слід відмітити 2007, 2008, 2010 та 2016 рр., коли сумарна кількість опадів за вересень в декілька разів перебільшила 36 мм. Навпаки, у 2005, 2012 та 2015 рр. вересневих опадів випало не більше 3 мм, тобто сильних опадів не було.

В жовтні середньомісячна кількість опадів також перевищувала кліматичне значення (26 мм) та змінювалася від 7 до 180,5 мм у 2006 та 2016 рр. Як і у вересні, половина періоду, тобто шість років, характеризувалася більш інтенсивними опадами: 2007, 2009, 2010, 2012, 2015 та 2016 рр., але не було жодного року з середньомісячною сумою опадів менш ніж 3,0 мм: мінімальне значення спостерігалось у 2006 р. та становило 7 мм. Отже, в період 2005-2016 рр. середньомісячна кількість опадів вдвічі перевищувала своє значення у 1961-1990 рр.

Листопад 2005-2016 рр. також характеризувався більш інтенсивним режимом опадів у порівнянні з 1961-1990 рр. – 54,3 та 42 мм, відповідно. Місячна сума опадів в два рази перебільшила кліматичний показник в 2007 та 2014 рр. та досягала 155,9 та 109,6 мм. Впродовж 2006, 2008, 2009, 2011 та

2013 рр. кількість опадів на місяць не досягала 42 мм, а у 2011 р. вона навіть становила лише 0,1 мм.

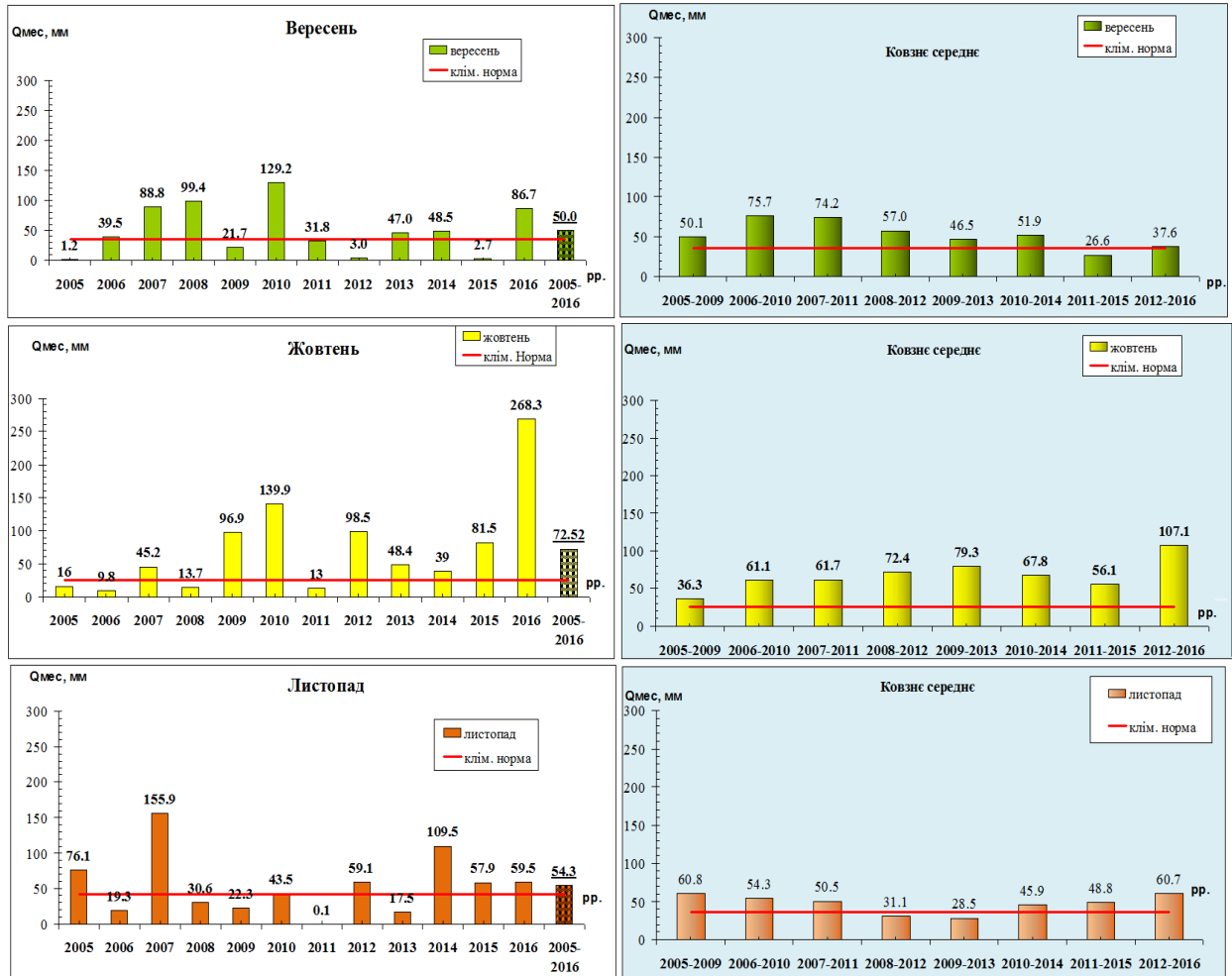


Рис. 2.1. Середньомісячна кількість ($Q_{\text{мес}}$, мм) опадів над Одесою восени 2005-2016 рр. у порівнянні з кліматичною нормою [5] та ковзне середнє по п'ятиріччям

Якщо розрахувати ковзне середнє за п'ятирічний період (рис. 2.1), то можна відмітити відносно збільшення опадів у вересні 2005-2012 рр. Жовтень характеризувався майже однаковими значеннями для всіх періодів, крім 2012-2016 рр. за рахунок стихійних злив 12 та 13 жовтня 2016 р. В листопаді п'ятирічне ковзне середнє майже не відрізнялося від кліматичного значення, за винятком 2008-2012 та 2009-2013 рр., коли відмічалася суха погода під впливом переваги антициклональної циркуляції.

На рис. 2.2 представлені значення середньомісячної кількості опадів та

температури повітря у відсотках від її кліматичної норми за 1961-1990 рр. Вересень відзначався періодичними коливаннями суми опадів з 2006 по

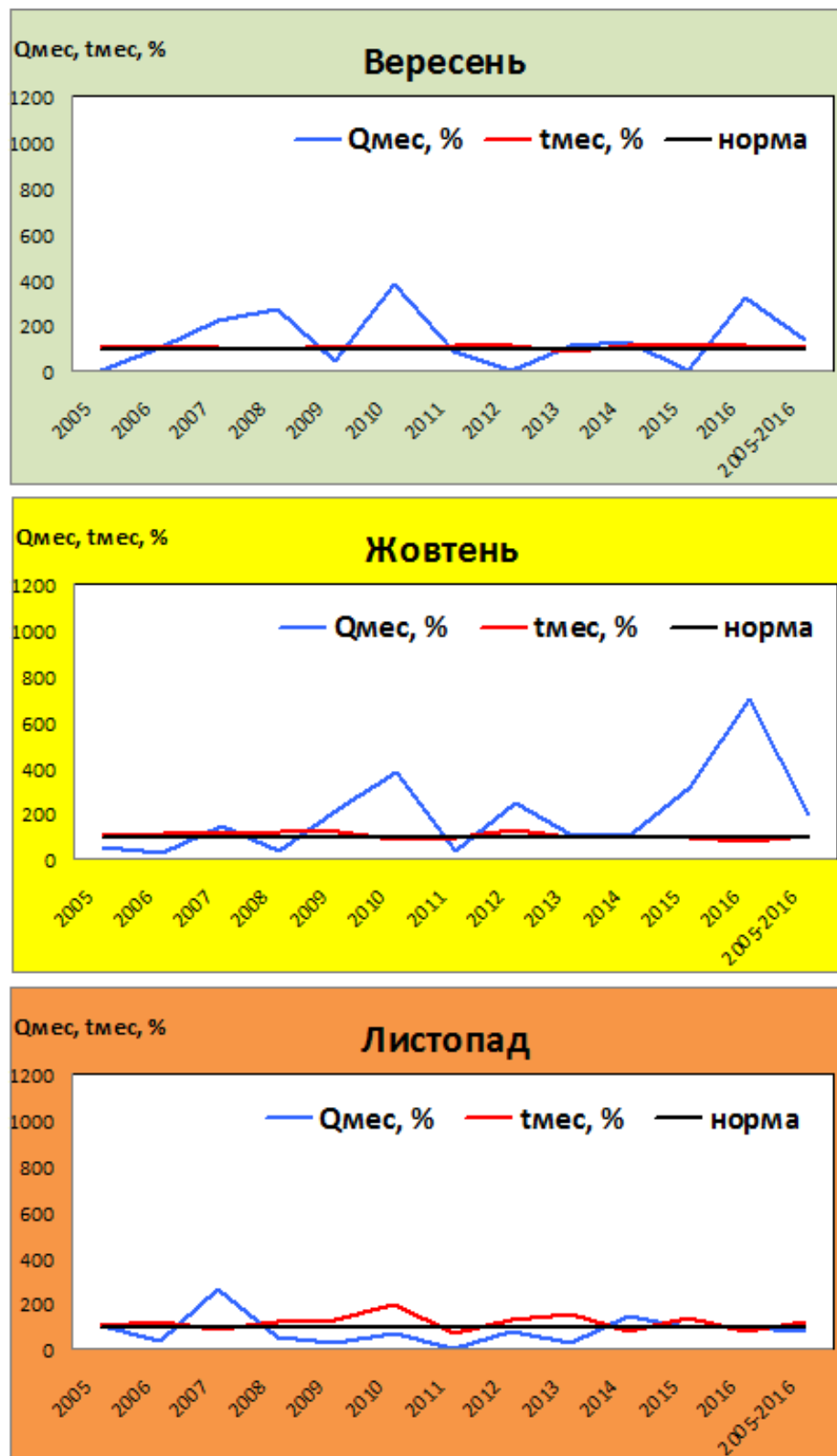


Рис. 2.2. Середньомісячна кількість (Qмес, мм) опадів та температура над Одесою восени 2005-2016 рр. у % від з кліматичної норми [5]

2011 рр. та їх збільшенням у 2016 р., але при зростанні температури повітря спостерігалось відносно зменшення опадів. Однак, температура не зазнавала таких значних відхилень від кліматичного показника (17,1 °С), як опади та вони знаходилися у межах від 90 до 120 % при наявності тренда на підвищення.

В жовтні в 2010 та 2016 рр. при збільшенні опадів середньомісячна температура становила 85 та 87 % від свого кліматичного значення, а при зростанні опадів в жовтня 2012 р. температура також зростала та складала 134 % від норми. В цілому, при додатному тренді кількості опадів середньомісячна температура за період 2005-2016 рр. виявляла від'ємний тренд: 11,1 проти 11,7 °С за періоди 2005-2016 та 1961-1990 рр.

Листопад відрізнявся приблизно однаковим збільшенням опадів та температури – 120-129%, причому від 2009 по 2012 рр. вони були подібні. Але, в роки з найбільшими сумами опадів у листопаді (2007 та 2014 рр.) середньомісячна температура становила 85 та 92 % від кліматичної норми.

Отже, збільшення середньомісячної кількості опадів восени 2005-2016 рр. не визначалося температурою повітря, тому доцільно аналізувати зміну характеру циркуляції.

2.2 Повторюваність та метеорологічні умови виникнення сильних опадів восени над Одесою

За даними про кількість опадів за 12 год. побудовані графіки фактичної інтенсивності опадів над Одесою (рис. 2.3-2.14) у порівнянні з кліматичною нормою відповідного місяця [4] та критеріями небезпечних та стихійних опадів [2]. Виявилось, що в 2005 та 2006 рр. (рис. 2.3 та 2.4) в Одесі не спостерігалось значних опадів, та жодного разу добова кількість не досягала кліматичної норми, лише 20 листопада 2005 р. спостерігався сильний дощ (30 мм/12 год.).

Далі, у 2007 р. (рис. 2.5) в першій декаді вересня виник сильний дощ (1 вересня 2007 р.), коли за першу половини доби випало 44 мм при кліматичній нормі 36 мм. В жовтні опади не перевищували кліматичну норму, але у листопаді при кліматичному значенні 42 мм спостерігався один випадок, коли добова сума опадів практично досягла її та становила 40 мм

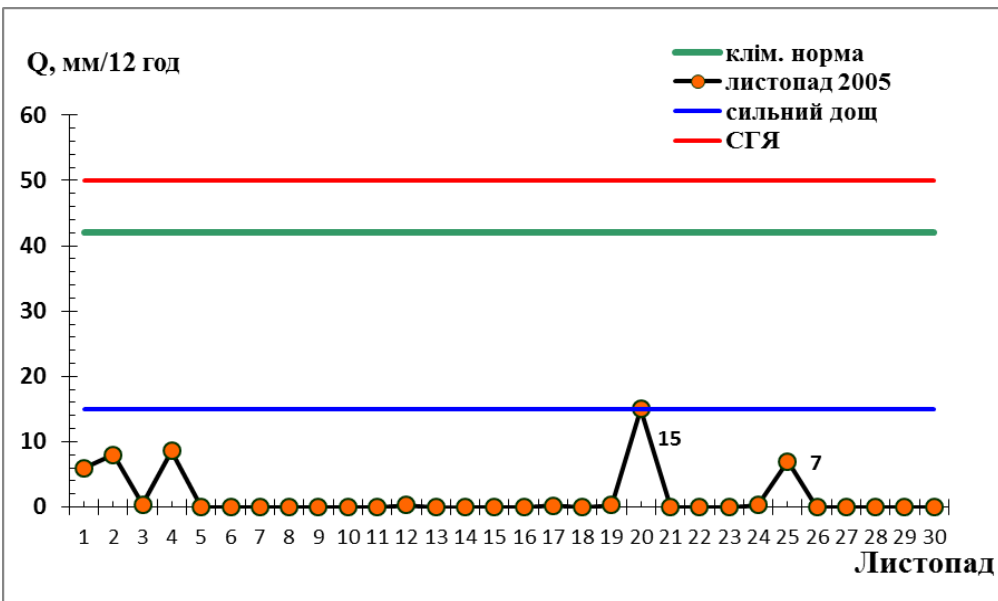
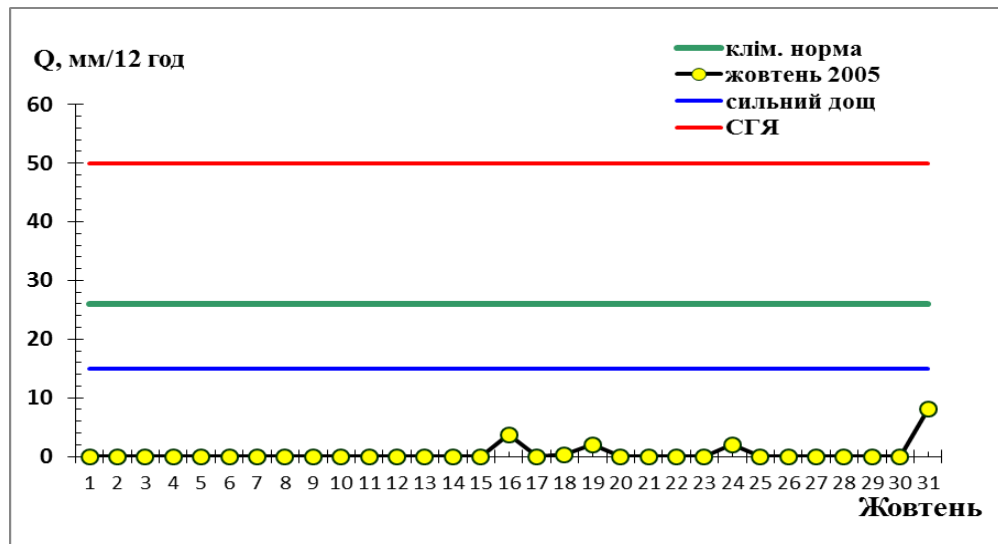
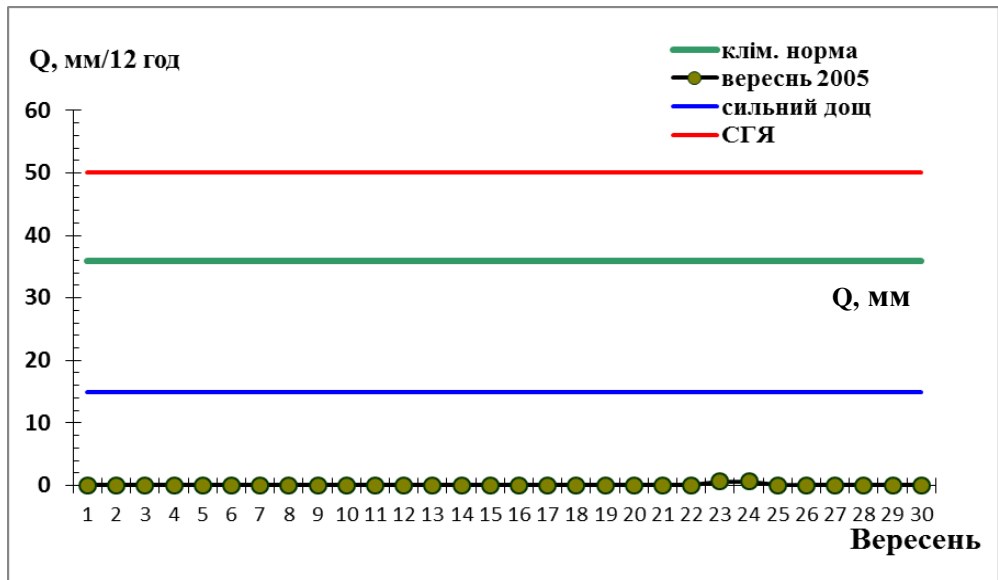


Рис. 2.3. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2005 р.

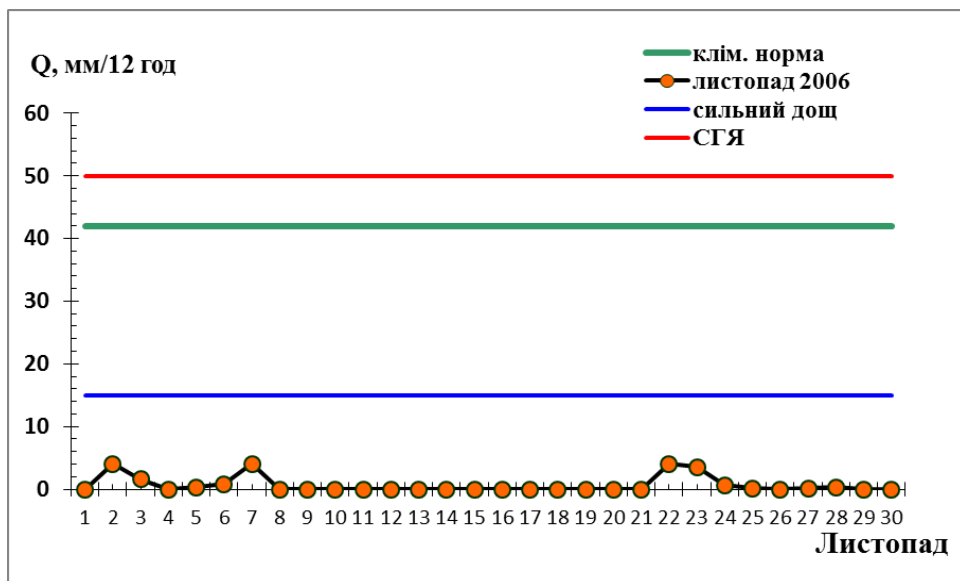
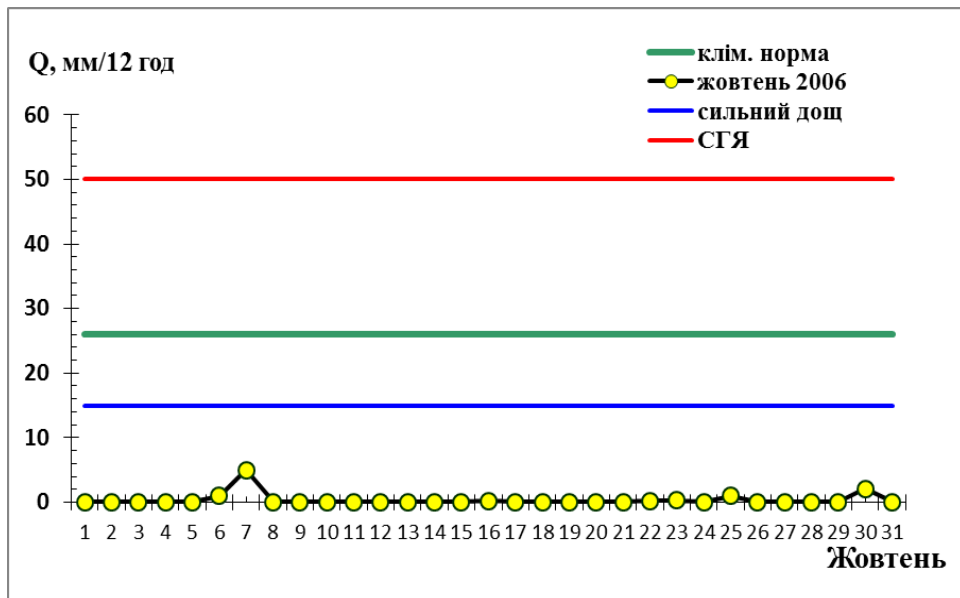
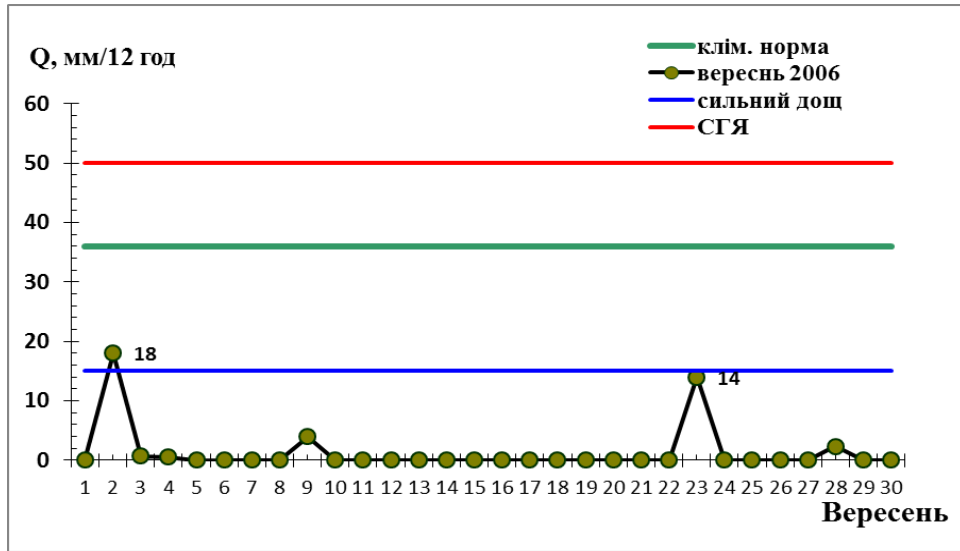


Рис. 2.4 Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2006 р.

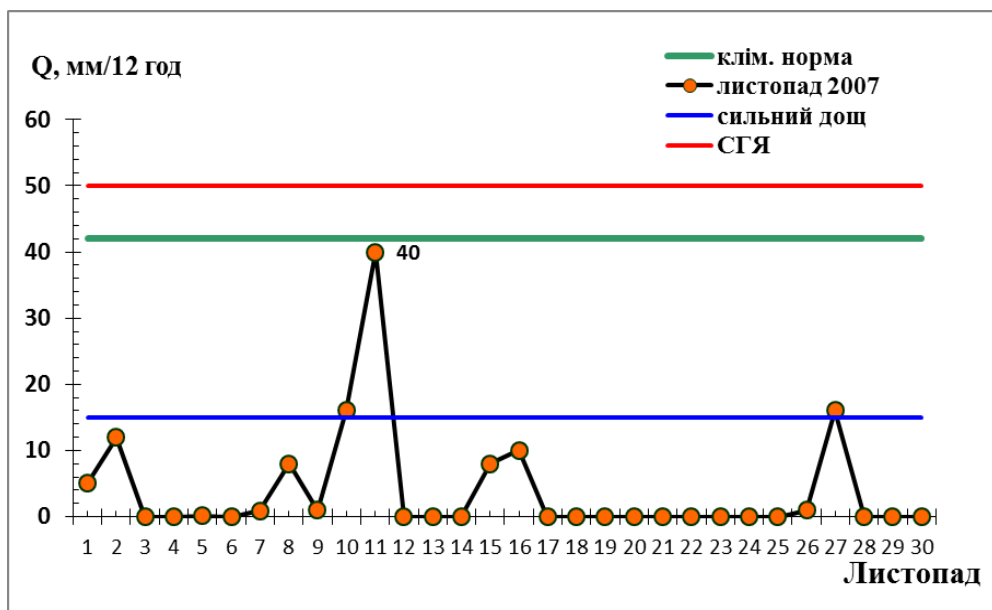
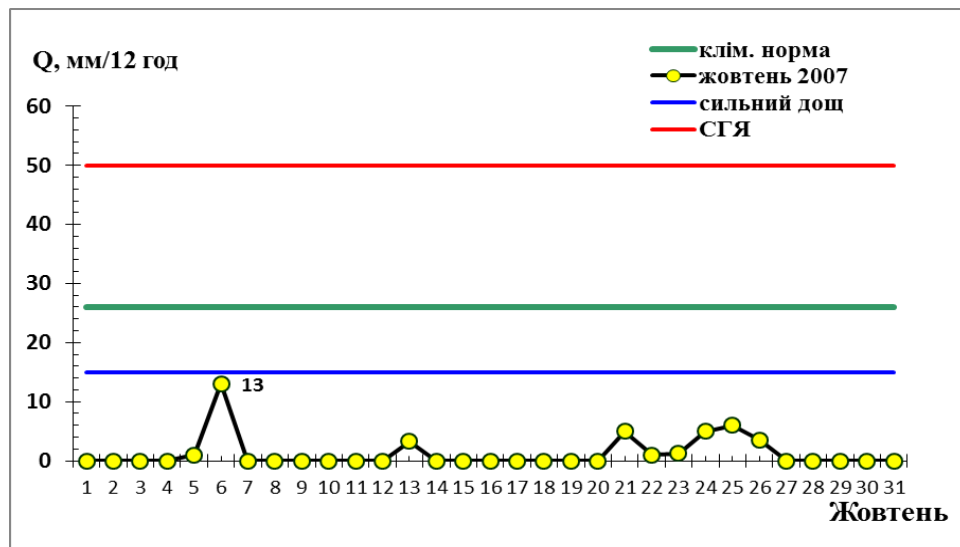
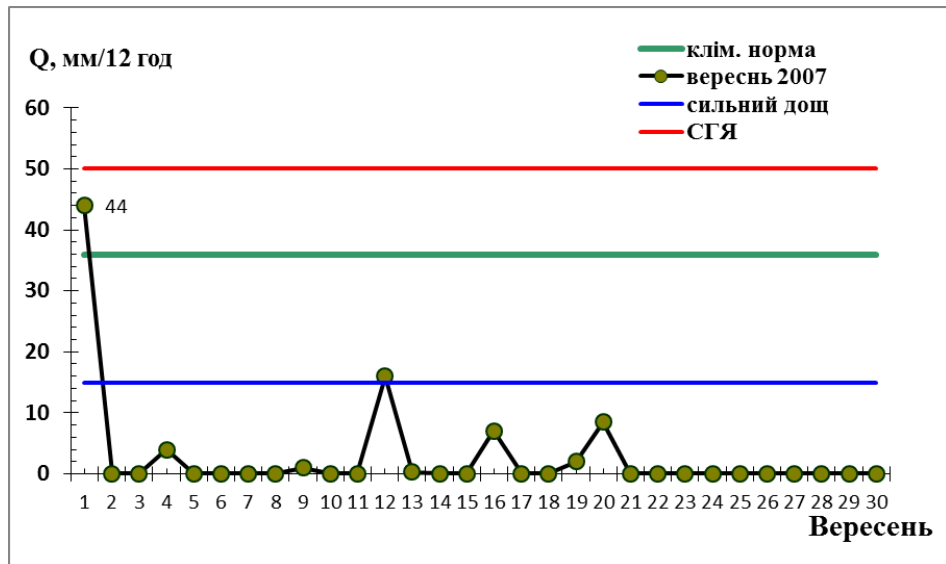


Рис. 2.5. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2007 р.

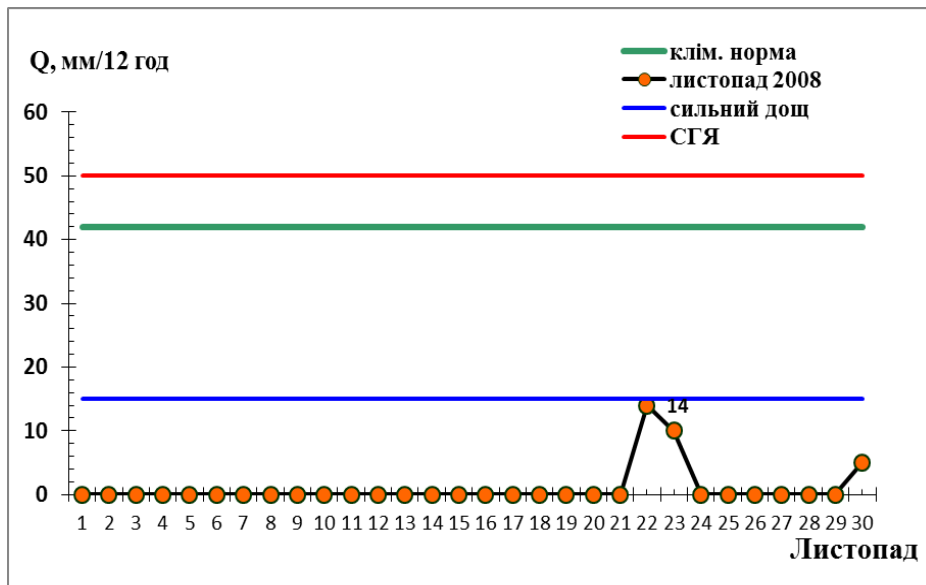
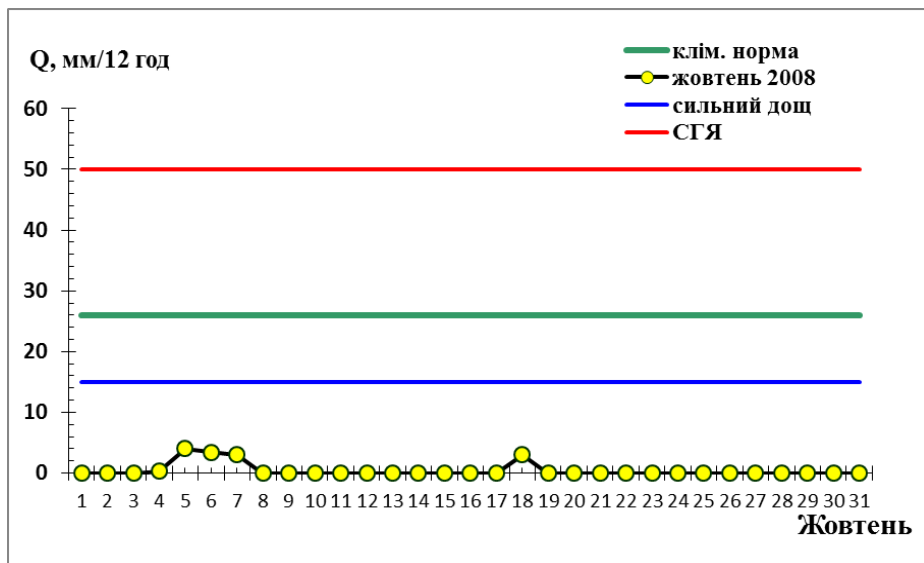
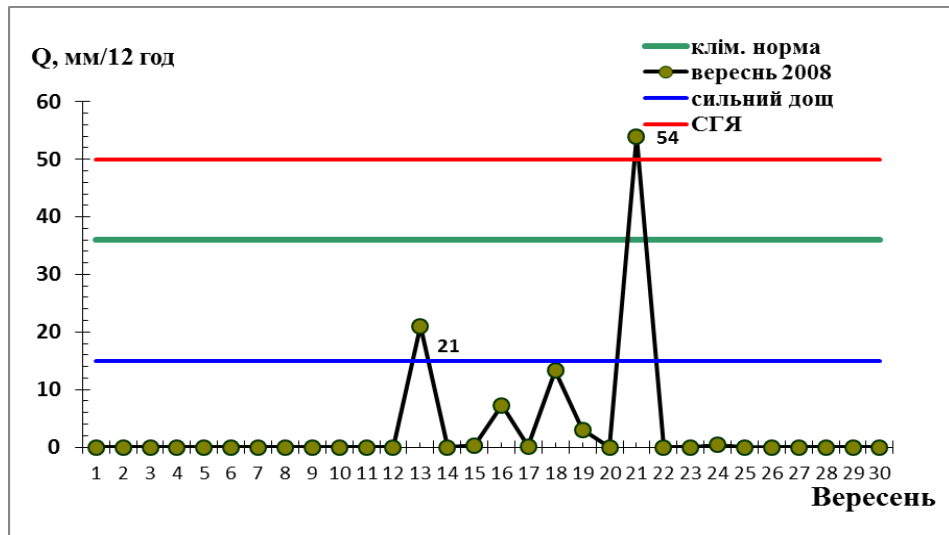


Рис. 2.6. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2008 р.

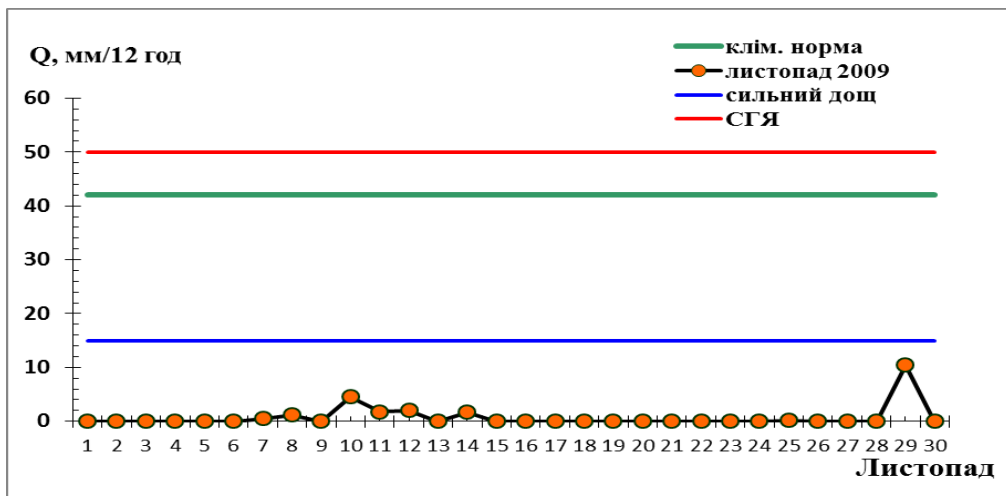
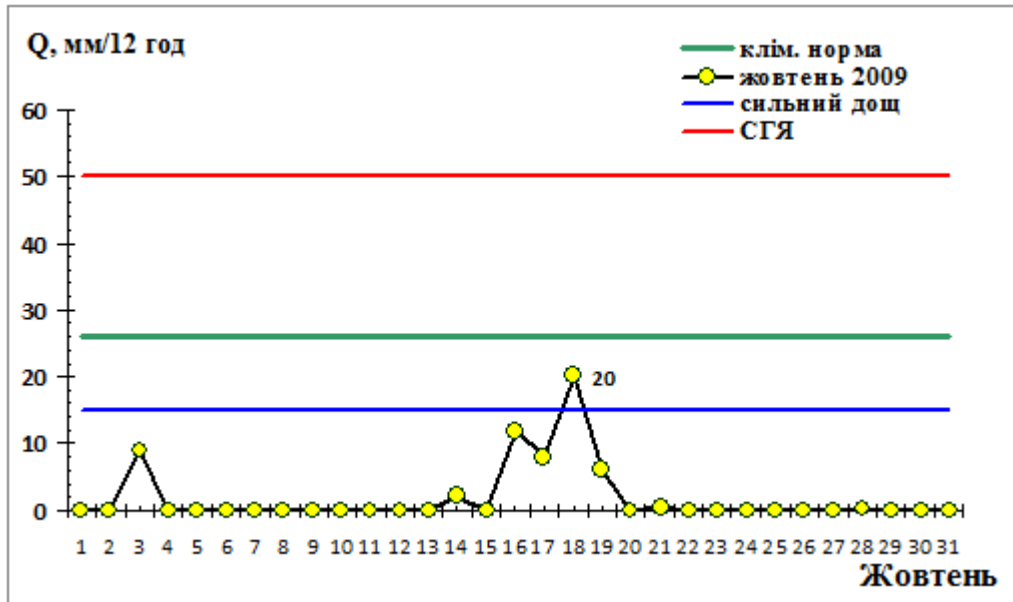
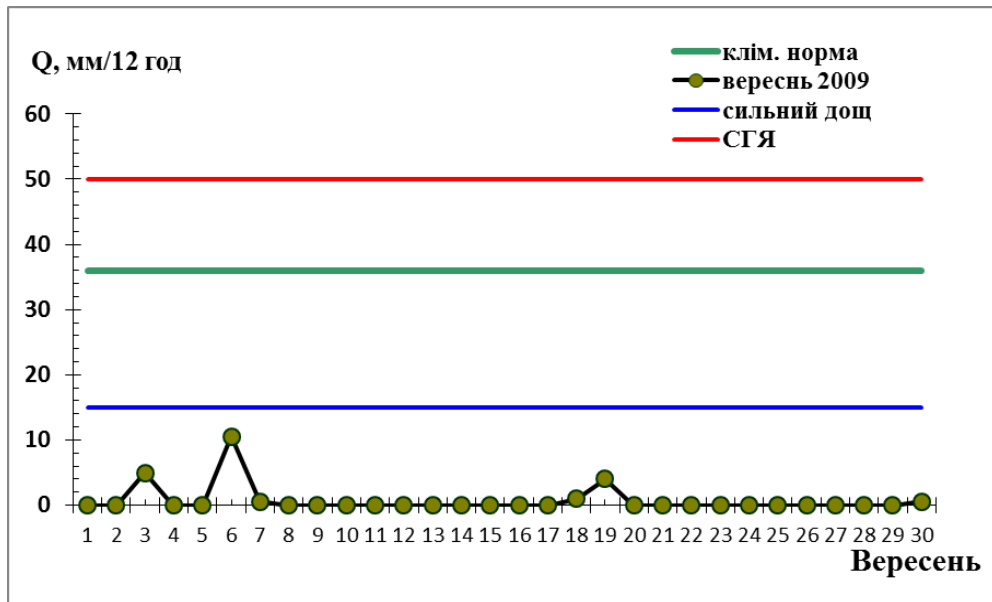


Рис. 2.7. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2009 р.

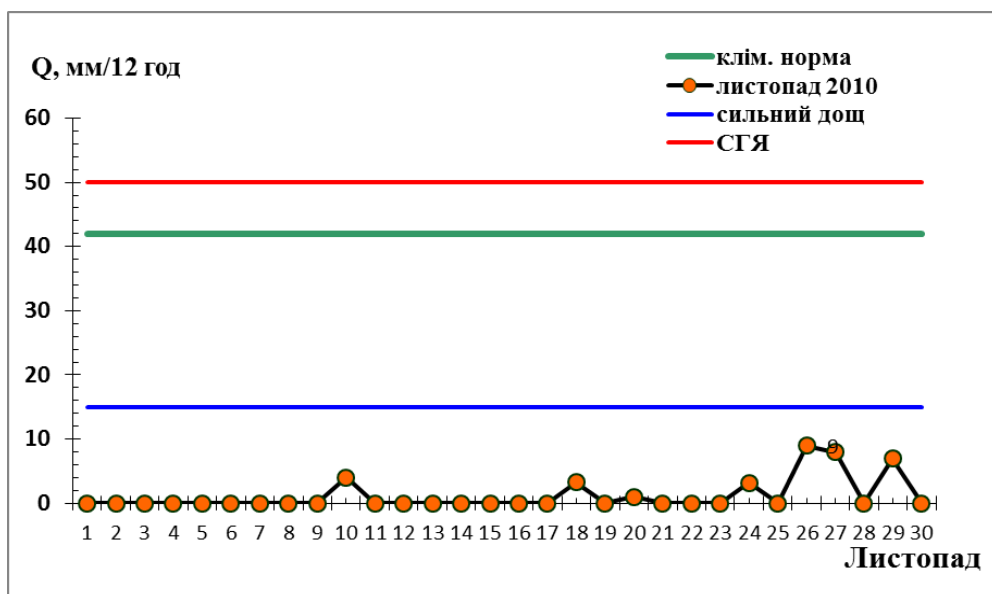
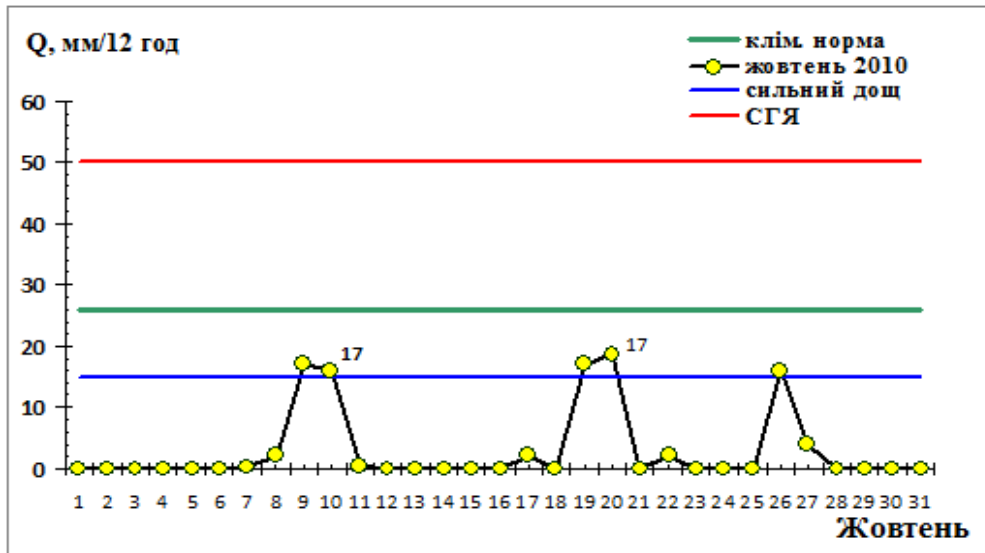
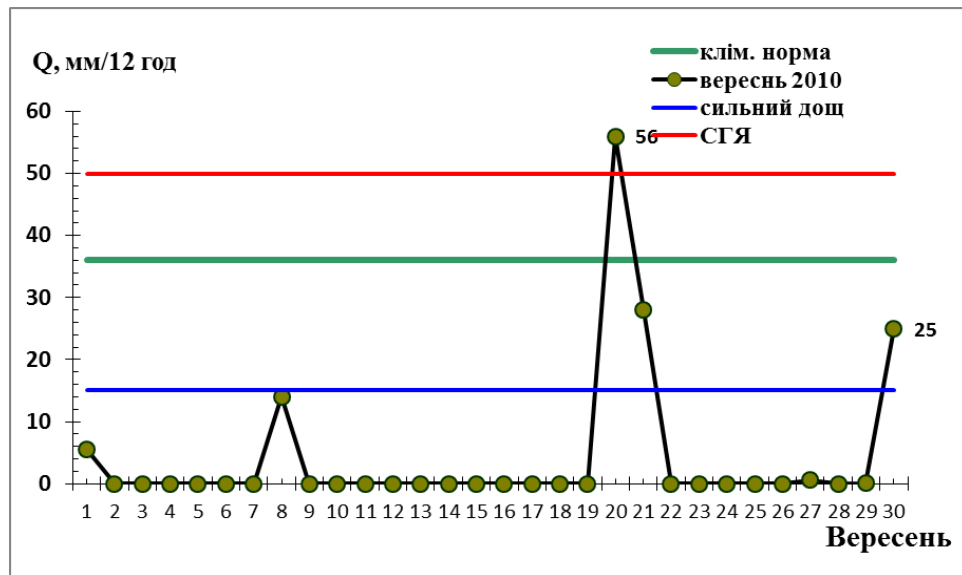


Рис. 2.8 Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2010 р.

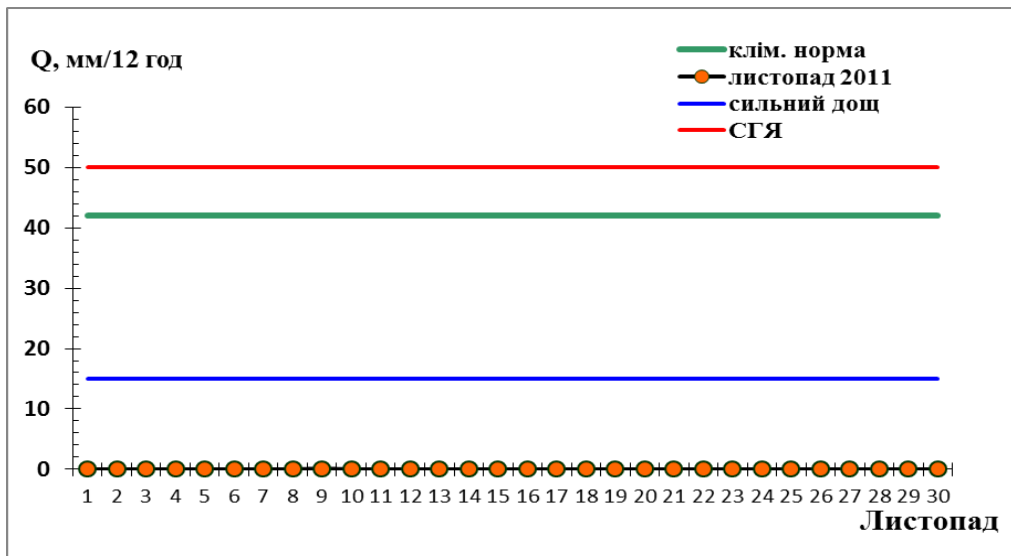
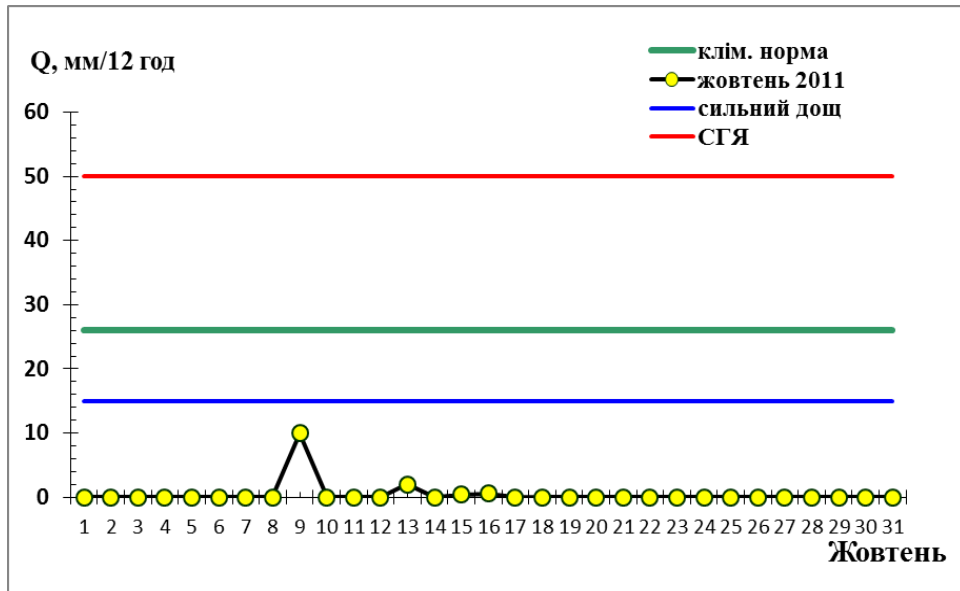
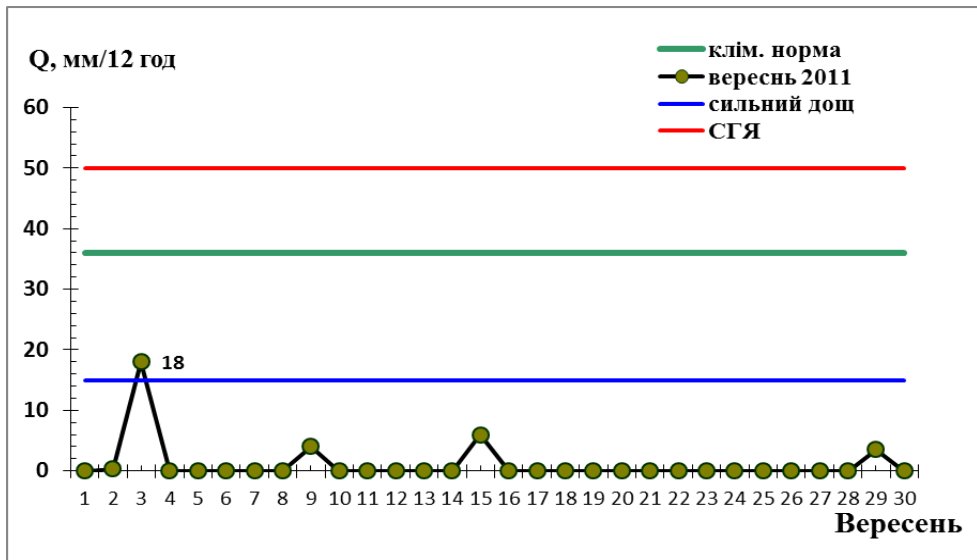


Рис. 2.9. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2011 р.

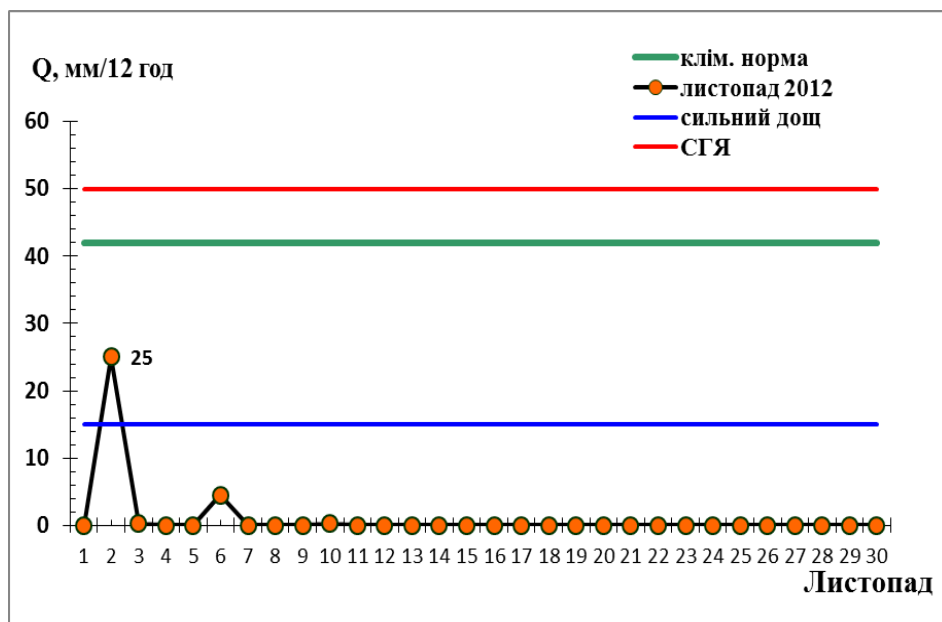
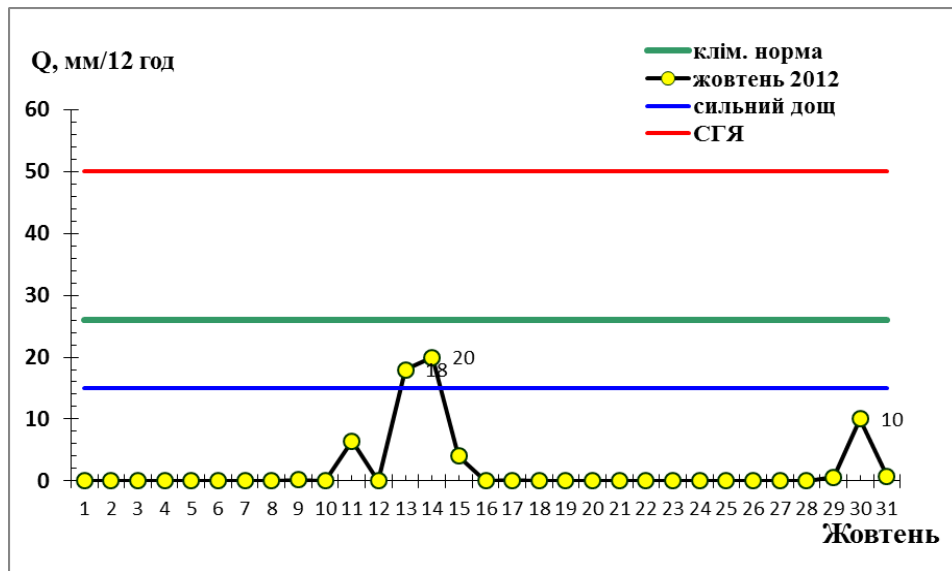
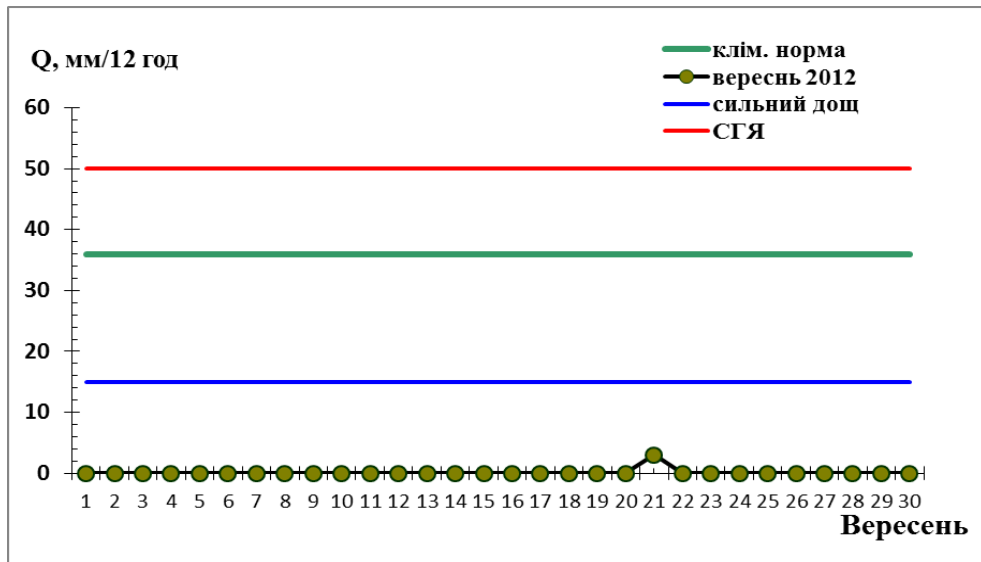


Рис. 2.10. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2012 р.

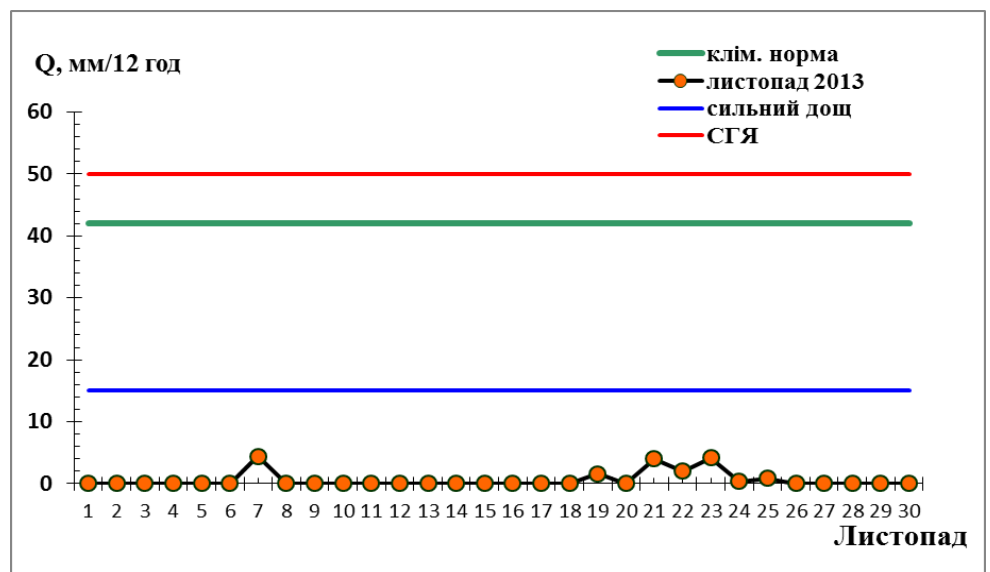
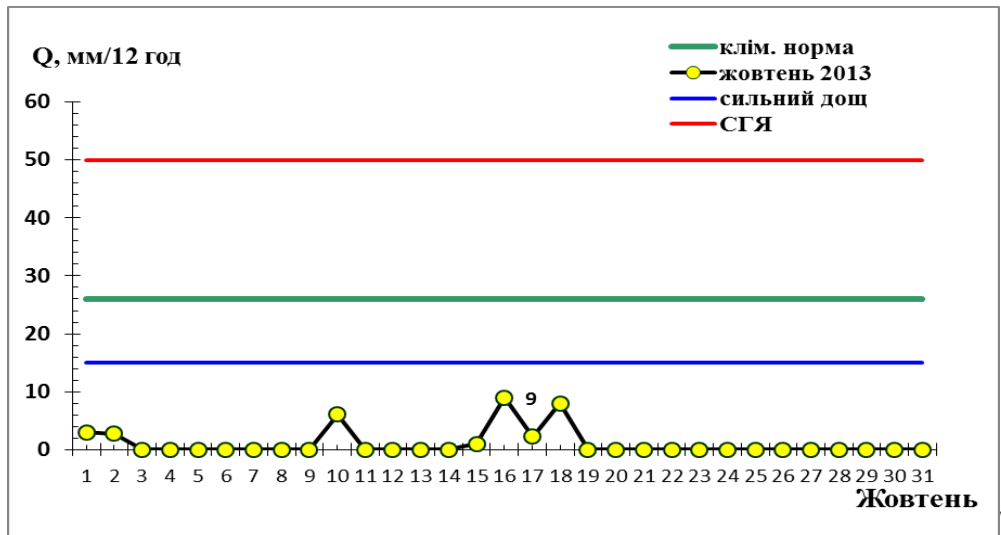
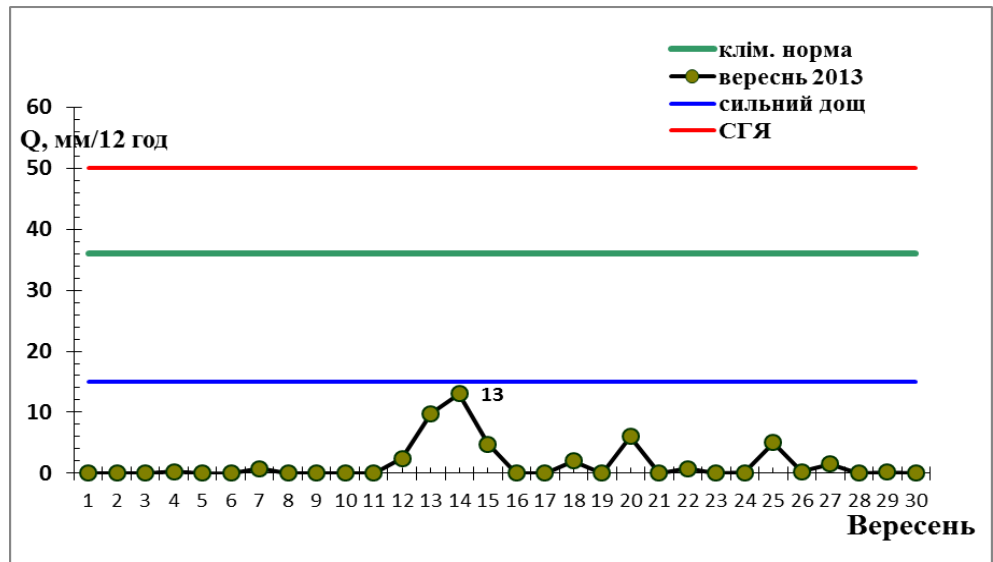


Рис. 2.11. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2013 р.

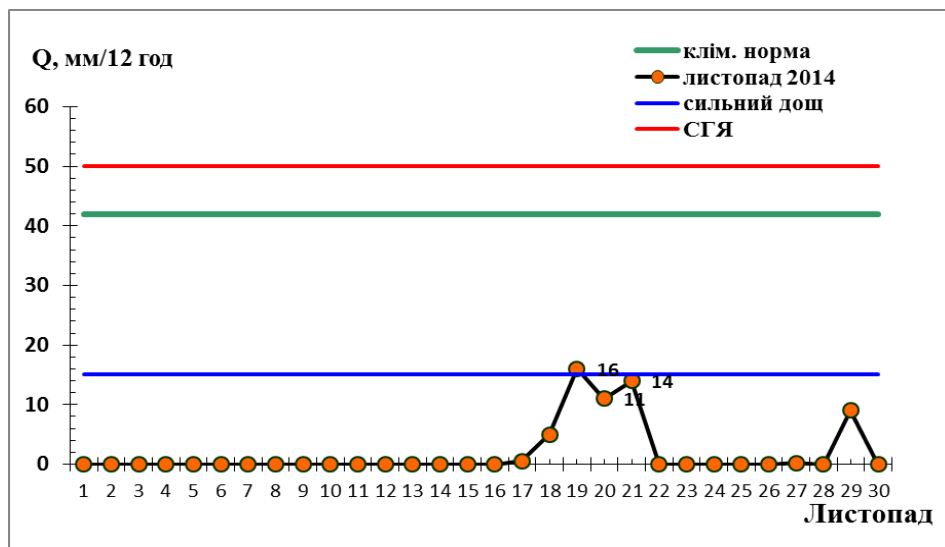
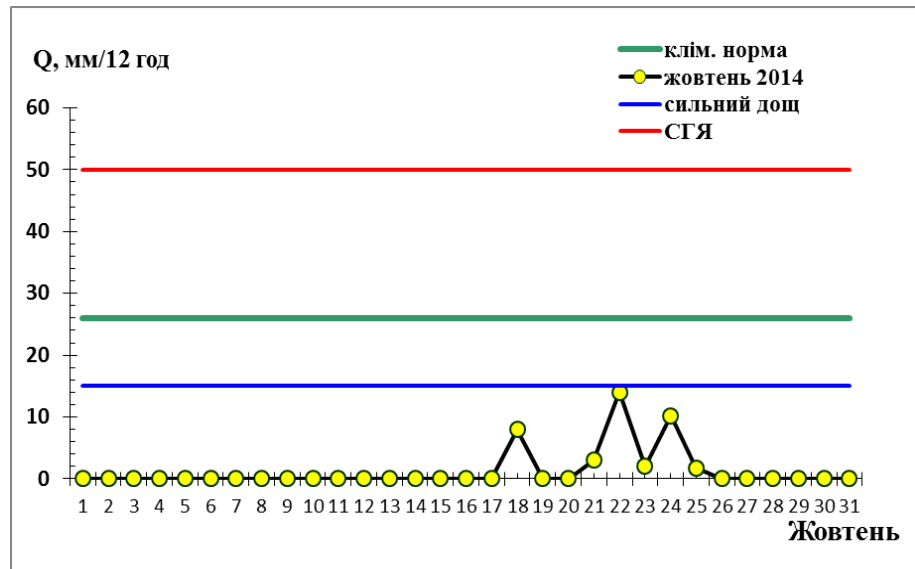
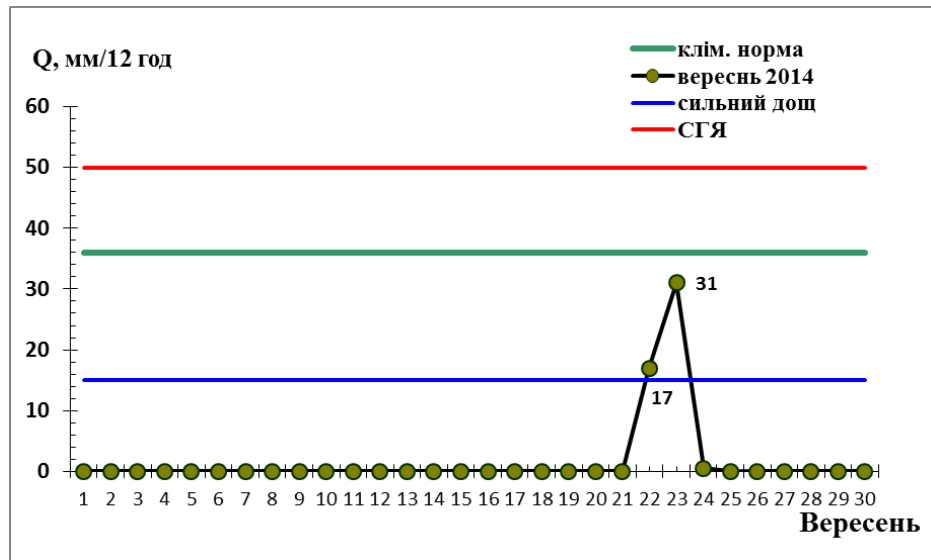


Рис. 2.12. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2014 р.

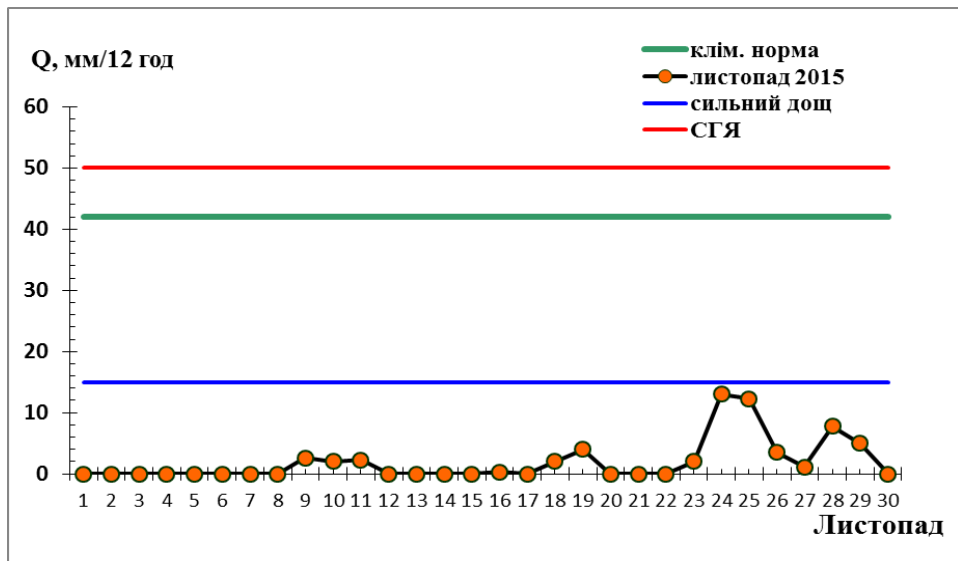
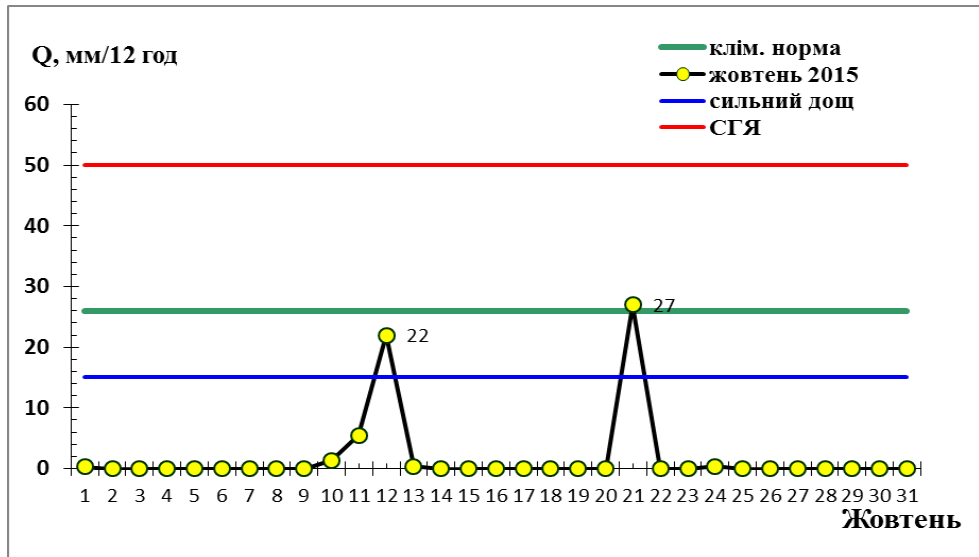
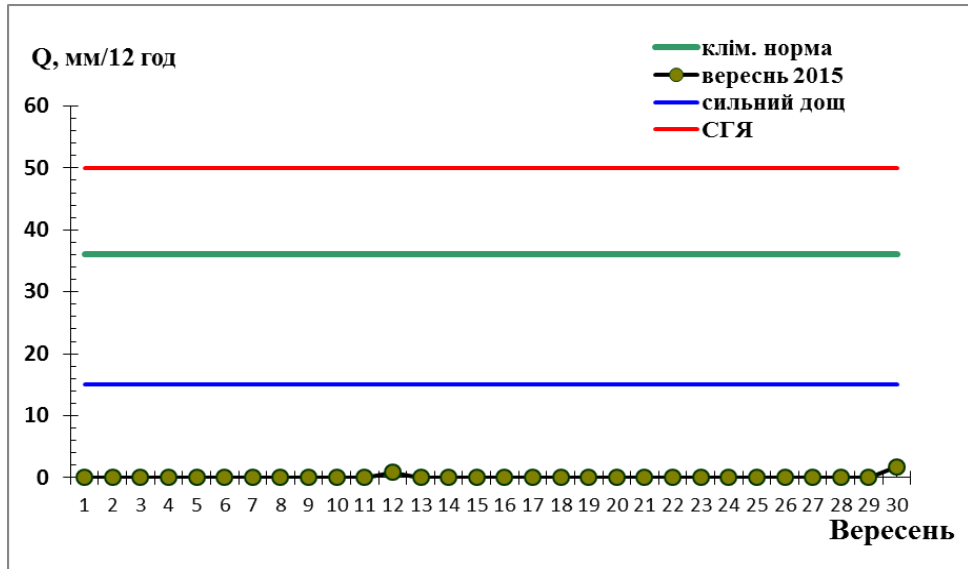


Рис. 2.13. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2015 р.

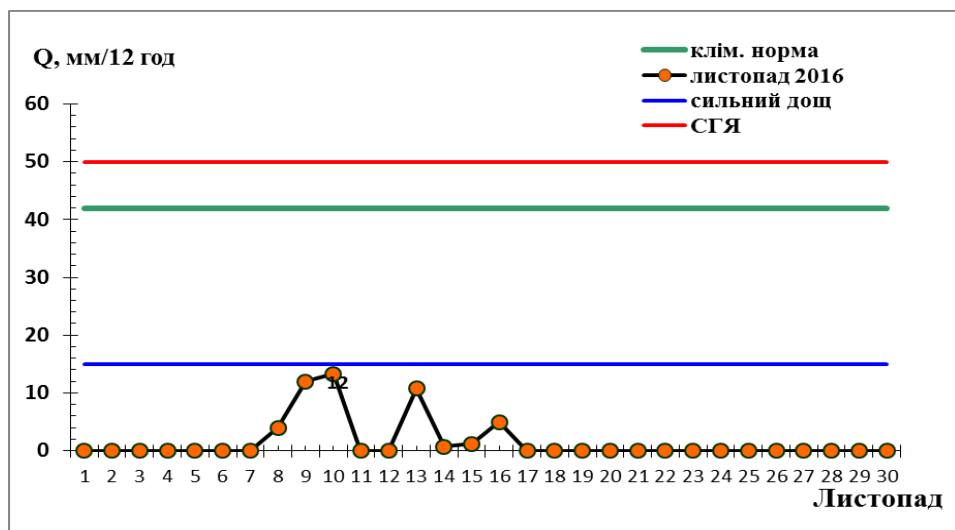
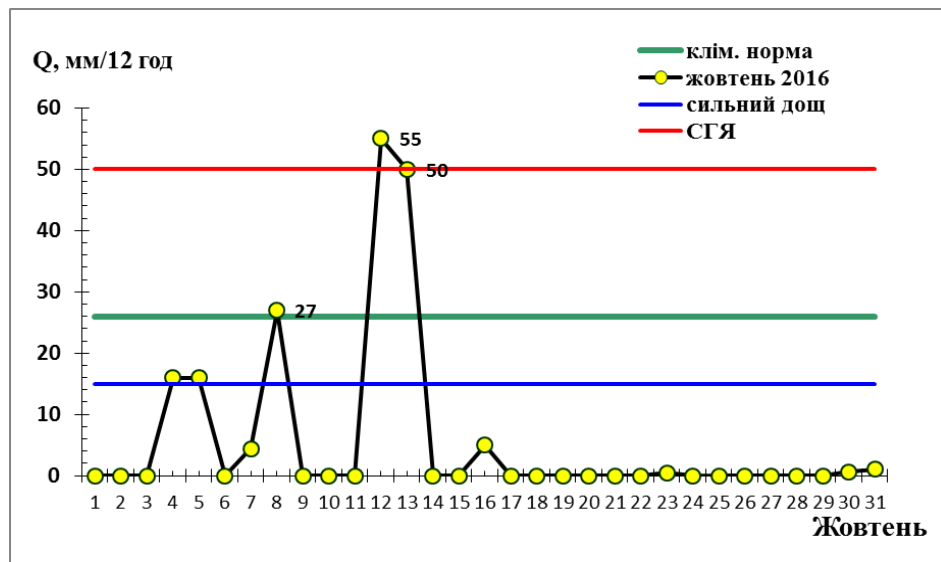
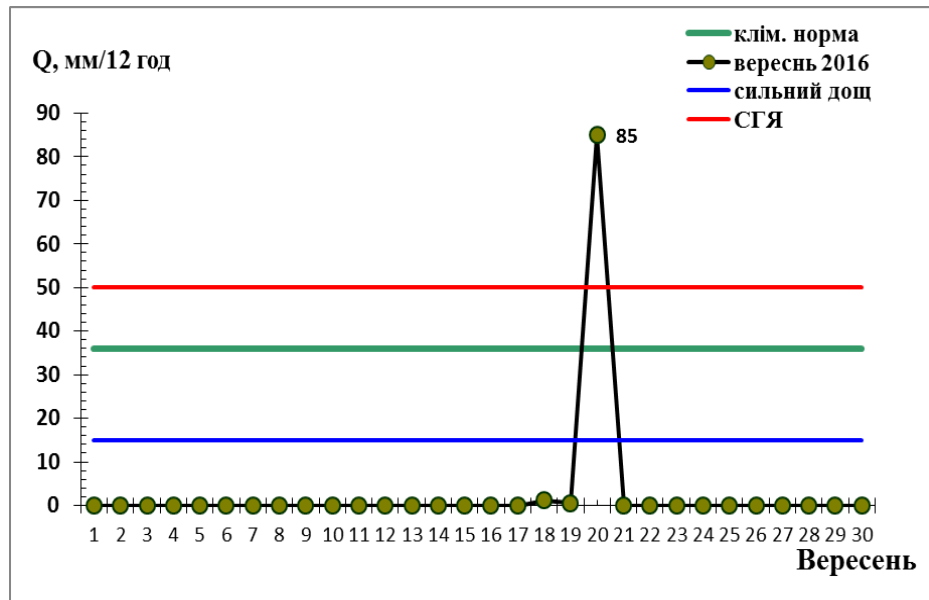


Рис. 2.14. Кількість (Q, мм/12 год.) опадів над Одесою за осінь 2016 р.

(11 листопада 2007 р.). Протягом листопаду 2007 р. тричі утворювалися сильні опади з інтенсивністю 15-40 мм, тобто вони не були стихійними.

В 2008 році (рис. 2.6) у вересні спостерігався один випадок стихійних опадів, коли за 12 год. випало 54 мм (21 вересня 2008 р.), також 13 вересня спостерігалися сильні опади. У жовтні та листопаді інтенсивність опадів не перевищувала 15 мм/12 год.

В 2009 році (рис. 2.7) в Одесі у вересні та листопаді не спостерігалось значних опадів, а у жовтні одного разу утворилися сильні опади (18 жовтня 2009 р.) з інтенсивністю 20 мм/12 год.

В 2010 році (рис.2.8) у вересні виявився один випадок СГЯ, який перевищував кліматичну норму 36 мм в два рази, що відбувалось 20 вересня 2010 р., коли кількість опадів становила 56 мм/12 год. У жовтні при кліматичній нормі 26 мм сильні опади спостерігалися чотири рази, але їх кількість (16-17 мм) не перевищувала кліматичну норму (26 мм). Листопад характеризувався відсутністю сильних опадів.

В 2011 році (рис. 2.9) за весь осінній період не було перевищено кліматичних норм, лише 3 вересня 2011 р. відмічені сильні опади з інтенсивністю 18 мм/12 год. В 2012 році (рис. 2.10) двічі у жовтні та одного разу у листопаді спостерігали сильні опади, при їх відсутності протягом вересня. В 2013 році (рис.2.11) за весь осінній період не було перевищено кліматичних норм.

В 2014 році (рис. 2.12) у вересні виявилися два випадки сильних опадів (22 та 23 вересня 2014 р.), у жовтні їх не було, а у листопаді вони випадали лише 19 листопада 2014 р. В 2015 році (рис. 2.13) у вересні практично не спостерігалось опадів, тобто їх кількість на місяць становила лише 2,7 мм. У жовтні при кліматичній нормі 26 мм спостерігався один випадок, який перевищує норму (27 мм/12 год.), а 12 жовтня 2015 р. також були сильні опади (22 мм/12 год.). В листопаді сильні опади не спостерігалися.

В 2016 році (рис. 2.14) за осінній період тричі виникало СГЯ, а саме 20 вересня 2016 р., коли за 12 год. випало 85 мм дощу, та 12 і 13 жовтня 2016 р., коли інтенсивність опадів досягла 55 та 50 мм/12 год. Листопад, навпаки, відрізнявся від попередніх місяців відсутністю сильних опадів, тому найбільша інтенсивність була 12 мм/12 год.

Отже, частіше сильні опади виникали над Одесою у вересні та жовтні 2005-2016 рр. (табл. 2.1), причому практично порівну – 11 та 12 випадків, а в

листопаді їх було вдвічі менше.

Найчастіше сильні та дуже сильні опади спостерігалися у 2010 р., коли утворилося сім сильних дощів та одне СГЯ 20 вересня 2010 р. Інші три СГЯ припали на вересень та жовтень 2016 р. Також значна кількість сильних опадів відмічена у 2007 р. – п'ять випадків, з яких два відбулися у вересні та три у листопаді. В середньому на осінь припадало від одного до трьох випадків сильного дощу, за винятком 2013 р. коли їх не було взагалі.

Таблиця 2.1 - Число днів з кількістю опадів більше 15 та 50 мм/12 год. над Одесою восени 2005-2016 рр.

Роки	Вересень		Жовтень		Листопад	
	≥ 15 мм	≥ 50 мм	≥ 15 мм	≥ 50 мм	≥ 15 мм	≥ 50 мм
2005	0	0	0	0	1	0
2006	1	0	0	0	0	0
2007	2	0	0	0	3	0
2008	2	0	0	0	0	0
2009	0	0	1	0	0	0
2010	3	1	4	0	0	0
2011	1	0	0	0	0	0
2012	0	0	2	0	1	0
2013	0	0	0	0	0	0
2014	2	0	0	0	1	0
2015	0	0	2	0	0	0
2016	0	1	3	2	0	0
2005-2016	11	2	12	2	6	0

Як видно з табл. Б.5, у вересні всі випадки сильних опадів були зливами, та у більшості (63 %) супроводжувалися грозою. Середня температура при сильних опадах становила 16,0 °С, тобто нижче у порівнянні з кліматичною нормою (17,1 °С), за рахунок переваги північно-західного та північного вітру під час дощів. Середня швидкість вітру досягала 4 м/с, коливаючись від 2 до 7 м/с, що вище ніж її середньо місячне значення [4]. Хмарність була значною – 7-8 балів з перевагою купчасто-дощових хмар.

В жовтні (табл. Б.6) лише 70 % сильних опадів мали зливовий характер, з яких два випадки супроводжувалися грозою. Середня температура під час дощів перевищувала на 1,1 °С жовтневу кліматичну норму: 12,2 проти 11,1 °С, можливо за рахунок збільшення частки вітру південних румбів. Швидкість вітру коливалася від 3 до 13 м/с, без врахування поривів, що в середньому становило 7 м/с. Хмарність переважно була представлена купчасто-дошовими, шаруватими та купчасто-шаруватими хмарами у кількості 7-8 б.

Листопад (табл. Б.7) також характеризувався перевагою зливових опадів (83 %), які переважно утворювалися при вітрі південних напрямків (67 %) з швидкістю від 2 до 9 м/с, що в середньому дорівнювала 5 м/с. Середня температура під час сильних опадів становила 6,0 °С та майже не відрізнялася від її кліматичного значення для листопада (5,9 °С). Хмарність не знижувалася менше 7-8 б. та переважно була купчастих форм.

Таким чином, сильні опади восени над Одесою переважно утворювалися у вересні та жовтні, переважно випадали з конвективної хмарності у супроводі відносно посиленого вітру меридіональних напрямків.

3 ЦИРКУЛЯЦІЙНІ УМОВИ УТВОРЕННЯ СИЛЬНИХ ОПАДІВ ВОСЕНИ НАД ОДЕСОЮ

3.1 Циркуляційні особливості умови півдня України

Характер циркуляції атмосфери над певною територією є одним з клімато- і погодоутворюючих чинників. Основним механізмом між широтного обміну теплом і вологою є атмосферні об'єкти синоптичного масштабу – циклони і антициклони помірних широт. Циклони переносять маси повітря з низьких широт в більш високі, антициклони – з високих широт в більш низькі.

Для півдня Східної Європи, в тому числі і України, найбільш характерні такі циркуляційні особливості [8].

1. Підвищена активність атмосферних процесів і різкі зміни погоди в холодному півріччі, що пов'язане з інтенсивною циклонічною діяльністю на середземноморській гілці ПВФЗ, зв'язаної з потужним антициклогенезом над Західним Сибіром і південним сходом ЄТР (сибірський антициклон). Вплив внутрішніх морів і гірських систем Кавказу, Карпат і Малої Азії сприяє утворенню осередків локального цикло- і антициклогенезу.

2. У теплом півріччі відмічається помітне послаблення активності атмосферних процесів, пов'язане зі зміщенням на північ ПВФЗ і ослабленням циклонічної діяльності над південними морями.

3. Переважання антициклонічного характеру циркуляції. Хоч річна кількість циклонів над півднем Східної Європи декілька більше, ніж антициклонів, циклонічні утворення, особливо в теплий період року, незначні за площею і інтенсивністю (тиск в центрі в середньому біля 1006 гПа), в той час як антициклонічні звичайно добре розвинені. Антициклонічна циркуляція переважає і за часом: в середньому вона спостерігається 240 днів на рік.

Підвищена активність атмосферних процесів і різкі зміни погоди найбільш характерні для зими, першої половини весни і кінця осені. У цей час домінує процес переміщення на південь Східної Європи або Чорне море південних циклонів, що часто переривається стаціонаванням антициклонів на

південному сході ЄТР або заходом Казахстану. При відсутності блокуючого антициклону циклонічна діяльність розвивається над всім регіоном, а при його наявності відбувається її локалізація над Чорним морем. Створюються великі горизонтальні градієнти тиску і температури, що зумовлюють ряд інтенсивних явищ: ураганні вітри, завірюхи, сильні опади, пилові бурі. Стаціонавання антициклонів над південним сходом ЄТР – заключна фаза більшості антициклонічних вторгнень на територію, що розглядається. Цей процес частий і стійкий. Зробимо короткий огляд типових траєкторій циклонів і антициклонів над територією України.

Переміщення баричних утворень, як відомо, залежить від орієнтації ВФЗ, або, використовуючи класифікацію атмосферних процесів, від типу циркуляції. За кліматичними даними, над Східною Європою в більшості випадків за рік спостерігається зональна західно-східна циркуляція. Вона супроводжується швидким переміщенням баричних утворень на схід. Західна форма циркуляції (по Вангенгейму) відмічається приблизно в 40% днів в році. Частіше вона спостерігається в кінці літа і на початку осені, рідше – в кінці зими і навесні.

Повторюваність східної форми циркуляції становить 34%. Вона характеризується поширенням антициклонічних систем зі сходу і північного сходу. Найбільша її повторюваність доводиться на зиму, найменша – на літо. Меридіональна форма циркуляції спостерігається в 26% днів в році з максимумом навесні і на початку літа.

Області низького тиску – циклони і улоговини, - складають біля 43% випадків всіх баричних утворень, що спостерігаються над територією України протягом року. Щорічно на території України спостерігається в середньому 43 випадки циклонів.

Циклони переміщаються на територію України протягом всього року, але частіше – в холодний період з листопада по березень. Найчастіше вони переміщаються із західних районів Чорного моря, низов'їв Дунаю і півночі Італії, а також з районів Малої Азії – південні і південно-західні циклони, що мають повторюваність 6 випадків на рік. Рідше переміщаються циклони з центральних районів Європи і Угорської низовини – західні циклони (5 випадків в рік). Пірнаючи північно-західні циклони переважають зимою і восени, північні і ультраполярні бувають тільки зимою, усього в році спостерігається до 6 випадків.

Циркуляція атмосфери повітря на території Європи на початку століття відрізнялася від циркуляції атмосфери останніх десятиріч [6]. Зима наприкінці століття стала дощовою і теплою, а літо – дощовим і прохолодним. Слід зазначити, що глобальне потепління первинного періоду відбувалося під впливом літніх синоптичних процесів, які сприяли виникненню посухи над територією Європи, а глобальне потепління вторинного періоду – внаслідок процесів, що формували теплі зими.

3.2 Синоптичні умови виникнення сильних опадів восени над Одесою

Розглянемо синоптичної ситуації, що призвели до випадіння сильних опадів восени над Одесою з 2005 по 2016 рр.

Так, напередодні сильного дощу 1 вересня 2007 р., коли за 12 год. випало 40 мм, над півднем України проходив холодний фронт з хвилями (рис. 3.1), який розташовувався на південній периферії гребеню азорського антициклону, який простягався практично над всім Європейським континентом до Каспійського моря. На рівні 850 гПа не відбулося істотної перебудови баричного поля над територією Європи та Україною. На карті ВТ-500/1000 видно, як з півночі ЄТР розповсюджувалася улоговина холоду до Чорного моря.

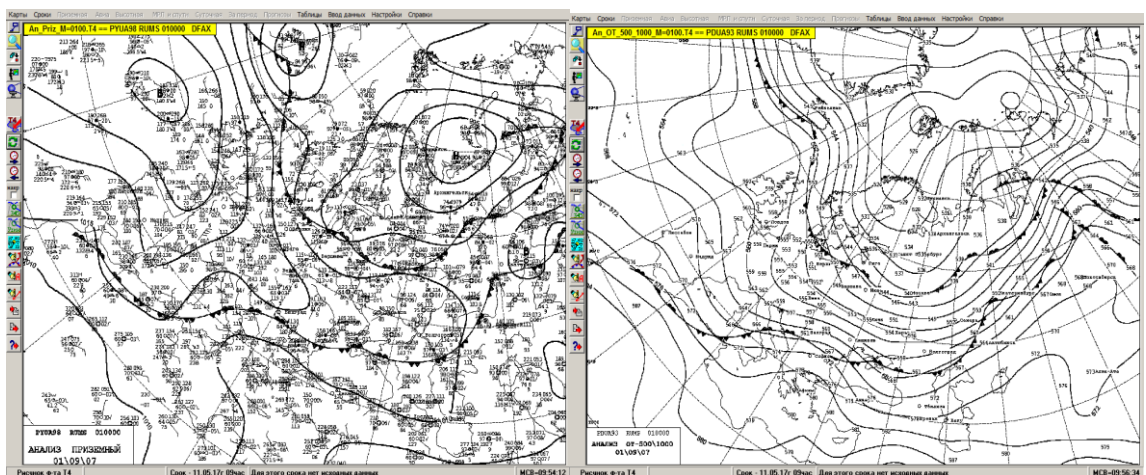


Рис. 3.1. Приземний аналіз та карта АТ-850 за 1.09.2007 р., 00 UTC

Наступний випадок сильного дощу 11 вересня 2007 р. спостерігався під

час проходження південного центру двохцентрового циклона над Одесою (рис. 3.2), який мав вигляд витягнутого з півночі на південь диполя: з районів північної частини Європи до Туреччини. Один замкнений центр був над Литвою з мінімальним тиском в центрі 990 гПа, а інший центр з мінімальним тиском в центрі 992 гПа - над районом Чорного моря.

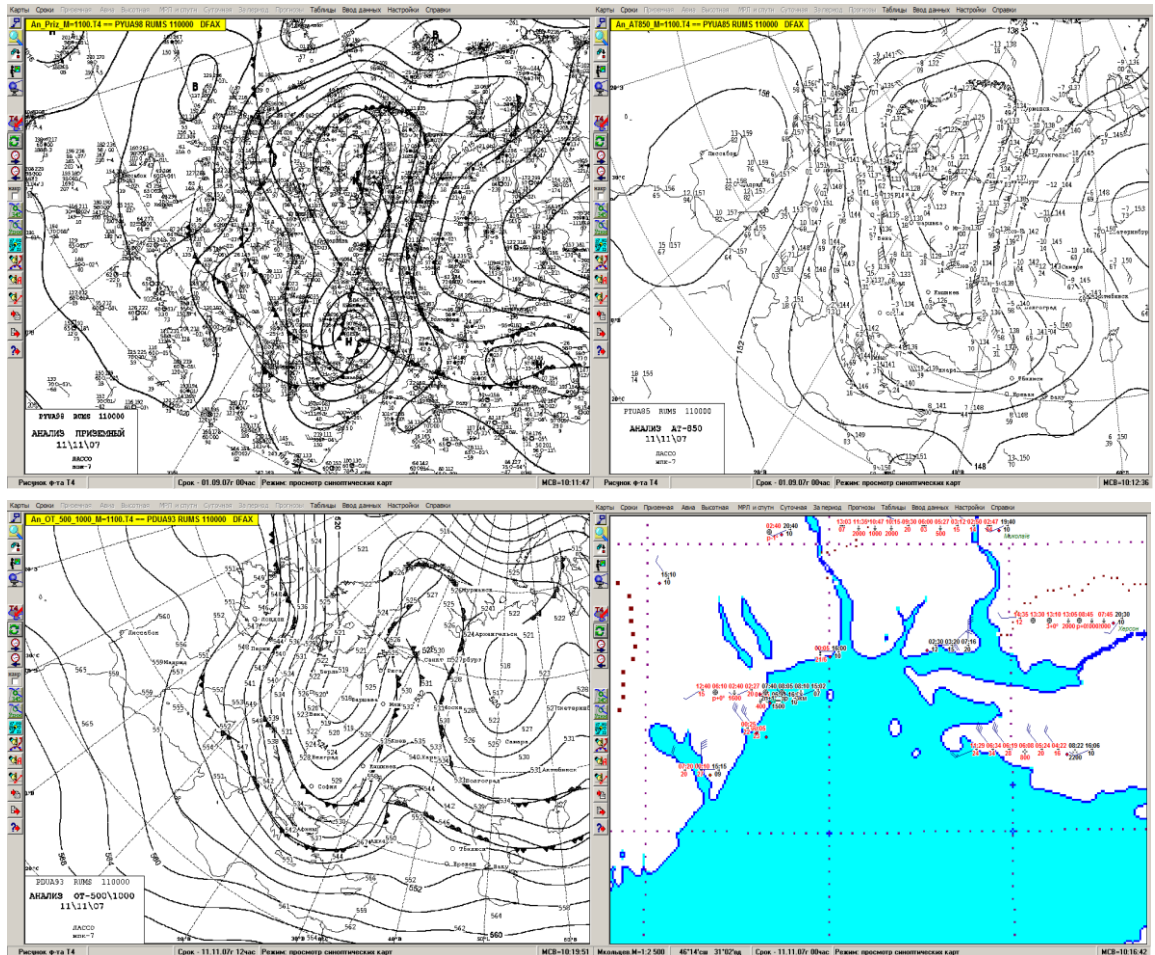


Рис. 3.2. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 11.09.2007 р., 00 UTC

Вище, а саме на рівні 850 гПа улоговина також охоплювала всю територію Європи на схід від лінії Данія-Італія, але вона стала одно-центровою, тобто замкнений центр над півднем України не простежувався.

Наступний випадок сильного дощу виявився 21 вересня 2008 р., коли над Чорним та сходом Середземного моря спостерігався циклон, на північ від якого розташовувався обширний гребень від антициклону з центром над

Середньою Волгою. Отже територія України у перехідній зоні між баричними утвореннями протилежних знаків з великими градієнтами атмосферного тиску, причому через південну і східну її країни проходили фронтальні розділи. На рівні 850 гПа улоговина поширилась на південну частину України від центру циклона над Грецією (рис. 3.3).

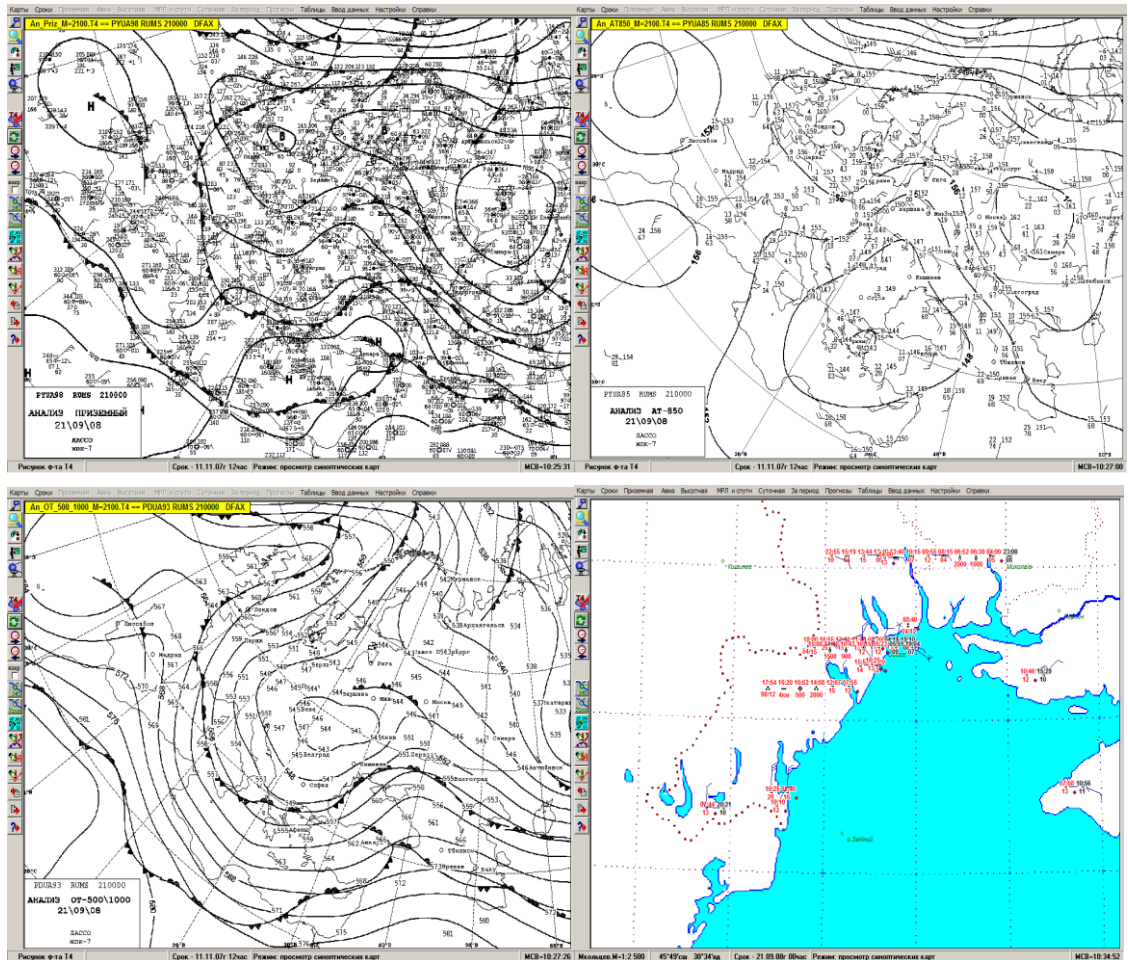


Рис. 3.3. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 21.09.2008 р., 00 UTC

На карті відносної топографії замкнутий центр циклону пересунувся на захід, в район Угорщини і охопив західну частину України, а над півднем України розташовувалася хвиля на арктичному фронті.

Утворення сильних опадів над Одесою 20 вересня 2010 р. відбулося також під впливом перехідної зони між улоговиною над Чорним морем та антициклоном над Польщею (рис. 3.4). На рівні 850 гПа територія України

знаходилася у баричної сідловині, а улоговина відступила на південь. На карті відносної топографії ВТ-500/1000 виявлялася обширна улоговина холоду, що досягала Туреччини, отже над Україною панувала холодне арктичне повітря, над півднем проходили арктичний та полярний фронти на відстані 500-700 км. Вершина хвилі арктичного фронтального розділу проходила над Одесою впродовж доби.

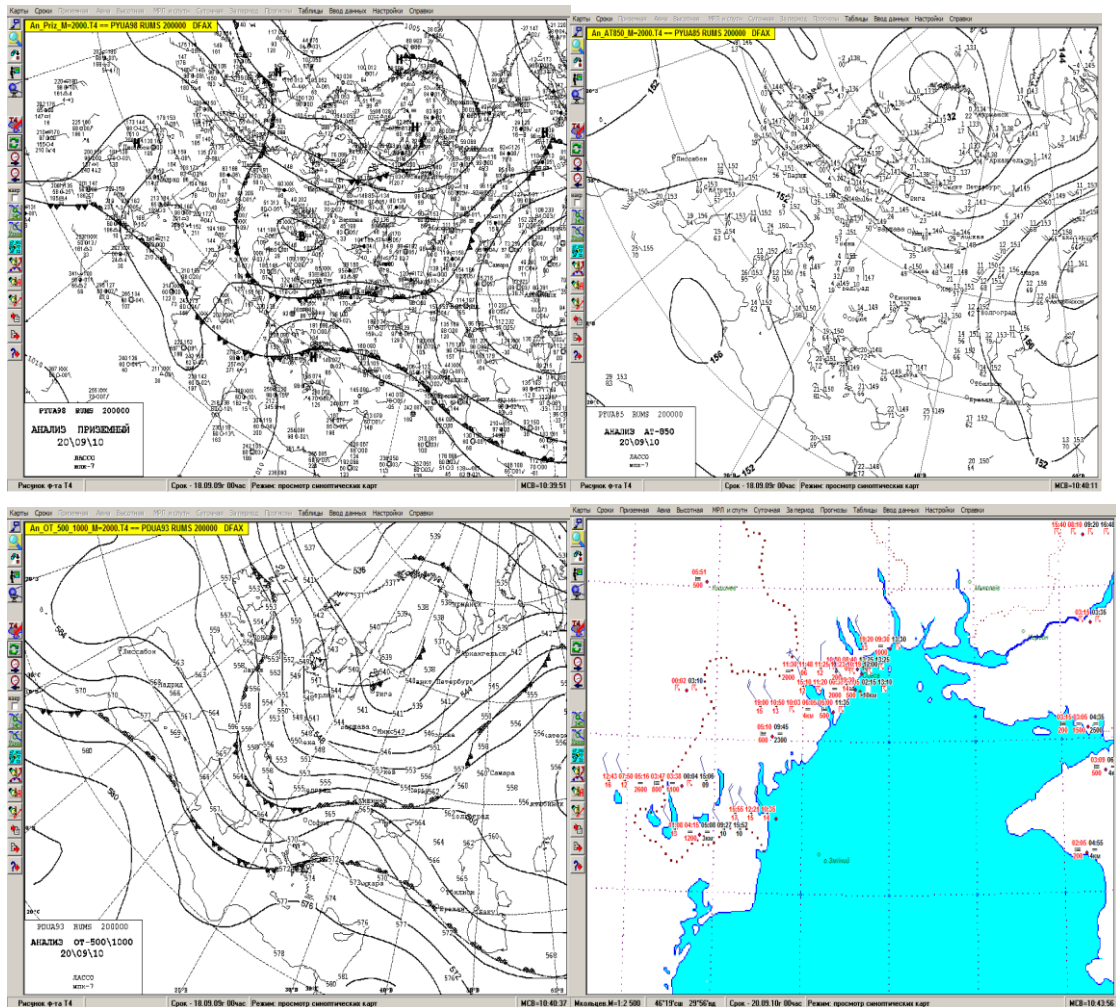


Рис. 3.4. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 20.09.2010 р., 00 UTC

Інший випадок сильних опадів 10 жовтня 2012 р. утворився під впливом проходження центру циклона (рис. 3.5) протягом доби над півднем України у супроводі фронтів оклюзії. Вказаний центр з мінімальним тиском біля поверхні землі 998 гПа простежувався у вигляді замкненої циркуляції до

рівня 500 гПа, над північ від нього розташовувався баричний гребень, що створював перехідну зона над центром України, яка сприяла загостренню фронтальних розділів.

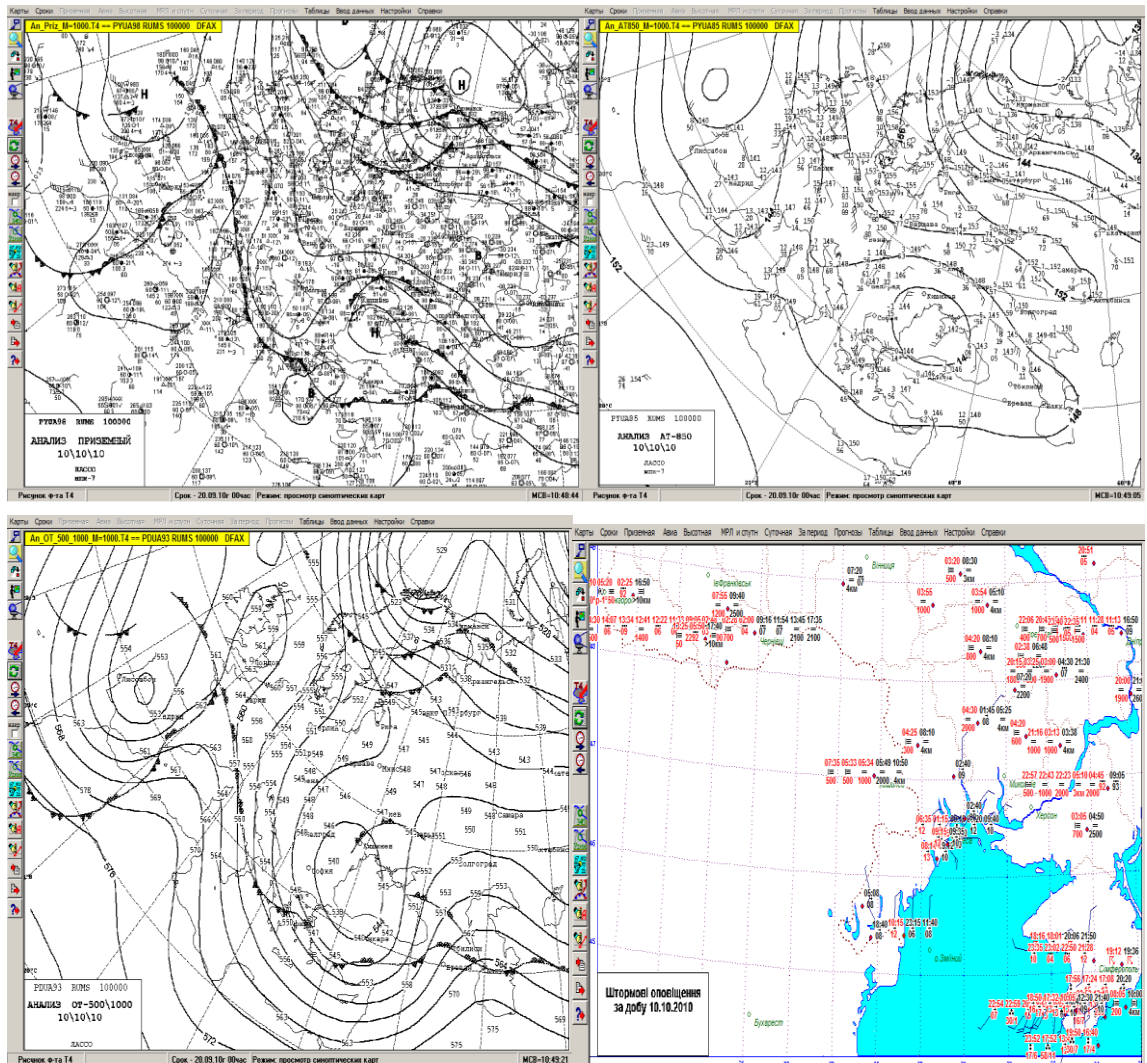


Рис. 3.5. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 10.10.2010 р., 00 UTC

Сильні опади 2 листопада 2012 р. (рис. 3.6) виникали під впливом великої перехідної зони між циклоном над північню Великої Британії та антициклоном ц центром над Казанню, різниця між атмосферним тиском у вказаних центрах перевищувала 50 гПа, що сприяло формуванню зони меридіонального переносу від Чорного моря на північ, причому південь України знаходився у теплому секторі, отже в цьому випадку опади не були пов'язані з проходженням фронтального розділу.

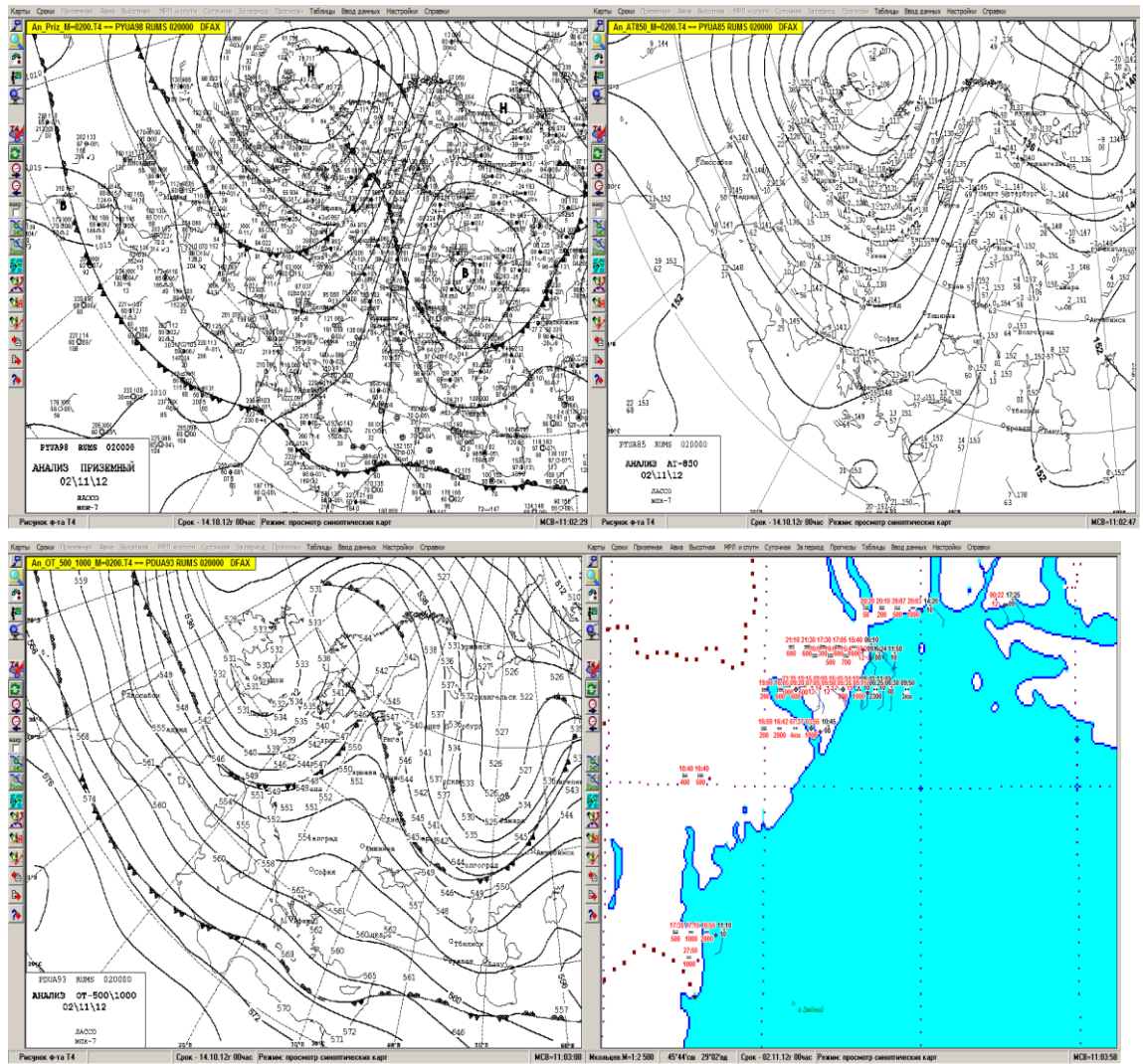


Рис. 3.6. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 2.11.2012 р., 00 UTC

Синоптична ситуація 23 вересня 2014 р., коли за 12 год. випало 31 мм опадів у вигляді дощу були аналогічні ситуації 11 вересня 2007 р. (рис. 3.2), тобто спостерігалася витягнута з півночі на південь замкнена область зниженого тиску з двома центрами. На рис. 3.7, видно що один з них проходив впродовж 23 вересня 2014 р. над півднем України, утворюючи сильні зливові опади у супроводі гроз. Пересування циклону обмежували області підвищеного тиску зі сходу та заходу, отже фронтальні системи проходили з південного заходу на північний схід, наближуючись одна до одній з формуванням хвиль вздовж лінії фронту.

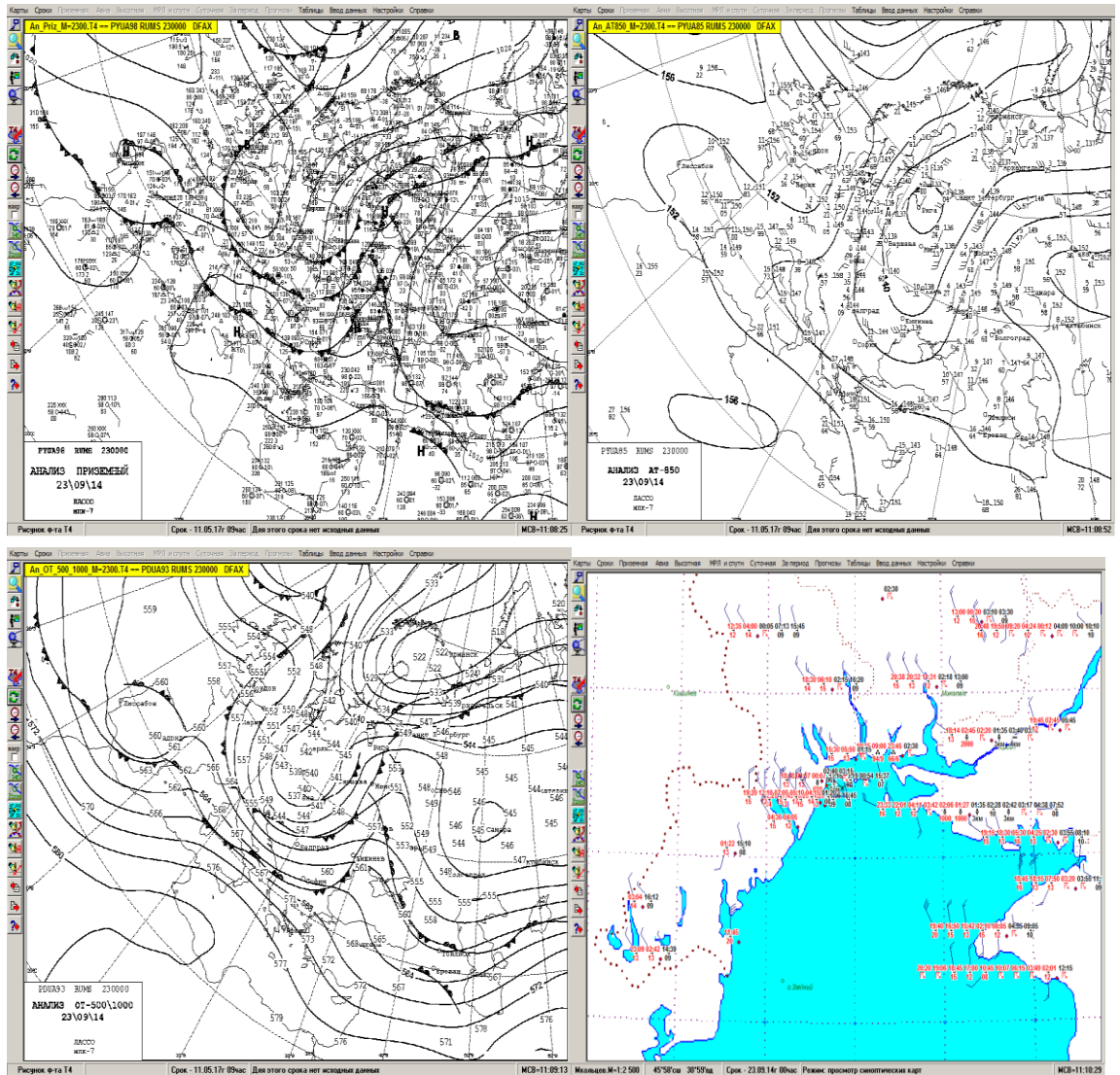


Рис. 3.7. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 23.09.2014 р., 00 UTC

Під час сильного дощу 12 жовтня 2015 р. (30 мм/12 год.) замкнутий центр циклону знаходилась над Болгарією з мінімальним тиском в центрі 1005,8 гПа, охоплюючи західну Чорного моря. На північний схід від нього над територією України розташовувалася зона підвищеного тиску, яка затримувала переміщення арктичного та полярного фронтів, які загострювалися над півднем України. На рівні 850 гПа улоговина циклону охопила західну та південну частини України, на карті відносної топографії наявно видно дуже інтенсивну ВФЗ квазізональної орієнтації над районом Одеси (рис. 3.8).

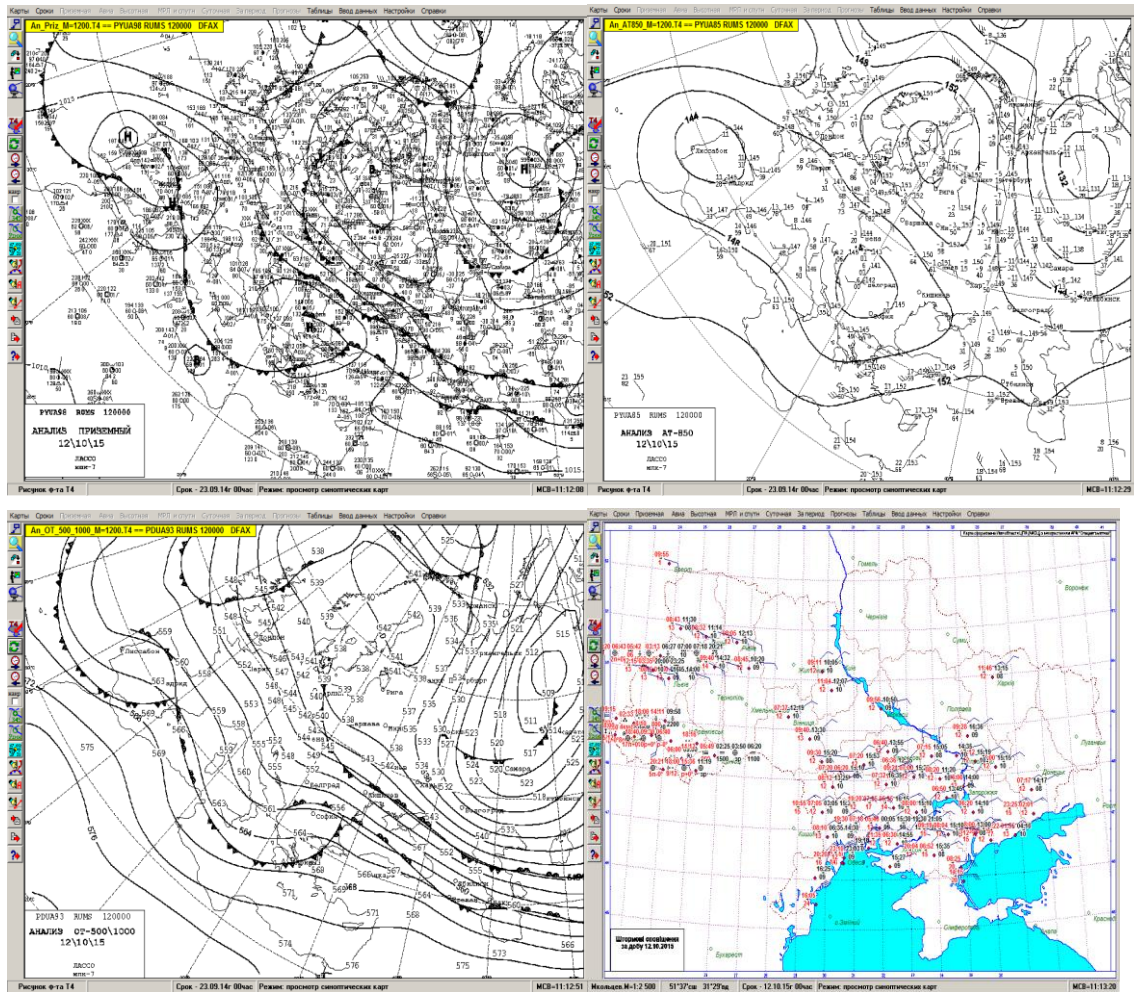


Рис. 3.8. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 12.10.2015 р., 00 UTC

Восени 2016 р. спостерігалось виникнення трьох СГЯ за інтенсивністю опадів, 20 вересня та 12-13 жовтня 2016 р., коли були затоплені вулиці, відбулися автомобільні затори у 10 балів (рис. 3.9), перервалося автомобільне та авіаційне сполучення Одеси, а від сильних поривів вітру 12 жовтня загинули люди через падіння дерев та електричних дротів [12].

20 вересня 2016 р. над ЄТР розташовувалася висотна улоговина, яка повністю охопила всю територію України, що сприяло випадінню сильних опадів. (рис. 3.10). На АТ-500 навколо центру циклона спостерігається значно більше замкнених ізогіпси у порівнянні з 19 вересня, а саме 5, в той час як на АТ-850 їх було лише 2. Над півднем України проходить хвиля полярного фронту (рис. 3.10).



Рис. 3.9. Затоплення вулиць Одеси 20 вересня 2016 р. [12]

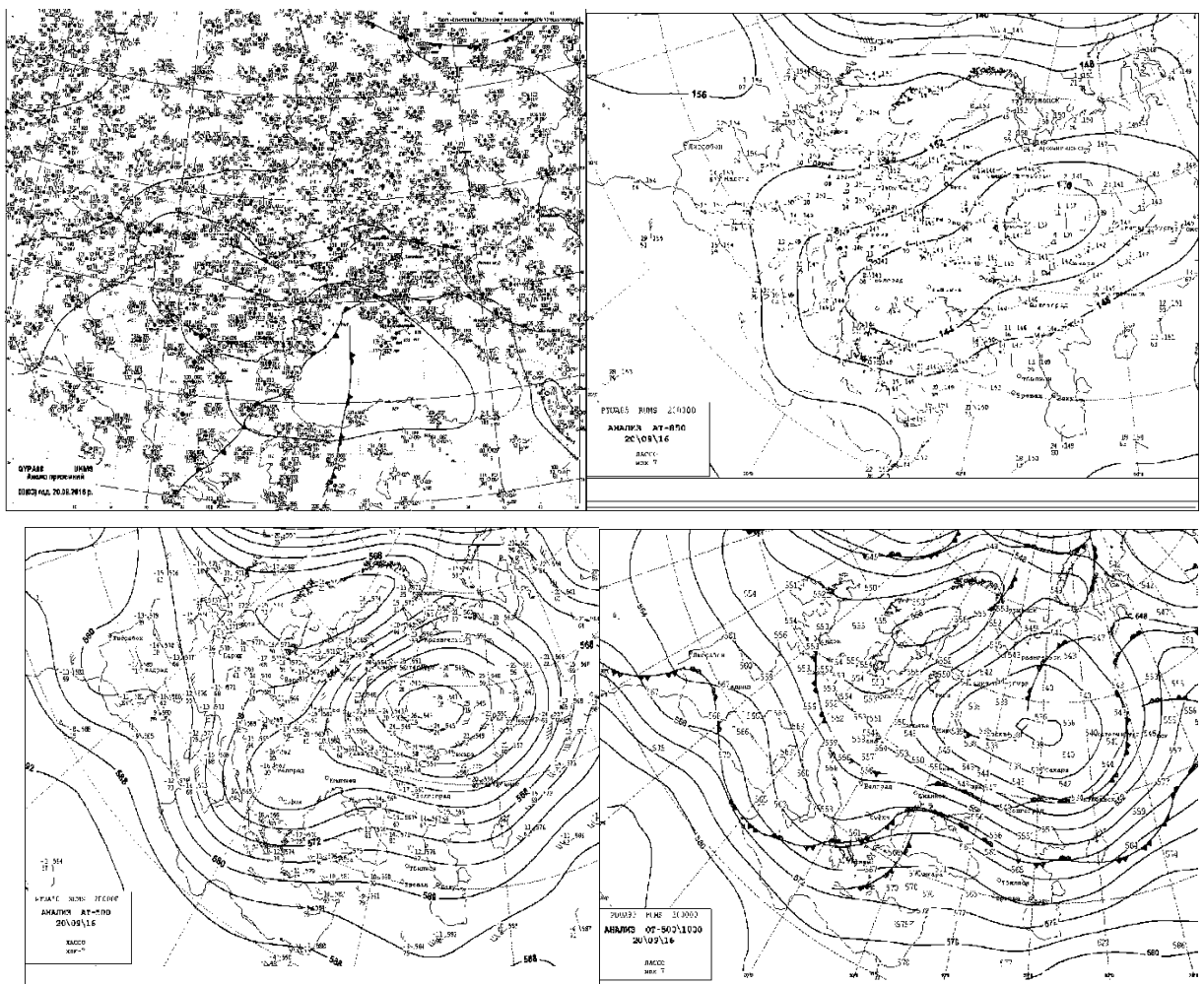


Рис. 3.10. Приземний аналіз, карти АТ-850 і ВТ 500/1000 та карта штормового оповіщення по вітру по Одеській області за 20.06.2016 р., 00 UTC

3.3 Типізація синоптичних процесів, що сприяли випадіння сильних опадів над Одесою восени 2005-2016 рр.

Південь України відзначається специфічними особливостями циркуляції і впливом Чорного та Азовського морів. Відомо, що циклони помірних широт, що переміщуються з заходу та північного заходу не впливають на погоду півдня України. Розвиток циклонів такого типу над Україною супроводжується проходженням через південні райони улоговин або утворенням перехідної зони між циклонами та розташованими на півдні областями високого тиску. У таких перехідних областях спостерігається, головним чином, незбуджене перенесення повітряних мас, напрямок якого залежить від взаємного розташування циклонів та антициклонів.

Через південь України центральною частиною переміщуються циклони, що виникають у басейнах Середземного або Чорного морів, а також невеликі циклони, що утворюються на холодних фронтах, які переміщуються з заходу та північного заходу. Периферійні атмосферні процеси характерні для півдня України і при розвитку над Європою антициклонів, що своєю центральною частиною іноді переміщуються над півднем України і Чорним морем.

Для аналізу синоптичних умов, які сприяють утворенню сильних та дуже сильних опадів над Одесою, використовувалась типізація синоптичних процесів, яка розроблена Івус Г.В. та співробітниками кафедри метеорології та кліматології [2, 3].

В ході дослідження для кожного типу і підтипу підрахована кількість випадків сильних опадів, а потім визначена їх повторюваність при тому або іншому типі синоптичного процесу. Виявилось, що жодного разу сильні дощі не виникали при малоградієнтних периферійних процесах (тип 1), циклонічної та антициклонічної циркуляції з невеликими градієнтами (тип 2 та 3) та у розмитих баричних полях (тип 4).

Розглядаючи тип 5 (периферійні процеси з проходженням атмосферних фронтів) можна помітити, що даний тип синоптичних процесів (рис. 3.12) не є характерним для Одеси, але при ньому утворювалося більше половини сильних опадів, особливо у вересні (71%), з перевагою підтипу 5.2, тобто південного та південно-східний переносу, коли на південно-південно-західній периферії антициклону загострюються арктичний або полярний

фронти у зоні підвищених градієнтів тиску ($\partial P/\partial n \geq 3,0$ гПа/111 км).

Таблиця 3.2 - Повторюваність (к.в. / %) типів (підтипів) синоптичних процесів формування низьких течій над Одесою у 2005-2016 рр.

Типи синоптичних процесів	Підтипи синоптичних процесів	Місяці		
		IX	X	XI
5 Периферійні процеси з проходженням фронтів	5	10	5	2
	5.1	5	2	0
	5.2	5	3	2
6 Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами	6	4	8	4
	6.1	0	4	0
	6.2	0	0	0
	6.3	3	0	4
	6.4	1	4	0
Загальна кількість		14	13	6

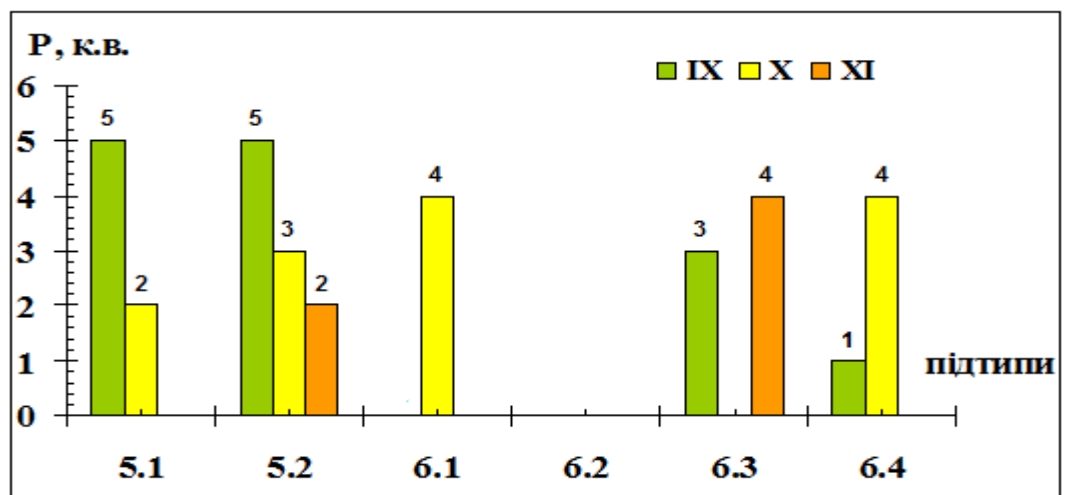


Рис. 3.11. Повторюваність (к.в.) підтипів синоптичних процесів за наявністю сильних опадів над Одесою восени 2005-2016 рр.

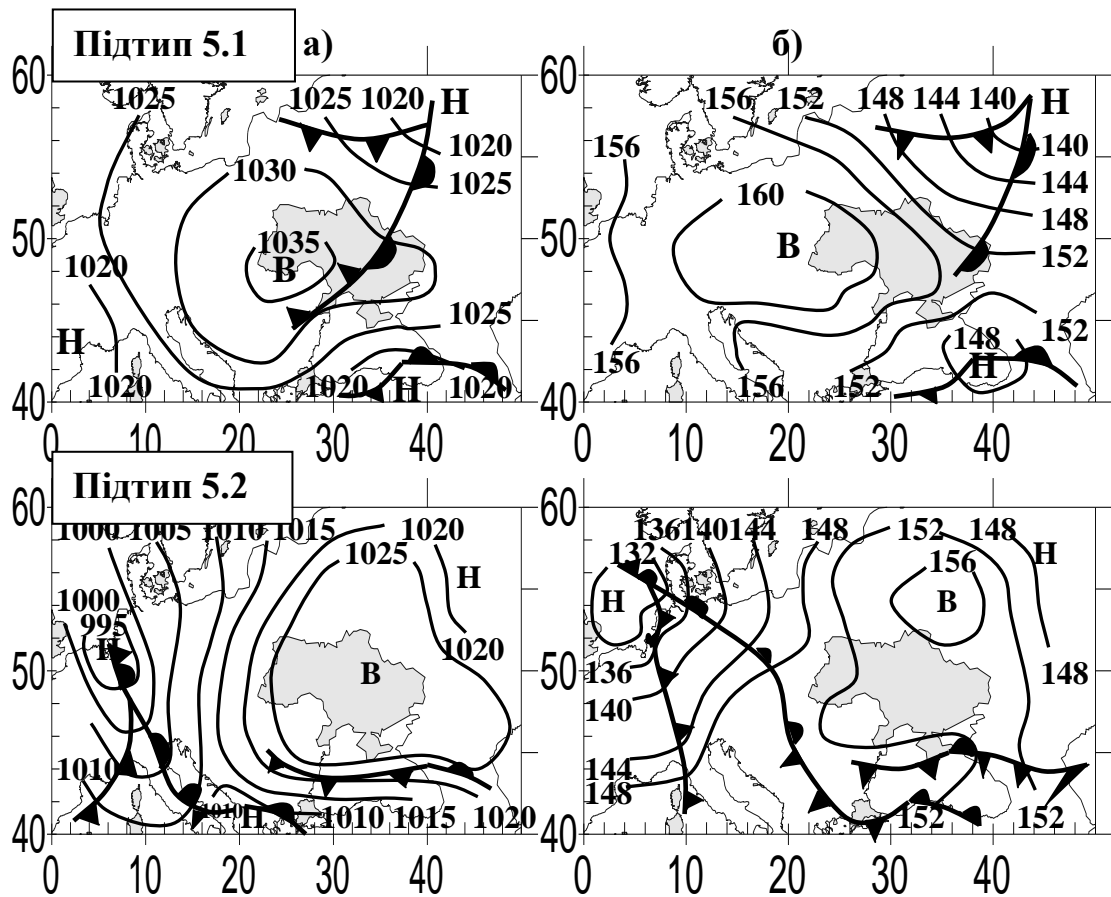


Рис. 3.12. Підтипи синоптичного типу 5.

Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б)

Синоптичний тип 6, тобто циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами (рис. 3.13) також сприяв випадінню сильних дощів, особливо у холодне півріччя. Так, в жовтні 62 % випадків можна віднести до цього типу, коли порівну спостерігалися підтипи 6.1 та 6.4, тобто переміщення циклонів з заходу та півдня. У листопаді 67 % сильних опадів утворювалася у циклонічному полі зі значними баричними градієнтами, причому всі з них прийшлися на підтип 6.3, отже на витягнуту меридіональну улоговину з фронтами. Вересневі сильні опади лише у третині випадків формувалися при типі 6, причому лише у підтипах 6.3 та 6.4

Отже, переважно сильні опади формувалися під впливом улоговини з фронтами, південної периферії антициклону та перехідної зони за умови загострення атмосферних фронтів. Переважно більшість сильних опадів над Одесою спостерігалася при пересуванні хвилі на фронті півднем України.

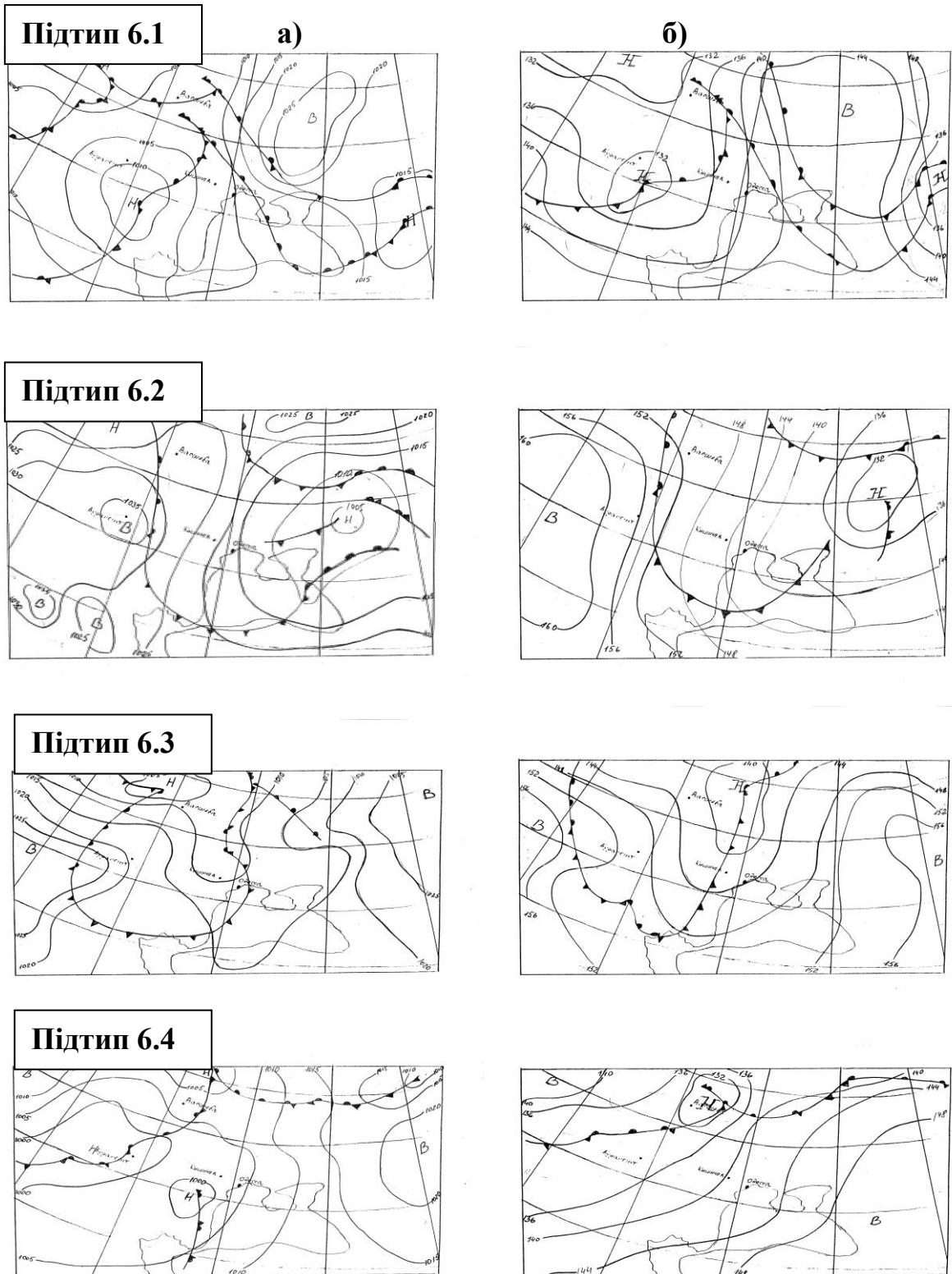


Рис. 3.13. Підтипи синоптичного типу 6.

Карти-схеми: приземна (а) і АТ₈₅₀ (б)

Існує багато класифікацій великомасштабної циркуляції атмосфери Північної півкулі, серед яких найбільш відома синоптична класифікація

великомасштабних атмосферних процесів Б.Л. Дзердзеєвського [10] і якій у 2016 р. виконалася 70 років. Всі ці класифікації схематизують циркуляцію атмосфери, відкидаючи дрібні деталі баричного поля, що спрощує опис синоптичних процесів. Частина типів і груп типів із синоптичної класифікації Дзердзеєвського спостерігається досить синхронно з типами із класифікації, побудованої по формальних алгоритмах розбиття на кластери спостережених баричних полів.

В класифікації Дзердзеєвського тип великомасштабної атмосферної циркуляції для позатропічних широт Північної півкулі визначається положенням і характером основних синоптичних процесів у нижній тропосфері – переміщенням південних циклонів і траєкторій антициклонів, пов'язаних з арктичними вторгненнями. Ці процеси відображують відносно стійке у часі географічне положення висотних баричних улоговин і гребенів. Так звані елементарні циркуляційні механізми (ЕЦМ) розрізняються по числу та географічному положенню улоговин і гребенів у полі тиску середньої тропосфери і положенню траєкторій приземних баричних утворень. Число ЕЦМ, введених Дзердзеєвським, дорівнює 13. Незначні зміщення улоговин і гребнів у просторі і по сезонах доводить варіанти циркуляційних схем до 41. Цей набір дозволяє будь-який спостережений стан атмосфери віднести до конкретного типу циркуляції, так що зміни циркуляції в часі зводяться до зміни типів (протягом доби існує лише один тип).

Типи циркуляції утворюють 15 груп, що розрізняються на рівні АТ-500 по кількості та напрямку відхилень переважаючого повітряного потоку від чисто зонального. Групи не приурочені до сезонів року.

Календар послідовної зміни ЕЦМ за 1899-2015 рр. представлений на ресурсі [10] був залучений до дослідження, з використанням його ресурсу створено табл. Б.8 та 3.3 для аналізу зв'язку ЕЦМ та синоптичних типів, з якої видно, що тип 5 у вересні переважно формувався при ЕЦМ-9 та 13, та по одному разу – ЕЦМ-10а та ЕЦМ-12а. У жовтні тип 5 з сильними дощами виникав за умов ЕЦМ-8гз, 12вг та 12а, а у листопаді – ЕЦМ-12 а та 11в.

Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами (тип 6), виникала переважно під впливом ЕЦМ-8 та 13 у вересні, а у жовтні при ЕЦМ-5, 9, 12 та 13, з незначною перевагою ЕЦМ-5, тобто при північному блокуючому процесі над Східним Сибіром. Листопад характеризувався лиш ЕЦМ-8 та 12 при виникненні типу 6.

Таблиця 3.3 – Кількість сильних опадів та максимальна інтенсивність (мм/12 год.) в залежності від типів синоптичних процесів та ЕЦМ над Одесою восени 2005-2015 рр.

Типи синоптич. процесів	Типи ЕЦМ Північної півкулі по Б.Л. Дзердзевському						
	5	8	9	10	11	12	13
Вересень							
5 Периферійні процеси з проходженням фронтів			4	1		1	4
			54	21		18	56
6 Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами		1					1
		17					21
Жовтень							
5 Периферійні процеси з проходженням фронтів		1				2	
		20				22	
6 Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами	3		1			2	1
	20		20			16	27
Листопад							
5 Периферійні процеси з проходженням фронтів					1	1	
					16	25	
6 Циклонічна циркуляція з великими баричними градієнтами		2				2	
		40				16	

Отже, циклонічна циркуляція з великими градієнтами тиску утворювалася виключно при меридіональних процесах, а периферійні процеси з атмосферними фронтами лише 2 рази формувалися під впливом зональних процесів.

Таким чином, найбільш інтенсивні опади (СГЯ) формувалися при периферійних процесах з великими градієнтами тиску, які формувалися впродовж збереження ЕЦМ-9 та 13.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту отримані наступні висновки:

1. Протягом періоду дослідження виявлено, що частіше всього сильні опади виникали над Одесою у вересні та жовтні 2005-2016 рр., причому практично порівну – 11 та 12 випадків, а в листопаді їх було вдвічі менше. За весь період було виявлено 4 СГЯ.

2. Восени над Одесою у 2005-2016 рр. середньомісячна кількість (Qмес, мм) опадів перевищувала кліматичну норму на 20-25 % у вересні та листопаді, та майже вдвічі у жовтні. Виявлено, що збільшення середньомісячної кількості опадів восени 2005-2016 рр. не визначалося температурою повітря, тому доцільно аналізувати характер циркуляції.

3. Сильні опади у вересні та жовтні переважно випадали з конвективної хмарності у супроводі відносно посиленого вітру меридіональних напрямків.

4. Переважно сильні опади формувались при периферійних процесах з проходженням атмосферних фронтів та циклонічної циркуляції з великими баричними градієнтами, тобто типах 5 та 6. Найбільш інтенсивні опади (СГЯ) формувалися при периферійних процесах з великими градієнтами тиску, які формувалися впродовж збереження ЕЦМ-9 та 13

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Балабух В.О. 2008. Мінливість дуже сильних дощів та сильних злив в Україні // Наукові праці УкрНДГМІ. -2008. - Вип. 257. - С. 61-72.
2. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручн. – Одеса: ТЕС, 2012. – 407 с.
3. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б., Агайар Е.В. До проблеми типізації синоптичних процесів над півднем України у сучасних умовах – Причорноморський екологічний бюлетень – 2009. – №. 3 (32) – С. 25-33.
4. Клімат України / Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
5. Кліматичний кадастр України (електронна версія) / Державна гідрометеорологічна служба [та ін.]– Київ: Б.в. – 2006.
6. Мартазинова В.Ф. Изменение атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке / В.Ф. Мартазинова, Е.К. Иванова, Д.Ю. Чайка // Український географічний журнал. – 2007. – №3. – С.10- 20.
7. Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки. - Керівний документ УкрГМЦ. - КД 52.4.1.01-06. – 37 с.
8. Семенова І.Г. Регіональна синоптика: конспект лекцій. – Одеса, ОДЕКУ, 2002 р. – 62 с.
9. 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.
10. <http://atmospheric-circulation.ru>
11. http://rp5.ua/Погода_в_Одессе_Украина.
12. <https://strana.ua/news/32434-odessa-ushla-pod-vodu-iz-za-silnogo-livnya.html>

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
до дипломного проекту студентки 1 курсу Дудурич Х.В.

на тему
«Умови формування сильних опадів восени над Одесою»

Дипломний проект виконаний в рамках науково-дослідної роботи
«Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними
районами України» (2015-2019 рр., ДР № 0115U006532).

к.геогр.н., доц.

Семергей-Чумаченко А.Б.

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Кількість опадів (мм/24 год.) за вересень на ст. Одеса-ГМО, 2005-2016 рр.

Число	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	0.0	0.0	44.7	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.4	0.0	0.0	2.4	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.8	0.0
13	0.0	0.0	0.3	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	6.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	4.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	9.3	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.6
19	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
20	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	56.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	113.0
21	0.0	0.0	0.0	60.0	0.0	28.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	17.3	0.0	0.0
23	0.3	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0
24	0.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0
Всього	0.9	37.2	79.9	99.4	15.0	139.7	31.3	3.0	39.0	48.8	1.7	114.1

Таблиця Б.2 – Кількість опадів (мм/24 год) за жовтень на ст. Одеса-ГМО, 2005-2016 рр.

Число	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.3	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0
5	0.0	0.0	0.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0
6	0.0	0.5	13.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	3.5	0.0	2.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	7.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	3.1	0.0	1.4	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	4.4	0.0	0.0	5.5	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.5	57.0
13	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	18.7	0.0	0.0	0.4	50.8
14	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0
16	2.9	0.1	0.0	0.0	12.0	0.0	0.3	0.0	9.0	0.0	0.0	3.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.0	0.0	0.1	2.0	0.0	0.0	0.0
18	0.3	0.0	0.0	2.0	20.0	0.0	0.0	0.0	8.1	5.0	0.0	0.0
19	1.0	0.0	0.0	0.0	6.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	5.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	30.0	0.0
22	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0
23	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.5
24	2.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.4	0.0
25	0.0	0.5	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0
26	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.3
31	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.5
Всього	14.2	7.0	37.7	10.0	57.7	98.5	8.7	63.5	27.6	28.0	81.5	180.5

Таблиця Б.3 – Кількість опадів (мм/24 год) за листопад на ст. Одеса-ГМО, 2005-2016 рр.

Число	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	4.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4.5	4.0	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	4.0	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	8.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
9	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.3	12.5
10	0.0	0.0	16.0	0.0	2.5	2.0	0.0	0.3	0.0	0.0	2.0	7.0
11	0.0	0.0	43.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
12	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
15	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
16	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.0
17	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	5.9	1.0	0.0
19	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	10.0	2.0	0.0
20	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	15.0	0.0	0.0
22	0.0	2.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	2.8	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.0	0.0
24	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.4	0.0	8.0	0.0
25	12.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	8.3	0.0
26	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
27	0.0	0.1	11.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	0.0
28	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.0	0.0	0.0	0.0	9.0	5.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Всього	42.8	15.5	112.9	22.3	12.3	28.4	0.1	33.1	11.5	61.6	39.6	39.2

Таблиця Б.4 – Середньомісячна кількість ($Q_{мес}$, мм) опадів та температура над Одесою восени 2005-2016 рр. у % від з кліматичної норми

Місяці	Параметр	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2005-2016	1961-1990
Вересень	$Q_{мес}$, мм	1.2	39.5	89.3	152.4	19.1	159.2	31.8	3	59.4	92.8	2.7	148.7	66.6	36.0
	$Q_{мес}$, %	3	110	248	423	53	442	88	8	165	258	8	413	185	100
	$t_{мес}$, оС	19.4	17.5	17.6	16.5	18.7	17.9	19.0	19.5	15.4	18.9	20.5	18.5	18.3	17.1
	$t_{мес}$, %	113	102	103	96	109	105	111	114	90	111	120	108	107	100
Жовтень	$Q_{мес}$, мм	16	9.8	45.2	13.7	96.9	139.9	13	98.5	48.4	39	79.6	268.3	72.4	26.0
	$Q_{мес}$, %	61.5	37.7	173.8	52.7	372.7	538.1	50.0	378.8	186.2	150.0	306.2	1031.9	278.3	100.0
	$t_{мес}$, оС	11.9	12.7	12.7	13.1	13.0	9.7	10.5	14.9	10.7	10.7	11.1	9.4	11.7	11.1
	$t_{мес}$, %	107	114	114	118	117	87	95	134	96	96	100	85	105	100
Листопад	$Q_{мес}$, мм	75.1	19.3	155.9	30.6	22.3	43.5	0.1	59.1	17.5	109.5	57.9	59.5	54.2	42.0
	$Q_{мес}$, %	178.8	46.0	371.2	72.9	53.1	103.6	0.2	140.7	41.7	260.7	137.9	141.7	129.0	100.0
	$t_{мес}$, оС	6	6.8	5.4	7.2	7.7	11.9	4.2	7.9	9	5	8.5	5	7.1	5.9
	$t_{мес}$, %	102	115	92	122	131	202	71	134	153	85	144	85	119	100

Таблиця Б.5 – Метеорологічні умови під час сильних опадів над Одесою у вересні 2005-2016 рр.

Дата	Q, мм/12 год.	t, °С	V, м/с	dd, град.	Хмарність		Явища
					бали	форма	
02.09.2006	18	15.9	2	Пн-Зх, Пн	7-8	Cu med	злива
01.09.2007	44	18.5	2	Зх-Пн-Зх	7-8	Sc, Cu cong	злива
12.09.2007	16	17.5	4	Пд-Пд-Зх, Пд,Пд-Сх	5-7	Sc, Cb	зливовий дощ, гроза
13.09.2008	21	15.7	7	Пн,Сх,Сх-Пд	7-8	Cu med, Cu cong	злива
21.09.2008	54	14.5	7	Сх, Пн-Пн-Сх,Пн	3-5	Cu med, Sc, Cu cong	злива, гроза
08.09.2010	15	15.9	3	Пн-Сх	7-8	Cu med	злива
20.09.2010	56	18.1	2	Пн-Зх,Пн-Сх	7-8	Sc, Cb, Cu med	злива, гроза
21.09.2010	28	13.7	3	Пн-Зх	7-8	Sc	злива
30.09.2010	25	13.5	3	Зх-Пн-Зх, Пн	7-8	Sc, Cu med	злива
03.09.2011	18	18.9	3	Зх,Сх-Пд-Сх,Сх	5-7	Sc, Cb	злива, гроза
22.09.2014	17	18.8	4	Пд,Пд-Пд-Сх,Пд-Сх	3-5	Sc, Cb	злива, гроза
23.09.2014	31	16	4	Зх-Пн-Зх,Пн-Зх,Пн	7-8	Sc, Cb	злива, гроза
20.09.2016	85	11.4	8	Пн-Зх,Пн,Пн-Сх	7-8	Cb	злива,гроза
Вересень	33	16.0	4	Пн-Зх, Пн	7-8	Cu cong, Cb	злива

Таблиця Б.6 – Метеорологічні умови під час сильних опадів над Одесою в жовтні 2005-2016 рр.

Дата	Q, мм/12 год.	t, °C	V, м/с	dd, град.	Хмарність		Явища
					бали	форма	
18.10.2009	20	8.4	4	Пн-Пн-Сх, Пн-Пн-Зх	7-8	Sc, Cb	злива, серпанок
10.10.2010	16	11.2	8	Сх-Пн-Сх	7-8	Cb	злива
19.10.2010	17	10.4	8	Сх-Пд-Сх, Сх, Пн-Сх	7-8	Sc, Cb, Cu med	дощ, злива, серпанок
20.10.2010	18.8	15.1	4	Пд-Зх	7-8	St	дощ
26.10.2010	16	11.5	3	Пн-Сх	7-8	St	дощ
13.10.2012	18	13.7	10	Сх	7-8	Cb	злива
14.10.2012	20	14.8	4	Зх, Пд-Зх, Пд-Сх	7-8	Sc, Cb	злива, туман
12.10.2015	22	9.6	13	Сх-Пн-Сх	7-8	Sc, St Fractus	дощ, серпанок
21.10.2015	27	12.5	6	Пн, Пн-Пн-Сх, Сх	7-8	Ns, Cb	дощ, злива, серпанок
04.10.2016	16	17.4	2	Пд-Зх, Пд	7-8	Sc, Cb	злива
05.10.2016	16	13.7	4	Зх, Пд-Пд-Зх	7-8	Sc, Cb	злива, туман
08.10.2016	27	11.1	6	Зх-Пн-Зх, Пн-Зх, Пн-Сх	7-8	Cb	злива
12.10.2016	55	12.4	15	Сх	7-8	Cb	злива, гроза
13.10.2016	50	8.6	6	Зх, Пд-Зх, Сх	7-8	Cb, St	дощ, злива, гроза
Жовтень	24.2	12.2	7	Пн-Сх, Пд	7-8	Cb, St, Sc,	злива

Таблиця Б.7 – Метеорологічні умови під час сильних опадів над Одесою в листопаді 2005-2016 рр.

Дата	Q, мм/12 год.	t, °С	V, м/с	dd, град.	Хмарність		Явища
					бали	форма	
20.11.2005	15	1.4	5	Пн-Пн-Зх,Пн	7-8	Cb,Cu med	злива, дощ зі снігом
10.11.2007	16	8.9	5	Пд-Сх	7-8	Sc, Cu med	злива
11.11.2007	40	1.7	5	Зх-Пд-Зх,Зх	7-8	Sc,Cu med	злива
27.11.2007	16	1.8	2	Пд-Зх	7-8	Cb	дощ
02.11.2012	25	15.0	5	Пд-Пд-Зх,Пд-Зх	7-8	Cb	злива,туман,серпанок
19.11.2014	16	7.3	9	Сх-Пн-Сх,Сх	7-8	St Fractus	дощ,туман,серпанок
Листопад	21.3	6.0	5	Пд	7-8	Cb,Cu med	злива, дощ

Таблиця Б.8 – Типи синоптичних ситуацій та ЕЦМ при сильних опадах над Одесою восени 2005-2016 рр.

Дата	ЕЦМ	Тип син. сит.	Q, мм/12 год
02.09.2006	9а	5.1	18
01.09.2007	13п	5.1	44
12.09.2007	9б	5.1	16
13.09.2008	10а	5.2	21
21.09.2008	9б	5.2	54
08.09.2010	9б	5.2	15
20.09.2010	13з	5.2	56
21.09.2010	13з	5.2	28
30.09.2010	13з	5.1	25
03.09.2011	12а	5.1	18
22.09.2014	3	6.3	17
23.09.2014	13п	6.3	31
20.09.2016	-	6.4	85
18.10.2009	9б	6.4	20
10.10.2010	12бз	6.4	16
19.10.2010	8гз	5.2	17
20.10.2010	12бз	5.2	19
26.10.2010	12бз	6.1	16
13.10.2012	5г	6.1	18
14.10.2012	5г	6.1	20
12.10.2015	12а	5.2	22
21.10.2015	13з	6.1	27
04.10.2016	-	6.4	16
05.10.2016	-	6.4	16
08.10.2016	-	6.4	27
12.10.2016	-	5.1	55
13.10.2016	-	5.1	50
20.11.2005	12г	6.3	15
10.11.2007	8а	6.3	16
11.11.2007	8а	6.3	40
27.11.2007	12бз	6.3	16
02.11.2012	12а	5.2	25
19.11.2014	11в	5.2	16