

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти
Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Особливості режиму опадів у Причорноморській зоні України на рубежі
XX-XXI століття

Виконала студентка групи М – 5т (і) з/ф
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Пейкова Злата Русланівна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд. геогр. наук, доцент

Волошина Олена Вікторівна

Консультант _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент

Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти бакалавр

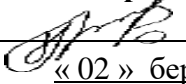
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)

Освітня програма Гідрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

метеорології та кліматології

 Прокоф'єв О.М.
«02» березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студентці Пейковій Златі Русланівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Особливості режиму опадів у Причорноморській зоні України на рубежі ХХ-ХХІ століття

керівник роботи Волошина Олена Вікторівна, канд. геогр. наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від «15» квітня 2022 року № 45 - С

2. Строк подання студентом роботи 02 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи

Багаторічні дані кліматичних довідників різних років видання та дані фактичних спостережень за опадами на станціях північного Причорномор'я за період 1953-2009 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

- Здійснити оцінку тимчасового розподілу кількості опадів різного тимчасового дозволу на території північного Причорномор'я;
- Визначити основні тенденції зміни режиму опадів на території північного Причорномор'я
- Визначити рівняння трендової складової змін у режимі опадів.
- Проаналізувати отримані результати.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Представити отримані результати дослідження у вигляді таблиць і графіків.

6. Консультанти розділів роботи

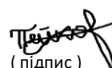
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 02 березня 2022 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.	02.03.2022 р. – 07.03.2022 р.	75	добре
2.	Підготовка даних метеорологічних спостережень до обробки. Огляд наукових робіт з питань зміну клімату планети Земля і причин формування цих змін.	08.03.2022 р. – 15.03.2022 р.	75	добре
3.	Обробка даних метеорологічних спостережень за допомогою графічно-розрахункового пакету «EXCEL»	16.03.2022 р.- 20.03.2022р.	75	добре
	Рубіжна атестація	16.05.2022 р.- 20.05.2022 р.	75	добре
4.	Отримання статистичних характеристик середньомісячних значень кількості опадів. Побудова графіків. Аналіз отриманих результатів	24.05.2022 р. – 29.05.2022р.	95	відмінно
5.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	30.05.2022р. 02.06.2022 р.	95	відмінно
6.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	02.06.2022 р.- 04.06.2022 р.	-	-
7.	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.	-	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	-	83,0	-

Студентка


(підпис)

Пейкова З.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Волошина О.В.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	4
1.ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІН КЛІМАТУ	5
1.1 Загальні характеристики змін клімату Землі.....	5
1.2 Загальна характеристика змін клімату України.....	7
2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЙОНУ	
ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
2.1 Особливості рельєфу і орографії району дослідження.....	10
2.2 Основні кліматоутворювальні фактори.....	14
3. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	
ОПАДІВ.....	25
3.1 Основні кліматичні характеристики опадів.....	25
3.2 Методи визначення основних статистичних показників.....	27
3.3 Кореляційний метод дослідження зв'язку між випадковими.....	
величинами	30
4. ОЦІНКА ЧАСОВОЇ СТРУКТУРИ РЯДІВ ОПАДІВ РІЗНОГО ЧАСОВОГО	
РОЗВ'ЯЗАННЯ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	35
4.1 Аналіз часових рядів річних, сезонних та місячних сум опадів.....	35
ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	64

Вступ

У той час, як ми розуміємо процес зміни клімату, переважно через його вплив на наше довкілля, саме руйнівні наслідки, з якими людство стикається зараз і стикається в майбутньому через це, роблять цю проблему невідкладним питанням порядку денного захисту прав людини для комфортного проживання у навколишньому середовищі. Зміна клімату помножить і посилить нерівність людства, яке ефект у майбутньому лише накопичуватися і погіршуватися. Це зруйнує життя нинішніх та майбутніх поколінь. Тому нездатність урядів протистояти кліматичним змінам, реальність яких підкріплена надзвичайною кількістю наукових доказів, може стати найбільшим порушенням прав людини в історії та торкнется кількох поколінь.

Актуальність кваліфікаційної роботи – це дослідження часових змін у режимі опадів у Причорноморській зоні України на рубежі ХХ-ХХІ-го століття обумовлена проблемою зміни та коливання клімату, які призводять до негативних наслідків для економіки та умов проживання людини.

Мета дослідження – опис і аналіз режиму опадів у північному Причорномор'ї у другій половині ХХ-го століття і на початку ХХІ-го століття.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі задачі:

- розраховано статистичних характеристик кількості опадів на п'яти станціях Одеської області;
- проаналізовано динаміку режиму опадів на станціях Одещини за різні періоди: місяці, півріччя, рік;
- проведено порівняльний аналіз зміни кількості опадів на станціях, розташованих у різних кліматичних зонах.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗМІН КЛІМАТУ УКРАЇНИ

1.1 Загальні характеристики змін клімату Землі

Проблема зміни клімату, що проявляється перш за все, в зміні температурного режиму планета Земля, та пов'язані з цим погодні і кліматичні аномалії є одним з найважливіших питань ХХІ-го століття.

Мінливість клімату відповідає еволюції клімату щодо загальної тенденції або контрольного періоду (часто три десятиліття). Ми можемо говорити про зміну клімату для циклічних явищ, чи то високої частоти (наприклад, посухи чи сезонні повені) чи низької частоти (наприклад, Північноатлантичне коливання чи Ель-Ніньо), якщо зміна їх частоти триває протягом кількох десятиліть.

Такі кліматичні параметри, як температура, опади або вологість, змінюються на всіх просторово-часових масштабах ці спектри метеорологічних величин дозволяють класифікувати атмосферні процеси за їх періодами. Якщо їхня статистика (середнє значення, стандартне відхилення, екстремальні явища тощо) змінюється постійно, протягом кількох десятиліть, ми говоримо про зміну клімату [2].

Ці коливання при кліматичному усередненні згладжуються, а отримані кліматичні середні характеристики самі відчують коливання, описувані частиною спектру. Серед них можна виділити наступні:

- Льодовикові періоди тривалістю в десятки тисяч років;
- Міжвікові коливання з періодами у декілька століть або кілька десятків століть;
- Внутрішньовікові коливання, яскравим прикладом яких можна вважати потепління в першій половині ХХ-го століття.

Змінність клімату, також, може бути спричинена внутрішніми процесами Землі, такими як виверження вулканів, зовнішніми впливами, такими як сонячний цикл або цикли Міланковича, або антропогенним впливом, який також можна описати як зовнішні процеси.

Останні зміни клімату пов'язані з поєднанням природної еволюції клімату та його модифікації викидами парникових газів, що утворюються в результаті діяльності людини, яка змінює хімічний склад атмосфери Землі. Термін «недавня зміна клімату» відноситься до еволюції клімату між 19 століттям і сьогоденням, а також прогнозів на XXI-е століття через як природну мінливість клімату, так і вплив антропогенної діяльності.

Парникові гази, що утворюються внаслідок діяльності людини, викликають посилення парникового ефекту. Надмірна кількість газів, які утворюються в результаті діяльності ТЕЦ, транспорту, сільського господарства, промисловості, а також лісових пожеж, утримують сонячне тепло у нижніх шарах атмосфери, не даючи йому повертатись до космосу. Проблема змін і коливань клімату є однією з важливих і перспективних проблем сучасної кліматології. Найбільш помітним наслідком зміни клімату буде не поступове потепління, а "надзвичайні ситуації" такі як сильні засухи, повені, шторми, урагани, надзвичайно спекотні дні які відбуватимуться частіше [3].

Рівень світового океану підніметься й океанічні течії можуть істотно змінитись. Людство буде змушене зіткнутися з проблемами економіки, водопостачання, деградацією сільськогосподарських земель та лісів.

Міжурядова група експертів зі змін клімату (МГЕЗК) при ООН та Всесвітня Метеорологічна Організація (ВМО) регулярно надає об'єктивну оцінку спостережень за змінами, які відбуваються у кліматичній системі. Згідно цієї інформації з кінця XIX-го до початку XXI-го ст. річна глобальна температура повітря підвищилася на $0,6 \pm 0,2$ °C. Це сприяє значні перетворення макроциркуляційних процесів на всій Земній кулі, зміна просторово- часового розподілу багатьох характеристик клімату.

За останній мільйон років встановлено близько 10 льодовикових та між льодовикових періодів. Понад 6 тис. років тому зафіксовано кліматичний оптимум, температура якого перевищувала сучасну на 1-2 °С. У IX-XI ст. також переважали аналогічні умови.

Супутникові дані свідчать, що впродовж XX-го ст. у Північній півкулі змінилася не лише температура повітря. Площа морського льоду у весняно-літній сезон скоротилася на 10-15%, зменшилася площа снігового покриву, у середніх широтах відбулося танення льодовиків, і з'явилися деякі риси зміни кліматичних зон. Кількість атмосферних опадів на початок XXI-го ст., у порівнянні з кінцем XIX ст., збільшилася на 8-10% за столітній період у більшості районів високих та середніх широт Північної півкулі. При цьому у другій половині століття дещо збільшилася повторюваність сильних опадів. По території Земної кулі зміна кількості опадів не однозначна. Так у багатьох тропічних районах спостерігається їх зменшення.

1.2 Загальна характеристика змін клімату України

Сьогодні Україна знаходиться серед першої двадцятки країн світу, які найбільше викидають парникових газів в атмосферу. Підвищення температури повітря в Україні відбувається дуже швидко. Тому вивчення сучасного клімату України і клімату найближчого майбутнього є важливим і необхідним.

Територія України лежить у помірно-континентальній області помірного кліматичного поясу. Значні зміни висоти Сонця над горизонтом, тривалості дня, циркуляції атмосфери, а також характеру підстилаючої поверхні у різні пори року в помірному поясі визначають закономірне чергування сезонних типів погоди [6].

Характеризуючи погоду, говорять про температуру повітря, опади, вологість а також деякі атмосферні процеси, їх називають метеорологічними елементами.

При статистичному аналізі багаторічних рядів спостережень за опадами (річні, місячні, і сезонні) по-перше було оцінено різниці та співвідношення між двома вибірковими середніми столітнього ряду, який наближається до генеральної сукупності. Тобто порівнювалися дві кліматичні норми за періоди 1891- 1964 рр.

Норма 1891-1964 рр. наводиться у Довіднику з клімату СРСР норма за період 1961-1990рр. у Кадастрі клімату України і виданні. Ці два нормативні документи існують одночасно. У практиці гідрометеорологічного обслуговування, як правило, використовується кліматична норма, яка характеризує сучасний клімат (1961-1990 рр.).

При оцінюванні стихійних опадів розглядається весь ряд спостережень за опадами. Щоб отримати відмінність між цими двома нормами, було розраховано співвідношення між ними, тобто $x_2 \times 100 / x_1$ по місяцях, сезонах і за рік (табл. 1.1).

Дані табл. 1.1 свідчать, що у більшості місяців кількість опадів за період 1961-1990 рр. перевищує середню за період 1891-1964 рр. у 8-10 місяцях року, а також за окремі сезони. Найбільша відмінність кількості опадів за два періоди мала місце взимку: у Лісостепу середня за сезон кількість опадів за період 1961-1990рр. відносно попереднього періоду (1891-1964 рр.) досягала 115-150%. По місяцях ці значення такі: у січні і лютому в центральному Лісостепу, у грудні в північному Степу співвідношення $|x_2|/|x_1|$ кількості опадів у зимові місяці досягало 108-159%.

Навесні кількість опадів за період 1961-1990 рр. на всій території була близькою до кількості опадів за період 1891-1964 рр. і варіювала від 106% у Поліссі до 117% у Степовій зоні.

Таблиця 1.1 – Співвідношення кількості опадів (%) за періоди 1891-1964 та 1961-1990 рр.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік	Зима	Весна	Літо	Осінь
Полісся	122	112	101	115	108	113	111	94	107	94	102	122	109	119	108	106	101
Західне Полісся	120	108	98	116	117	111	102	85	111	98	98	118	107	115	110	99	103
Цен.Сх.Полісся	125	117	104	114	99	115	120	103	103	89	106	126	110	122	106	113	99
Лісостеп	142	136	125	112	105	110	117	96	108	81	111	140	116	139	114	108	100
Зах.Лісостеп	122	120	112	112	117	118	112	91	105	78	102	136	110	126	114	107	95
Центр. Лісостеп	159	153	137	111	98	109	130	100	100	78	111	138	119	150	115	113	96
Східн. Лісостеп	146	134	126	111	101	102	110	96	119	87	120	147	117	142	113	103	109
Степ	134	132	122	118	106	93	116	106	126	83	119	145	117	137	115	105	109
Північний Степ	148	134	118	118	103	98	119	103	124	84	118	157	119	146	113	107	109
Південний Степ	120	131	125	117	109	88	112	110	128	82	119	133	115	128	117	103	110

У березні в центральному Лісостепу значення ($|x_2|/|x_1|$) досягали 137%. Влітку значення кількості опадів за ці два $|x_1|$ періоди також були близькими. Восени режим зволоження в основному залишився без змін, але слід зазначити, що у жовтні опади на всій території були меншими в період 1961-1990 рр.

Що стосується середньорічної температури повітря в Україні, то вона коливається від +11°C... +13°C на півдні до +5°C... +7°C на півночі.

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Особливості рельєфу і орографії району дослідження

Основний об'єкт дослідження в кваліфікаційної роботі – режим опадів на станціях Північного Причорномор'я.

Головна задача полягає в оцінюванні динаміки змін режиму зволоження досліджуваних територій. Розподіл режиму опадів по території визначається не тільки циркуляційними факторами, але й орографічними особливостями підстильної поверхні.

Великий вплив на розподіл опадів мають форма рельєфу, наявність лісових масивів, висота місця, водойм і річкових долин.

Вплив рельєфу, лісової та водної поверхні пов'язано зміною турбулентності повітряного потоку, опусканням і підйомом повітряних мас над елементами рельєфу .

На вершинах гір, височинах, та на навітряних схилах зазвичай приходиться максимум опадів. Вплив повітряного схилу поширюється і на прилеглу рівнину. Зменшення кількості опадів спостерігається, навпаки, з підвітряного боку височин і гір [17].

Більшість території України належить до південно-західної околиці Східноєвропейської рівнини і має рівнинний і горбистий рельєф, лише на півдні піднімаються Кримські гори, а на заході – Українські Карпати. Південні райони України, що досліджуються, відрізняються порівняно однорідним рельєфом. Вони зайняті Причорноморською та Приазовською низовинами.

Крайня південна частина України зайнята Причорноморською низовиною, яка не високими крутими уступами (до 40 м) обривається у бік Чорного та Азовського морів, зі заходу якого межує з Тарханкутською, на сході – з Керченською височинами, а на півдні безпосередньо підходить до

низькогір'я Кримських гір. Західний кордон Причорноморської низовини проходить по долині річки Прут, а східна схилами Приазовського височини.

Причорноморська низовина та рівнинний Крим є єдиною геоморфологічною областю. Кожна підобласть має ряд індивідуальних геоморфологічних особливостей.

Приазовська височина (абсолютні висоти якої досягають (200-300м) утворена південно-східним виступом Українського кристалічного масиву.

Для Приазовської височини характерні часті виходи кристалічних порід, що практично повсюдно оголюються в нижніх частинах схилів долин річок, великих ярів і балок.

Територія Одещини дуже витягнута, з півночі на південь вона простягається від 45° до 48° північної широти. Тому окремі її частини помітно відрізняються своїми природними умовами.

Більша частина області лежить на Причорноморській низовині, на північ і північний захід Одещини заходять відроги Подільської височини. Поверхня здебільшого рівнинна, з нахилом з північного заходу на південний схід, до узбережжя Чорного моря. Рівнину перетинають глибокі долини річок, яри та балки, особливо в межах відрогів Подільської височини, де різниця між рівнем вододілів і долин становить пересічно 100 м. Чим далі на південь, тим спокійніший, менш хвилястий рельєф.

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 значні площі займають вони в лісостеповій зоні.

Південно-західна частина України – Одеська область займає територію Північно-Західного Причорномор'я від гирла річки Дунаю до Тилігульського лиману, а від моря на північ – на 200-250 км [7]. Більша її частина рівнинна з невеликим ухилом у бік моря, тільки на північно-західну і західну її частини заходять невисокі згладжені відроги Волинсько-Подільської височини і південні відроги Молдавських Кодр. У підвищеній частині області висота

місцевості ледь перевищує 200м над рівнем моря. У бік моря і долин ріст місцевості поступово знижується до висоти 100м і менше. Рельєф області на півночі розрізаний глибокими балками ярами, на півдні водорозділи стають широкими, глибина балок зменшується [17].

Морське узбережжя в межах області, простягається на 300 км. Одещина розміщена у степовій та лісостеповій природних ландшафтних зонах.

Ріки Одеської області належать басейну Чорного моря. Через північні райони області протікає Південний Буг. Береги його характеризуються великою крутизною. Дунай і Дністер течуть у широких заболочених долинах. У плавневій частині багато озерець. Дельта Дунаю дуже заболочена і розрізана численними рукавами і протоками. Крім того, у південній частині області по глибоких і широких долинах протікають невеликі річки, які влітку пересихають. У північній і центральній частинах області є ставки.

Більшість лиманів на морському узбережжі ізольовані від моря, лише деякі з лиманів з'єднуються з морем і використовуються для судноплавства.

Незважаючи на свою порівняно невелику площу (5,5 % території України), Одеська область розташовується в трьох кліматичних зонах: Придністровський лісостеп, Західний степ, Причорноморський степ. Кількість днів без сонця майже 70 за рік (у квітні, травні, вересні та жовтні їх не більше як по 4, з листопада по лютий – у середньому по 14).

Клімат Одещини помірно континентальний зі спекотним сухим літом, м'якою малосніжною нестійкою зимою. Середньорічна температура коливається від 8,2 °С на півночі до 10,8 °С на півдні. Відповідно взимку вона складає – 5,0 °С, а влітку + 20,0 °С. Середня температура січня змінюється в межах області від - 5,0 °С на півночі до -1,8 °С на південному заході, липня відповідно від + 21,0 до 22,9 °С. Безморозний період триває 130-150 днів на півночі, 166- 208 - на півдні. Період активної вегетації (з середньодобовими температурами понад 10 °С) становить 170-190 днів. Сума активних температур - головний показник ресурсів тепла для сільського господарства, коливається від 2500 °С (на півночі) до 3400 °С (на південному заході області).

За кліматичними особливостями Одеську область можна розділити на три частини: північну, центральну і південну. В даній роботі розглядається південна частина Одеської області, що є дуже посушливою, помірно жаркою агрокліматичною зоною.

При зниженні значення гідротермічного коефіцієнта нижче 1,0 погодні умови періоду вегетації посушливі. В цих умовах головними ризиками є посуха та пожежа. Небезпечними також є зливи з градом при дуже низькій ймовірності вимерзання. За основними характеристиками мікрокліматичні особливості:

- Гідротермічний коефіцієнт - 0,8

- Погода вегетації – Посушлива

- Ймовірність ризиків:

посуха - 35 %,пожежа – 30 %,град – 15 %,зливи - 15 %, заморозок – 5 %.

Зсуви і абразія формують і створюють основний рельєф узбережжя Одеси, ці два фактори у взаємодії викликають швидкий наступ моря на суходіл. Зазначимо, що наявність водного басейну Чорного моря, яке омиває південно-східні райони має певний вплив на режим опадів Одеської області. Крім того, циркуляційні процеси на півдні значно ослаблені в порівнянні з північними районами. Все це обумовлює різноманітні умови хмарності, а звідси і режим опадів в районі дослідження.

За ландшафтної класифікації кліматів Берга Л.С., клімат Одеси належить до клімату степів.

Середньорічна температура тут коливається від 4-7,7 °С на північній області до +11,19 °С. 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 родять цукрові буряки, в південній частині широко розвинуто виноградарство.

2.2 Основні кліматоутворювальні фактори

Причиною багатьох кліматичних змін на планеті є складність і неоднозначність зв'язків у кліматичній системі, постійна еволюція її компонентів з різною інерційністю. Оскільки за одних і тих же зовнішніх умов на Землі може існувати кілька типів клімату, то стан кліматичної системи визначається не тільки зовнішнім впливом, але і взаємодією між її складовими.

Кліматоутворювальними факторами називають фізичні механізми, які визначають зовнішній вплив на кліматичну систему, а також основні взаємодії між її складовими (ланками).

Усю сукупність кліматоутворювальних факторів поділяють на: *внутрішні*, які характеризують властивості самої кліматичної системи та *зовнішні*, які зумовлюють енергетичний вплив на кліматичну систему.

Зовнішні кліматоутворювальні фактори, в свою чергу, поділяють на дві групи: астрономічні і геофізичні.

До *астрономічних факторів* відносять: положення орбіти Землі в Сонячній системі, світність Сонця і характеристики орбітального руху Землі, нахил її осі до площини орбіти і швидкість обертання навколо осі. Від них залежить: розподіл сонячної радіації, яка надходить на верхню межу атмосфери; гравітаційний вплив Сонця й інших планет Сонячної системи.

До *геофізичних факторів* відносять: розмір, масу і форму Землі, власні гравітаційні і магнітні поля, внутрішнє тепло за рахунок геотермічних джерел і вулканізму.

До *внутрішніх кліматоутворювальних факторів* належать: маса атмосфери, маса й склад океану, особливості розподілу суші й океану, фізико-хімічна структура атмосфери (сталі її компоненти та змінні термодинамічно активні домішки); структура їхнього діяльного шару, рельєф поверхні суші.

Склад кліматоутворювальних факторів, які в тій чи іншій мірі повинні враховуватися при вивченні клімату, визначається методом вивчення

кліматичної системи, характером взаємозв'язків між її ланками. Найбільш повним є опис кліматичної системи як єдиної фізичної системи. Тоді її стан має описувати складна система рівнянь гідротермодинаміки, яка характеризує зміни в часі і просторі змінних параметрів всіх складових кліматичної системи (повна кліматична система) [7].

Стосовно сучасного клімату можна вважати, що взаємодія між складовими кліматичної системи відбувається за умов майже незмінної дії зовнішніх кліматоутворювальних факторів. Але це неможливо стверджувати, якщо розглядати динаміку клімату протягом, наприклад, найближчих 500 тис. років. В свою чергу, цей значний в порівнянні з часом існування цивілізації проміжок часу є невеликим, якщо його порівнювати із періодом існування Землі як планети.

Радіаційний режим

Радіаційний баланс підстильної поверхні характеризує променисту енергію, яку ця поверхня отримує або втрачає, що призводить відповідно до її нагрівання або охолодження. Згідно із законом збереження енергії це спричинює фізичні процеси, під дією яких виникає теплообмін між атмосферою й іншими складовими кліматичної системи, а також між підстильною поверхнею і глибшими шарами суходолу та океану - у південно-західній частині Одеської області суми сумарної сонячної радіації відповідно складають 4800 МДж/м²/рік [8].

У теплообміні беруть участь також витрати тепла на танення снігу або льоду, тепло, що переноситься опадами, пов'язане з дисипацією кінетичної енергії, з тертям між підстильною поверхнею та потоком повітря, а також біологічний теплообмін, зумовлений перетвореннями радіаційної енергії на хімічну у процесі фотосинтезу й виділення тепла під час окислення біомаси тощо. Найбільшу роль у теплообміні між складовими кліматичної системи відіграють прихована й явна теплота. Швидкість випаровування, яка визначає

першу з них, залежить від швидкості вітру, шорсткості та зволоження поверхні випаровування, особливостей вертикального розподілу водяної пари у приземному шарі повітря. У зв'язку з цим умови випаровування розрізняються у різні пори року над суходолом і океаном - у південно-західній частині Одеської області витрати теплоти на випаровування вологи складають 500 МДж/м² /рік [7].

Більша частина довгохвильового випромінювання підстильної поверхні поглинається атмосферою (109 одиниць із 114), на зустрічне випромінювання атмосфери припадає 96, на енергію, що випромінюється у космічний простір - 72 одиниці (вона визначається випромінюванням верхньої межі хмарності та верхніх шарів атмосфери). Радіаційний баланс підстильної поверхні позитивний і дорівнює 29 одиниць, для атмосфери він від'ємний і має таке ж абсолютне значення. У південно-західній частині Одеської області радіаційний баланс земної поверхні складає 3000 МДж/м²/рік.

Циркуляційні фактори клімату

На формування клімату всієї України роблять вплив помірні, арктичні і тропічні повітряні маси [8]. Пануючими повітряними масами в Україні є помірні континентальні повітряні маси, вони і формують на значній території країни помірно континентальний тип клімату.

В Україні влітку і взимку переважає широтний (захід - схід) рух повітря, а навесні і восени - меридіональний (північ - південь) рух повітря. Підстилаюча земна поверхня впливає на розподіл сонячної радіації, рух повітряних мас [6].

Рівнинний рельєф більшої частини України обумовлює збільшення показників сонячної радіації і середньої температури з півночі на південь; не перешкоджає проникненню повітряних мас з різних сторін. Карпатські і Кримські гори перешкоджають проникненню холодних повітряних мас. В горах збільшується кількість опадів і знижується температура повітря. На клімат

України великий вплив надають повітряні маси з північної частини Атлантичного океану, у меншій мірі - збоку Північного Льодовитого океану. На мікроклімат території роблять вплив річкова сіть, ґрунтово-рослинний покрив, забудова і т. д.

Протягом року змінюється вітровий режим. Зміни відбуваються у напрямі і швидкості вітру. Ці зміни залежать від центрів дії атмосфери. Через Україну проходить смуга високого тиску. На північ від цієї смуги переважають вітри західного напрямку, на південь – східного. Середня швидкість вітру в Україні складає 4 м/сек [6].

Характеристику циклонів та антициклонів південно-західної частини України наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика циклонів та антициклонів південно-західної частини України [9]

Баричні утворення та райони їх виникнення	Час утворення	Повторюємість у районі виникнення, кількість випадків	Середній тиск у центрі утворення, гПа	Термін впливу на погоду, суток
Циклони західної частини Чорного моря	Переважно холодне півріччя	6	1005	8
Циклони східної частини Чорного моря	Переважно холодне півріччя	4	1006	8
Циклони південної частини України	Тепле півріччя	8,5	1005	8,5
Орографічні циклони південно-східної частини України	Холодне півріччя	12	1027	24
Антициклони східної частини Чорного моря	Квітень-вересень	6	116	9

Характеристика сезонних особливостей синоптичних процесів

Взимку на Україні, зокрема в південно-західній її частині, дуже розвинена циклонічна діяльність. Більшість циклонів переміщуються саме сюди в цей сезон. Тому взимку спостерігається інтенсивний міжширотний обмін повітря [8].

Перехід до зимового сезону відбувається тоді, коли земна поверхня буває вже значно вихолоджена і починаються регулярні вторгнення на Україну арктичного повітря. Останній зазвичай поширюється в антициклонах з північного сходу або північного заходу в тилу серії пірнаючих циклонів. При вторгненні арктичного повітря посилюється вітер, виникають низові завірюхи, температура повітря знижується до $-30...-35$ °С, а зокрема в південно-західній частині України до $-7...-10$ °С.

Іншими характерними для зими процесами є східні дії, пов'язані з посиленням східного антициклону. Відріг цього антициклону часто поширюється на територію України. Якщо ж відріг тягнеться не зі сходу, а з північного сходу, то континентальне помірне повітря поширюється майже на всю територію України, окрім південних областей. Тоді переважає холодна погода з сильним східним і північно-східним вітром, низовими завірюхами, поземками і інш.

Відмітна особливість зими - часта відлига, пов'язана з переміщенням циклонних утворень з північного заходу, заходу, південного заходу і півдня. Найбільш інтенсивна відлига, значні опади, ожеледиці і завірюхи спостерігаються при виході південних і південно-західних циклонів, що приносять в теплих секторах морське тропічне повітря з Середземного моря. Західні і північно-західні атлантичні циклони приносять морське повітря помірних широт. В цілому погода зимового сезону відрізняється великою кількістю похмурих днів, частими опадами, туманами, ожеледдю.

Перехід до весняного сезону характеризується підвищенням ролі радіаційного чинника і посиленням впливу підстильної поверхні. Процеси адвекції слабшають у міру зменшення температурних контрастів між морем і суходолом. За умовами циркуляції початок весни пов'язаний з ослабленням північно-східних і східних дій і посиленням західних.

Атмосферні процеси весняного сезону характеризуються посиленням Азорського антициклону. Його відроги і окремі ядра виходять на Європейський континент, поступово поширюються на схід. Над Україною вони представлені відрогами, що тягнуться із заходу. Ці процеси обумовлюють теплу сонячну погоду без опадів.

Восени атмосферні процеси поступово переходять від зимових до літніх. Отже, і погодні умови, особливо в першу половину весни, відрізняються великою різноманітністю, мінливістю. Весна характеризується різкими переходами від потеплінь до похолодань, від сухої погоди до дощової.

Літній сезон характеризується високою інтенсивністю сонячної радіації і слабкою адвекцією. На формування літніх циркуляційних процесів максимальний вплив має земна поверхня. Обширні рівнини, особливо південні степові райони, сприяють інтенсивній трансформації повітря. Процес трансформації накладає відбиток на циркуляційні процеси літнього сезону.

Для баричного поля у зв'язку з цим характерні слабо розвинені розмиті області підвищеного і зниженого тисків. Невеликі циклонічні збурення утворюються під впливом орографії і термічних особливостей земної поверхні. Ядра високого тиску є окремими утвореннями Азорського антициклону або виникають над внутрішніми морями при спільній дії орографії і термічних умов поверхні морів.

Значно розвивається Азорський антициклон, що поступово поширюється на схід. При цьому через Британські острови і Біскайську затоку на Європейський континент виходять антициклони азорського походження, що

просуваються потім на схід. За умовами циркуляції цей процес і характеризує початок літнього сезону. В результаті над південними районами Західної Європи і півднем європейської частини України утворюється широка смуга підвищеного тиску, особливо добре виражена влітку. Найчастіше вона представлена відрогами, що тягнуться із заходу, від стаціонарних антициклонів над Центральною Європою. При таких процесах на території України тривалий час стримується суха погода з інтенсивним підвищенням температури [6].

Таким чином, літній сезон південно-західної частини України, особливо його друга половина, відрізняється переважанням зон підвищеного тиску з антициклонічною погодою без опадів.

Області низького тиску літом представлені переважно слабо вираженими циклонами і улоговинами, що переміщуються із заходу і північ. При русі через Україну з північного заходу на південний схід баричних улоговин з холодними фронтами часто спостерігаються зливи, що супроводжуються грозами і градом.

В цілому погодні умови літнього сезону відрізняються значним підвищенням температури за рахунок прогрівання земної поверхні, великою повторюваністю ясних днів, рідкими туманами, збільшенням кількості опадів і активною грозовою діяльністю.

За багатолітніми даними, літні процеси тривають до середини серпня, потім характер циркуляції різко змінюється.

Протягом осіннього сезону вплив Азорського антициклону повністю припиняється. Замість нього в жовтні-листопаді починає розвиватися Сибірський антициклон. Одночасно (у другу половину осені) унаслідок збільшення контрастів температури між суходолом і морем посилюється циклонічна діяльність. Зростає повторюваність південних західних циклонів. У зв'язку з частішими вторгненнями холодного арктичного повітря в листопаді

на більшій частині України температура повітря переходить через 0 °С, починаються морози. На фронтальних розділах одночасно з дощем випадає сніг.

Роль підстильної поверхні у формуванні клімату

Підстильна поверхня, поряд із сонячною радіацією та циркуляцією атмосфери, є важливим кліматоутворюючі фактори. За розмірами, структурою, типами, фізичними і іншими властивостями вона впливає на формування глобального, регіонального клімату та мікроклімату [8,10].

На Землі є два основні види підстильної поверхні: вода і суходол, які мають різні фізичні властивості (теплоємність, теплопровідність, особливості поглинання сонячної радіації, альbedo та ін.) та формують морський і континентальний типи клімату. Вплив морського клімату, завдяки західному переносу, поширюється далеко вглиб суходолу, тому континентальність клімату на сході України більша ніж на заході. Водна поверхня і особливо суходол мають різноманітні особливості будови, які впливають на складові радіаційного та теплового балансу, циркуляцію атмосфери і формують клімат певної території. В океанах є теплі та холодні течії, мілководні ділянки. На суходолі на формування клімату також впливає рельєф, моря, внутрішні води, ґрунтовий та рослинний покрив, а взимку ще й сніговий покрив [6].

На півдні України розташована Причорноморська низовина з абсолютними відмітками на півночі до 120-150 м та 2-10 м на півдні з плоскою рівнинною поверхнею. Характерними елементами рельєфу є безстічні замкнуті зниження поди та еолові піщані горби – кучугури. Через Перекопський перешийок вона переходить у Північно-Кримську рівнину. Річкові долини на півночі досягають глибини 50-80 м, на півдні — 10-5 м. Вододіли річок плоскі, а їх береги порізані ярами та балками.

Водні об'єкти по-різному впливають на метеорологічний режим території. Виявлено підвищення відносної вологості повітря у районі їх розташування: на 4-10 % до висоти 1 км лише у прибережній смузі, а в районі моря – на 16-20 %. Це збільшення поширюється на відстань до 20-30 км. Водойма площею 20 км² сприяє зниженню температури повітря у жаркі дні у смузі завширшки до 200-400 м на 2-4°C на висоті 150 см і збільшенню вологості повітря на 15-20 %. Вплив невеликих природних та штучних водойм помітний ще у вузькій смузі. Великі водосховища та озера збільшують тривалість безморозного періоду на узбережжі на 2-3 тижні. Найбільше впливають водосховища на вітер - спостерігається збільшення швидкості вітру над ними та на узбережжі на кілька десятків відсотків. Вдень на узбережжі помітні бризи. Водна поверхня сприяє збільшенню стійкості стратифікації атмосфери. Масштаби цього впливу визначаються її площею [6].

Мікрокліматичні особливості південно-західної частини України

Серед несприятливих кліматичних явищ для Одещини характерні суховії (гарячі вітри) та пилові бурі (повторюваність – 3-8 днів на рік), грози (20-26 днів), град (2 дні), посухи, на морському узбережжі - тумани (20-30 днів на рік) в основному в холодну половину року. Заметілі відбуваються рідко (грудень – лютий) – 10 днів на півночі області, 5 – у центральній її частині, на півдні вони вкрай рідкі; ожеледь – від 20 днів на півночі до 5 на півдні [8].

Початком зими вважається перехід середньодобової температури повітря через 0 °С. На півночі області цей перехід здійснюється з 25 листопада по 1 грудня, у центральній частині з 28 листопада по 9 грудня і у південній з 12 по 9 грудня. Продовжується зима в північній частині 95-107 днів, в центральній 86-100 днів, у південній – 60-70 днів. Суворі зими з тривалими і сильними морозами чергуються з помірно теплими чи дуже м'якими зимами, з короткочасними зниженнями температури нижче 0 °С. Помірно теплі зими бувають частіше, ніж суворі чи м'які. При надходженні на територію області

повітря із Середземного моря спостерігаються відлиги, коли температура повітря може підвищуватися до 13-22 °С тепла. Середні дати останнього морозу на півночі області 21 квітня – 1 травня, у центральних районах 15 квітня і на півдні 5-8 квітня.

Часом настання весни вважається стійкий перехід температури повітря через 0 °С. Перехід середньодобової температури повітря через 10 °С навесні здійснюється в північних і центральних районах 19-24 квітня, у південних 12-19 квітня. Останні весняні заморозки в повітрі відзначені в північних районах у період 5-24 травня, у центральних 5-12 травня, у південних 27-30 квітня; на поверхні ґрунту на півночі області 25-27 травня, у центральних 11-23 травня, у південних 8-15 травня.

Влітку, коли на Чорне море і південь Європи поширюється відріг Азорського антициклону, переважають тривалі періоди спокійної ясної сухої погоди. Мінливість температури повітря в літні місяці значно менше, ніж взимку. Найвища температура буває в липні, серпні і на півночі області складає 37-38 °С, у центральних районах 38-39 °С, на півдні 38-41 °С.

За початок осіннього сезону прийнято вважати час стійкого переходу температури повітря через 15 °С. За середніми багаторічними даними – це друга, третя декада вересня.

Найбільш ранні заморозки на поверхні ґрунту в північній половині області бувають 8-14 вересня, на півдні області 17-22 вересня. Інтенсивність перших осінніх заморозків складає від 0,1 до 3,8 °С морозу. Перші заморозки в повітрі можуть бути в період з 24 по 28 вересня з інтенсивністю 0,4-2,0 °С морозу.

Повторюваність помірних та слабопосушливих вегетаційних періодів в області значно більша, ніж вологих та дуже посушливих. З середини осені починається період облогових опадів, характерних для всього холодного півріччя. Найменше опадів випадає в лютому. Кількість днів з опадами за рік становить по області від 204 мм – на півночі і у центральній частині до 260 мм – на півдні. Середньорічна сума опадів змінюється в межах області від 610 мм

на півночі до 405 мм - на південному сході (південна частина Комінтернівського району). Середньорічна кількість опадів по Одеській області складає 490 мм. Найбільш тривалі опади взимку. Більша частина опадів припадає на теплу пору року і часто випадає у вигляді злив. Відносна вологість повітря становить 85-86 % взимку та 62-63 % влітку. На морському узбережжі ці показники помірно вищі: 88-90 % взимку та 76-78 % влітку.

Сніжний покрив в другій декаді грудня, у Болграді в третій декаді. На півдні області більшість зим бувають безсніжними. Сходить сніжний покрив у північній половині області на початку березня, у південній - у другій половині лютого. У дуже м'які зими стійкий сніжний покрив не утворюється.

Найбільше число днів з ожеледдю відзначається на півночі області, але інтенсивність ожеледних відкладень у цілому невелика.

Протягом року буває 36-38 днів з туманом, що спостерігається в основному в холодну половину року. Найчастіше тумани спостерігаються в північній половині області.

Грози спостерігаються переважно в теплу половину року, найчастіше у червні та липні.

Заметілі спостерігаються, в основному, на півночі області. В окремі роки повторюваність заметілей може різко відрізнятись від середніх значень. Заметілі спостерігаються в основному з грудня по березень. Вони бувають, хоча і зрідка, у листопаді і вкрай рідко в квітні.

Середня швидкість вітру по області невелика: у січні її величина змінюється від 4 м/с на півночі до 6 м/с на півдні, у липні – від 2 м/с до 4 м/с. Середня місячна швидкість вітру в області складає 4-5 м/с. Вітер швидкістю 15 м/с і більше найчастіше спостерігається в холодну половину року [6].

3 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОПАДІВ

3.1 Основні кліматичні характеристики опадів

Опади – це всі можливі форми води, що падають з неба на поверхню Землі. Для утворення будь-яких опадів потрібна конденсація водяної пари. Таким чином, коли краплі хмарної води стають занадто великими і, отже, занадто важкими, вони переносяться силою тяжіння і рано чи пізно випадають на Землю.

Опади характеризуються трьома основними параметрами: їх обсягом, інтенсивністю та частотою, які змінюються залежно від місць і періодів (днів, місяців або років).

В основному бувають два види опадів:

- стратиформні опади, які мають низьку інтенсивність, але тривають довго, оскільки хмари займають велику площу. Вони виникають при проходженні западин, які пов'язані з шаристими хмарами.
- конвективні опади (або зливи), які тривають недовго, але мають високу інтенсивність. Ці опади утворюються внаслідок «конвективної нестійкості повітря», пов'язаної з утворенням купчастих або купчасто-дощових хмар (грозових хмар).

Повітря, як і всяке тіло, завжди має температуру, відмінну від абсолютного нуля. Температура повітря у кожній точці атмосфери безперервно змінюється зі зміною часу. Крім того, у різних місцях Землі, одночасно вона також різна. У земній поверхні температура повітря змінюється в широких межах: найвище значення температури в тропічних пустелях – близько 60 °С, а найнижче значення температури повітря, що спостерігалось на радянській станції Схід в Антарктиді, мінус 89,3 °С. Таким

чином, розмах значень температури у земній поверхні на земній кулі дорівнює 150 °С.

Залежно від температури повітря опади можуть випадати в трьох формах: - Рідина: дощ; - Морозний дощ, морозець; - Тверда: сніг, мокрий сніг та град.

Для вирішення поставлених у кваліфікаційної роботі завдань використовувалися дані про місячні суми опадів в районі північного Причорномор'я на станціях Любашівка, Ізмаїл, Болград, Вилково, Раздільна за період з 1953 по 2009 роки. На їх основі сформовані ряди сум опадів різного часового розв'язання: за рік, півріччя та сезони.

Зазначимо, що в деяких вихідних рядах були відсутні дані спостережень, що ускладнює аналіз часового розподілу кількості опадів. Для відбудови цих даних і складання неперервного часового ряду в роботі використано метод аналізу кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами. Це, по-перше, дозволило побудувати рівняння регресії, які відбивають зв'язок між кількістю опадів окремих станцій території, що досліджується, а по-друге, встановити вираз для трендової складової процесу змін режиму опадів.

При дослідженні режиму опадів слід приймати до уваги, що в рядах спостережень за опадами, принаймні, два рази відбулося велике масове порушення однорідності. Перше порушення відноситься до 1930-х років, коли станції переносилися на відкрите місце, репрезентативне для більшої частини метеорологічних величин, але не для опадів, особливо твердих. Друге порушення визначено тим, що в 1952-1954 роках, на мережі станції перейшли до нового приладу – опадоміру із захистом Третьякова, який замінив дощомір із захистом Ніфера.

Перше порушення усунуто під час створення кліматичних довідників методом побудови кореляційних графіків на сусідніх станціях (переносної і реперної). Для усунення другого порушення були визначені поправки на підставі ряду паралельних спостережень по дощоміру і опадоміру. Вони залежать від виду опадів, типу захищеності місця розташування встановлення

приладу, швидкості вітру і мають фізико-географічну диференціацію. З урахуванням перерахованих факторів для окремих регіонів були розраховані поправочні коефіцієнти, які представлені у додатку до довідника «Атмосферні опади». Коефіцієнти відносяться тільки до твердих опадів, а змішані опади виправляються на половину його значення.

Введення опадоміру зменшило, але не усунуло, недооблік опадів і тому було розроблено ще декілька видів поправок до вимірюваних опадоміром опадів. Це вітровий коефіцієнт і хуртовина поправка, правка «на змочування» і поправка «на випаровування». Використаний в роботі матеріал в основному виправлений з урахуванням всіх розглянутих поправок.

В кваліфікаційної роботі викладено результати оцінки змін у режимі опадів, проведених на основі кліматологічних і статистичних методів з використанням даних кількості опадів різного часового розв'язання (рік, півріччя, сезони, місяці) за період більш ніж 50 років (1953-2009 рр.) на станціях північного Причорномор'я.

3.2 Методи визначення основних статистичних показників

Задача статистичного аналізу часового ряду складається з того, щоб зрозуміти основні його властивості, а саме мінливість і характеристики його періодичних і неперіодичних коливань. Знання цих властивостей допомагає розв'язати основну задачу - передбачити поведінку часового ряду, що важливо при дослідженні характеру зміни клімату і окремих його складових.

Дослідження часової мінливості кількості опадів різного часового розрішення потребує оцінку основних статистичних характеристик їх розподілу

У процесі кліматологічної обробки вдається отримати надійні характеристики генеральної сукупності на основі вибіркового даних. Якщо

вибірка досить велика, то характеристики її стійкі, тобто не змінюються при перерахунку по ряду, до якого додається ще кілька років. При вирішенні конкретних завдань, пов'язаних з описом метеорологічного режиму, зазвичай використовують такі статистичні характеристики процесів [7]:

1) повторюваність і емпіричну функцію розподілу значень метеовеличин;

2) числові характеристики розподілів, перш за все чотири центральні моменти

3) екстремальні характеристики метеорологічних величин і явищ.

З огляду на те, що статистичні характеристики окремих метеорологічних величин і метеорологічних комплексів використовуються для опису клімату та його можливих змін, їх прийнято називати кліматичними показниками. Статистичні характеристики можна оцінити за допомогою методів моментів. Розрізняють початкові (ν), центральні (μ) і основні моменти (r).

На практиці використовують тільки моменти перших чотирьох порядків. Найбільше з них використовують ν_1 , μ_2 , r_3 і r_4 , так як вони однозначно пов'язані з основними кліматичними показниками.

Перш за все, цікавлять *початковий момент першого ступеню*, який визначає генеральну середню, оцінкою якої є середня арифметична вибіркового ряду (3.1); *центральний момент другого ступеню*, тобто дисперсія, яка є показником мінливості випадкової величини, що складає ряд. Її оцінка розраховується за формулою (3.2).

$$\hat{\nu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l m_i, \quad (3.1)$$

$$\hat{\mu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l m_i, \quad (3.2)$$

Основні моменти третього і четвертого ступеню дозволяють оцінити характер розподілу випадкової величин. Їх розраховують за формулою(3.3)

$$\hat{r}_l = \frac{\hat{\mu}_l}{S_x^l}, \quad (3.3)$$

При цьому $\hat{r}_3 = A_s$ (показник асиметрії), а r_4 дозволяє визначити показник ексцесу $E = \hat{r}_4 - 3$.

Про надійність оцінок і ступеня їх відповідності істинним значенням можна судити по деяких фундаментальних властивостях оцінок, серед яких основними є *незсуненість, ефективність та спроможність (умотивованість)*.

Незсуненість оцінки. Оцінка є незміщеною, якщо різниця між математичним очікуванням оцінюваної характеристики та її істинним значенням дорівнює нулю. В іншому випадку оцінка називається зміщеною. Якщо значення зсуву прагне до нуля при нескінченному зростанні обсягу вибірки, то оцінка називається асимптотично незміщеною.

Ефективність. Точність оцінки деякої характеристики можна кількісно визначити за допомогою середньоквадратичної помилки. Ця величина є середнім квадратом різниці між оцінкою і істинним значенням.

Далеко не завжди вдається задовольнити всім перерахованим вимогам. Тому в кожному конкретному випадку вибір тієї чи іншої оцінки визначається практичними міркуваннями, економічністю розрахунків, необхідною точністю і т. д.

величинами *Умотивованість* оцінки означає, що при достатньо великому обсязі вибірки відхилення оцінки від істинного значення, з якою завгодно великою ймовірністю, менше будь-якої наперед заданої величини. Таким чином, властивість спроможності характеризує поведінку оцінки при прагненні обсягу вибірки до нескінченності, тобто є асимптотичною властивістю [13].

3.3 Кореляційний метод дослідження зв'язку між випадковими

Для рішення деяких питань, що поставлені в дипломному проєкті, використовувались методи дослідження, що базуються на вивченні зв'язків, які існують між різними гідрометеорологічними величинами.

Залежність між двома випадковими величинами може бути функціональною або стохастичною [13].

Функціональною залежністю між двома випадковими величинами називається така залежність, коли можливому значенню однієї випадкової величини відповідає тільки одне значення другої.

Стохастичним називають такий зв'язок між випадковими величинами, коли змінення однієї з них приводить до змінення закону розподілу другої.

Якщо при зміні однієї з випадкових величин змінюється умовне математичне сподівання другої, то такий зв'язок між цими випадковими величинами називається кореляційним.

Кореляційну залежність можна трактувати як функціональну залежність умовного математичного сподівання однієї випадкової величини від значення другої (3.4; 3.5)

$$m_{y/x} = f(x), \quad (3.4)$$

$$\bar{y}(x) = \hat{f}(x) \quad (3.5)$$

Функцію $f(x)$ називають функцією регресії величини Y на X . Рівняння (3.5) називається рівнянням регресії. Графік цієї функції називають лінією регресії.

Кореляційні зв'язки між випадковими величинами характеризуються формою та тісністю. В дослідженні трендової складової процесу передбачалась наявність лінійного зв'язку, яку можна надати - лінійним рівнянням регресії (3.6)

$$\bar{y}(x) = ax + b \quad (3.6)$$

де a і b - коефіцієнти регресії.

Кореляційний лінійний зв'язок може бути прямим і оберненим. Якщо при збільшенні однієї випадкової величини відбувається збільшення другої, то такий зв'язок називають прямим. Коли збільшенню однієї випадкової величини відповідає зменшення другої, то це свідчить про обернений зв'язок між цими випадковими величинами.

Уявлення про тісноту та форму кореляційного зв'язку між величинами X і Y можна отримати, побудувавши відповідний кореляційний графік на площині в координатах (x, y) . Якщо точки (x_i, y_i) тісно групуються біля деякої усередненої лінії, то це свідчить про те, що кореляційний зв'язок є тісним. Чим більшим є розкид точок на графіку, тим слабшим є кореляційний зв'язок. Але таке уявлення про тісноту кореляційного зв'язку є якісним. Для уявлення про кількісну міру тісноти кореляційного

зв'язку використовують кореляційне відношення. У випадку, якщо має місце лінійна залежність для оцінки тісноти зв'язку використовується коефіцієнт кореляції r_{xy} .

На основі статистичних сукупностей коефіцієнта кореляції можна визначити за формулою (3.7)

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot S_x \cdot S_y} \quad (3.7)$$

Він може приймати значення із множини (3.8)

$$-1 \leq r_{xy} \leq 1. \quad (3.8)$$

Додатні значення коефіцієнта кореляції ($r_{xy} > 0$) позначають наявність прямого лінійного зв'язку між випадковими величинами X і Y , від'ємні його значення ($r_{xy} < 0$) – обернений лінійний зв'язок між ними. Чим більшим є модуль коефіцієнта кореляції $|r_{xy}|$, тим більш тісним є лінійний кореляційний зв'язок між випадковими величинами, і навпаки. Якщо $r_{xy} = 0$, то це означає, що лінійний кореляційний зв'язок між величинами X і Y – відсутній. Іншими словами, коефіцієнта кореляції характеризує ступінь наближення кореляційного зв'язку між випадковими величинами X і Y до лінійної функціональної залежності.

Для побудови рівняння регресії, яке з заданою ймовірністю описувало кореляційну залежність між випадковими величинами, що розглядаються, необхідно оцінити статистичну значущість r_{xy} .

Приймаючи до уваги, що генеральний коефіцієнт кореляції ρ_{xy} підпорядковується нормальному закону розподілу, для визначення статистичної його оцінки r_{xy} використовується критерій Стьюдента t . Є два шляхи виконання цієї роботи в залежності від об'єкту n вихідних вибірок. При наявності ($n < 50$), що спостерігається в нашій роботі, використовувався наступний порядок перевірки.

Зміст H_0 гіпотези полягав в тому, що коефіцієнт кореляції є статистично незначущим ($\rho_{xy} = 0$) альтернативна гіпотеза H_1 зводилась до того, що він статистично значущий ($\rho_{xy} \neq 0$).

Розраховували критерій Стьюдента за формулою (3.9)

$$t = \frac{|r_{xy}|}{\sigma_r} \quad (3.9)$$

$$\sigma_r = \frac{1 - r_{xy}^2}{\sqrt{n-1}} \quad (3.10)$$

де (3.10) порівнюємо його значення з $t > t_{кр}(\alpha, \nu)$ знаходимо за таблиця розподілу критерія Стьюдента на основі $\alpha = 0.05$, а $\nu = n-1$.

В нашому випадку (при $n > 50$) $t_{кр}=2.0$ і для всіх рядів він був значно меншим за t , що розраховується за вибірками, тобто $t > t_{кр}(\alpha, \nu)$. Це дозволило відхилити нульову гіпотезу про значущість r_{xy} і прийняти альтернативну гіпотезу про його статистичну значущість. Цей висновок дозволив перейти до побудови рівнянь лінійної регресії.

Рівняння лінійної регресії виду

$$m_{y/x} = \alpha x + \beta \quad (3.11)$$

дозволяє побудувати на основі статистичних сукупностей його регресійну модель. Причому, коефіцієнти регресії a і b є статистичними оцінками коефіцієнтів генерального рівняння регресії: $\hat{\alpha} = a$ і $\hat{\beta} = b$.

Ці оцінки можна знайти за допомогою метода найменших квадратів.

Визначені таким чином формули для розрахунку коефіцієнтів лінійного рівняння регресії мають вигляд:

$$a = r_{xy} \frac{S_y}{S_x} \quad (3.12)$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}. \quad (3.13)$$

Перевірка гіпотези про статистичну значущість здобутих коефіцієнтів a і b дає змогу отримати відповідь щодо вірогідності побудованої лінійної регресійної моделі.

Гіпотези про статистичну значущість коефіцієнтів побудованої моделі лінійної регресії перевіряють за допомогою критерію Стюдента, аналогічно тому, як це проводилося для коефіцієнта кореляції. (3.14), (3.15).

$$t = \frac{|a|}{\sigma_a}, \quad (3.14)$$

$$t = \frac{|b|}{\sigma_b}. \quad (3.15)$$

Стандартні відхилення коефіцієнтів регресії σ_a і σ_b дорівнюють:

$$\sigma_a = \frac{S_y}{S_x \sqrt{n}}, \quad (3.16)$$

$$\sigma_b = \frac{S_y}{\sqrt{n}} \left[1 + \frac{1}{C_{V_x}^2} \right]^{1/2}, \quad (3.17)$$

$$\text{де } C_{V_x} = \frac{S_x}{|\bar{x}|} \text{ – коефіцієнт варіації.} \quad (3.18)$$

Висновок про статистичну значущість того чи іншого коефіцієнта регресії роблять у тому випадку, коли виявляється, що $t < t_{кр}(\alpha, \nu)$. У протилежному випадку, тобто, якщо $t > t_{кр}(\alpha, \nu)$, відповідний коефіцієнт регресії на рівні значущості α є статистично значущим. А це дає підстави виразити кореляційний зв'язок між двома випадковими величинами X та Y лінійним рівнянням регресії $\bar{y}(x) = ax + b$.

Таким чином, задача дослідника полягає у тому, щоб здобути рівняння регресії, яке б з заданою ймовірністю описувало кореляційну залежність між випадковими величинами, що розглядаються. І починати дослідження треба з побудови кореляційного графіка [13].

4. ОЦІНКА ЧАСОВОЇ СТРУКТУРИ РЯДІВ ОПАДІВ РІЗНОГО ЧАСОВОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Для дослідження часової структури рядів опадів різного часового розв'язання необхідно знання оцінок основних статистичних характеристик їх розподілу. В роботі для проведення аналізу часової структури рядів опадів різного часового розв'язання, використовувалися дані спостережень на станціях Одеської області з 1953 по 2009 рр.

Часовий ряд – це перелік значень випадкової перемінної в залежності від часу. Зазвичай часовий інтервал між спостереженнями випадкової величини постійний. У випадках метеорологічних часових рядів цей інтервал може простиратися від малих часток секунду (для вивчення турбулентності) до тисячі років (для вивчення коливань клімату).

4.1 Аналіз часових рядів річних, сезонних та місячних сум опадів

Були проведені обчислення на основі кліматологічних і статистичних методів з використанням даних кількості опадів різного часового розв'язання (рік, сезони, місяці) за період 57 років (1953-2009 рр.) на п'ятьох станціях це Любашівка, Роздільна, Болград, Вилково, Ізмаїл. Матеріал був наданий керівництвом Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів та Дунайської гідрометеорологічної обсерваторії. Вибір ґрунтувався на їх місцях розташування.

На карті нижче (рис. 4.1) позначено 11 станцій Причорноморської зони України, з них було проаналізовано: Любашівка, Ізмаїл, Вилково, Болград та Роздільне.



Рисунок 4.1 – Карта розташування метеорологічних станцій північного Причорномор'я

Дослідження часової мінливості кількості опадів різного часового розв'язання передбачає оцінку основних статистичних характеристик їх розподілення, тобто визначення основних кліматичних показників рядів, що вивчаються.

Розраховані за даними фактичних спостережень періоду з 1953 по 2009 рр., статистичні характеристики по станції Любашівка представлені в таблиці 4.1.

Станція Любашівка найвіддаленіша від моря, середня річна кількість опадів за вказаний період дослідження склала 530.1 мм, максимальне кількість опадів за рік спостерігалось у 1978 році 754,3 мм, другий максимум спостерігався у 1966 році – 747,5 мм. Мінімальна кількість опадів за рік спостерігалась у 1975 році – 316,6 мм. Стандартне відхилення складає 111 мм и це найбільше значення, а коефіцієнт коваріації є 21% и це найменше значення.

Якщо проаналізувати отримані результати за тепле та холодне півріччя, видно, що значення теплового півріччя перевищують за всіма характеристиками. Так середня багаторічна сума (X_{cp}) за холодне і тепле півріччя дорівнює відповідно 203.9 і 326.2 мм, максимальні значення – 480,1 та 534,5 мм, мінімальні значення – 92,7 та 156,5 мм.

Протягом холодного півріччя в багаторічних місячних сумах опадів відмічається деяка різниця: найменша місячна їх кількість характерна для березня і складає 29,4мм, більш значні вони в листопаді – 42,9 мм.

В тепле півріччя найменша місячна їх кількість характерна для квітня – 36,1 мм, більш значні вони в червні – 75,9 мм (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Статистичні характеристики на станції Любашівка за період 1953-2009р.

Часове розв'язання	Статистичні характеристики (1953-2009)				
	X_{cp}	X_{min}	X_{max}	σ_x	C_v
Рік(сумма)	530.1	316.6	754.3	110.7	0.21
Хол.півріччя	203.9	92.7	480.1	71.5	0.35
Тепле півріччя	326.2	156.1	534.5	85.5	0.26
I	34.5	4.4	164.0	21.5	0.74
II	30.7	0.1	92.9	19.9	0.70
III	29.4	2.6	89.8	20.2	0.67
VI	36.1	6.8	82.6	27.2	0.56
V	49.5	0.0	158.4	32.7	0.55
VI	63.8	10.5	158.7	51.6	0.51
VII	75.9	1.3	244.4	31.6	0.68
VIII	55.0	6.9	137.0	40.4	0.58
IX	47.3	0.0	156.0	23,8	0.86
X	30.2	0.9	99.8	23.95	0.79
XI	42.9	9.4	112.9	26.4	0.61
XII	36.0	0.0	86.8	24.9	0.70

Про часову мінливість складових вихідного ряду, тобто про відхилення суми опадів кожного року відносно середньої багаторічної, дозволяє говорити

середнє квадратичне відхилення. Але за абсолютною величиною середнього квадратичного відхилення при різних середніх значеннях порівнюваних рядів зіставляють їх мінливість важко. В цьому випадку більш показовою характеристикою мінливості рядів являється коефіцієнт мінливості (C_v), який являє собою відношення значення середнього квадратичного відхилення ряду до його середнього арифметичного значення.

Як відомо для режиму опадів в цілому притаманна значна мінливість кількості опадів різного часового розрішення. Встановлено, що найбільша стійкість характерна для рядів річної кількості опадів: коефіцієнт мінливості не перевищує 21%. Досить стабільні ряди сум опадів за теплий період – 26 %. Ряди кількості опадів за холодний період вже відрізняються більшою мінливістю. Так, для холодного періоду коефіцієнт мінливості вже перевищує 35 %. Більш мінливі ряди кількості опадів за сезонами. Рядам місячних сум опадів притаманна як в теплий так і в холодний періоди ще більша мінливість, про що також свідчать значення (C_v). Так в місяці перехідних сезонів його величина може перевищувати 80%, тобто коливання кількості опадів від року до року можуть сягати величин близьких до норми. Найбільш стійкий режим опадів протягом теплого періоду в Любашівке 51-68%, в холодне півріччя – 61-79 %.

Згідно з графіком (рис. 4.2) міжрічна мінливість середніх значень кількості опадів має коливальний характер. На графіку спостерігається два максимуми: середня кількість опадів у 1966 році досягає 62,3 мм та у 1978 - 62,9 мм. Також спостерігається два мінімуми: найменша кількість опадів спостерігається у 1975 році 26,4 мм та у 1986 році – 27,5 мм.

На графіку (рис.4.3) представлено річну мінливість сумарної кількості опадів за період дослідження на станції Любашівка, а також ковзна середня та лінія тренду, яка вказує на збільшення річних сум опадів на початок ХХІ-го століття.

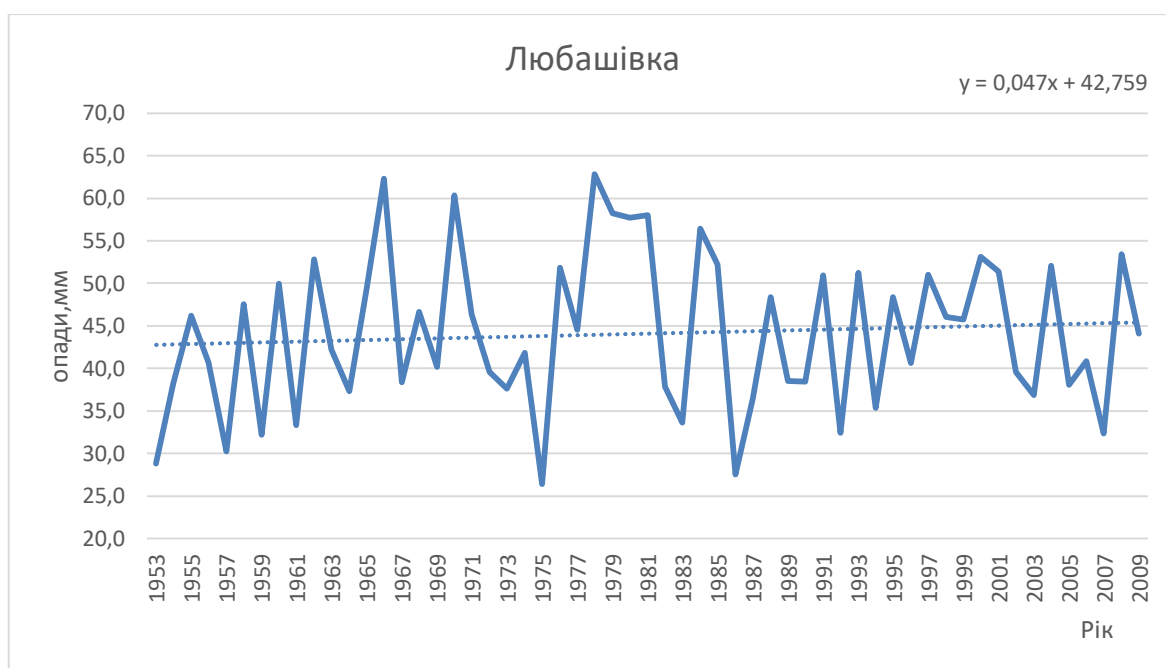


Рисунок 4.2 – Графік змін середньорічної кількості опадів на станції Любашівка за період 1953-2009р.

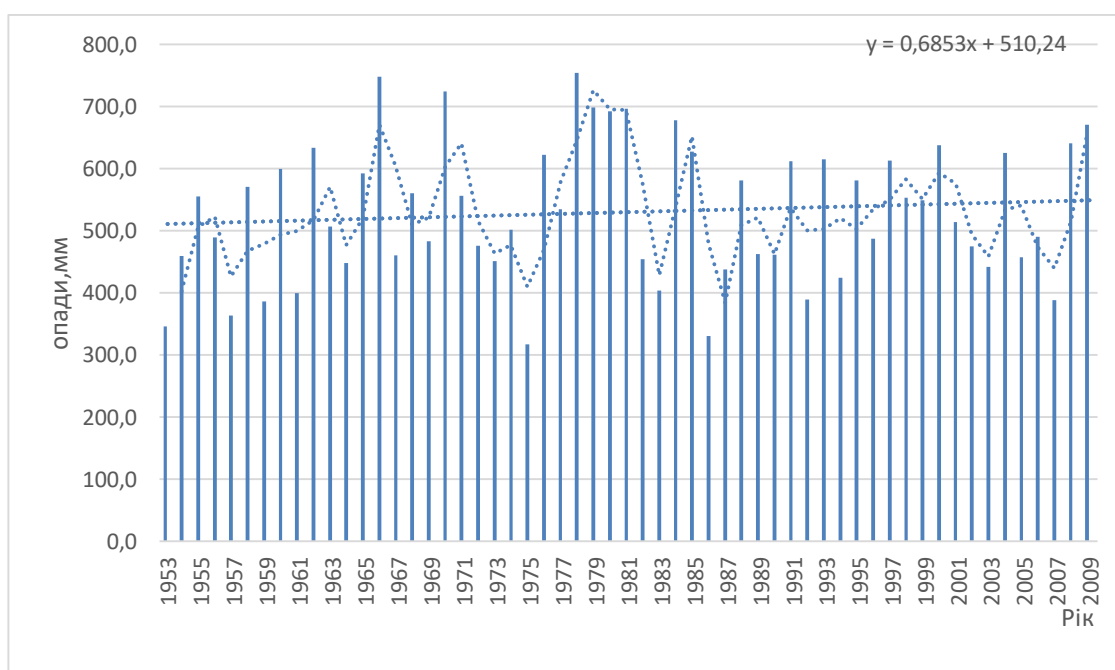


Рисунок 4.3 – Графік міжрічної мінливості сумарної кількості опадів на станції Любашівка за період 1953-2009рр.

На графіку (рис. 4.4) наочно видно, що на станції Любашівка максимально можливе кількість опадів спостерігалася у 1978 році, та максимальні значення коливаються від 50 мм до 245 мм, що стосується максимальних значень кількості опадів наприкінці ХХ-го століття, то вони менше 150 мм, а у 2007- 2009 році збільшилися до 200мм.

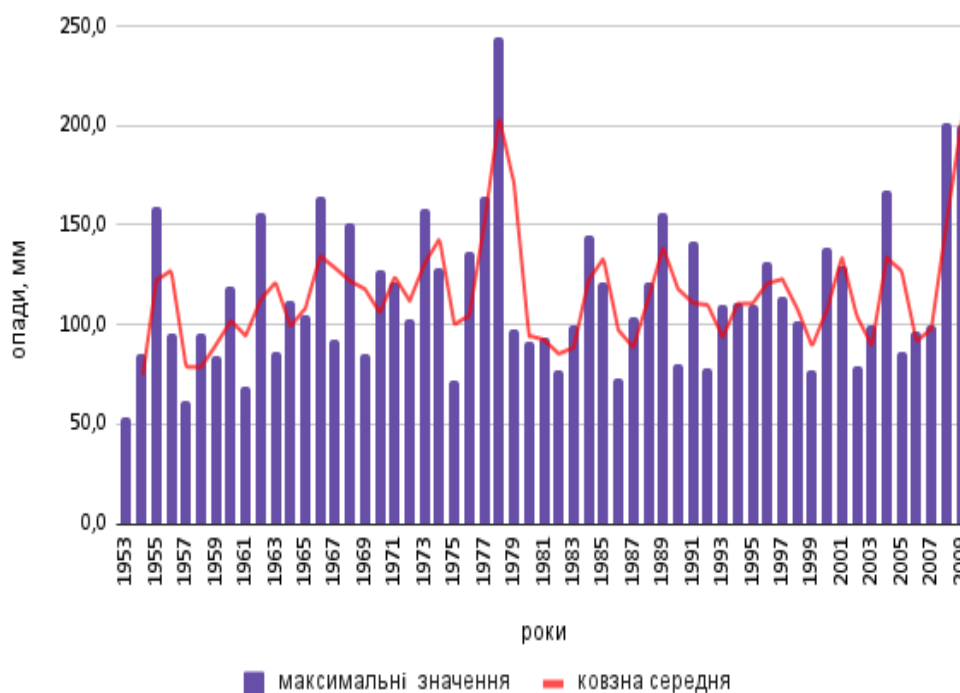


Рисунок 4.4 – Графік міжрічної мінливості максимальної кількості опадів на станції Любашівка за період 1953-2009рр.

На графіку (рис 4.5) представлені зміни мінімальної кількості опадів на станції Любашівка за період 1953-2009 рр. Можна бачити, що мінімальні значення коливаються від 00 мм до 35 мм, и в окремі місяці опадів зовсім не було.

На графіку (рис. 4.6) добре можна бачити, що на станції Любацівка в окремі роки у лютому, травні, вересні та грудні були відсутні опади.

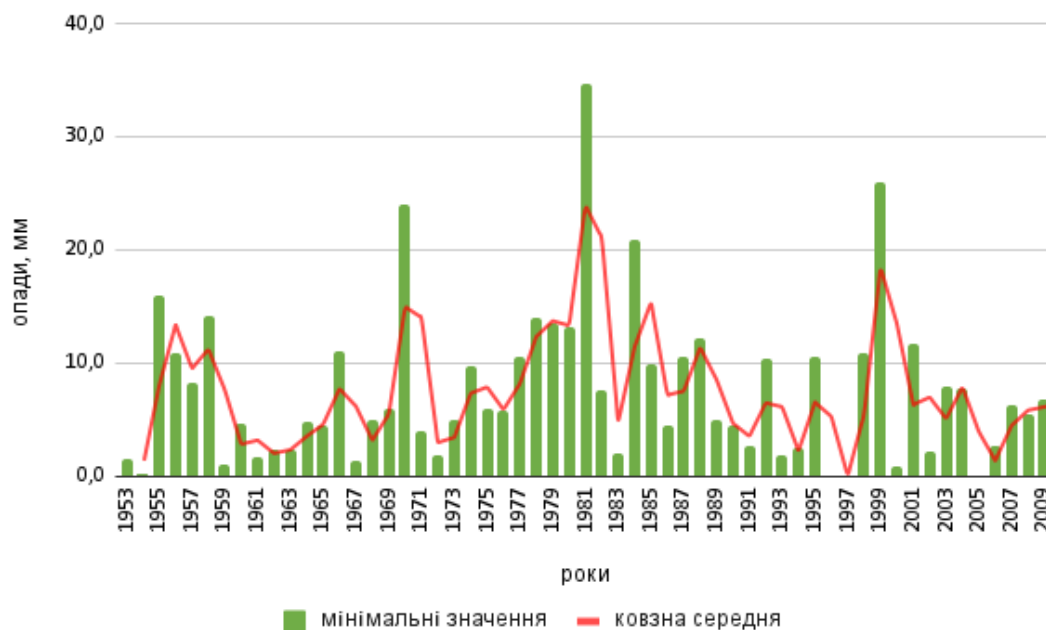


Рисунок 4.5 – Графік міжрічної мінливості мінімальної кількості опадів на станції Любашівка за період 1953-2009рр.



Рисунок 4.6 – Графік мінімальної кількості опадів на станції Любашівка протягом року за період 1953-2009рр.

Графік (рис. 4.7) показує, що найбільша кількість опадів найімовірніше може бути в січні, травні, червні, липні та вересні.

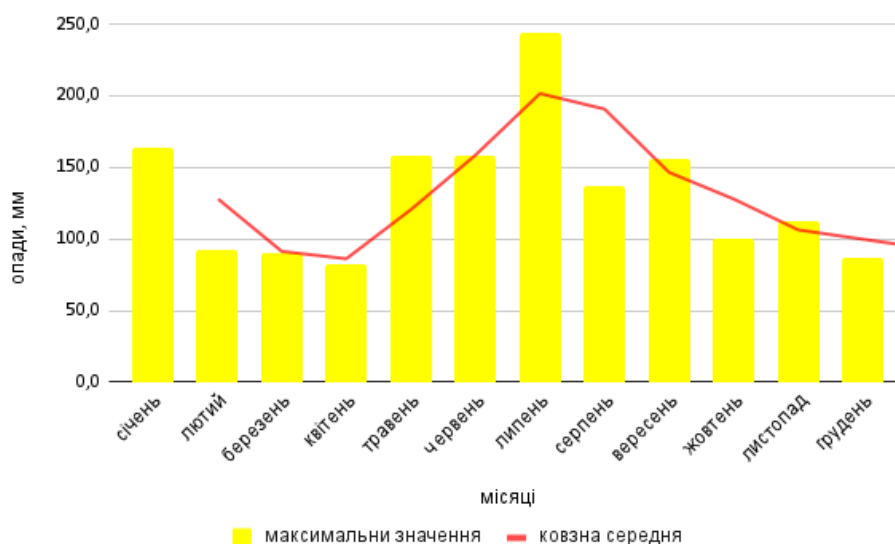


Рисунок 4.7 – Графік максимальної кількості опадів на станції Любашівка протягом року за період 1953-2009рр.

Станції Ізмаїл та Вилково знаходяться у прибережній зоні, тому досить важливо провести порівняльний аналіз з даними значення кількості опадів на станціях, розташованих в інших кліматичних районах.

Основні статистичні характеристики цих станцій представлені у таблиці 4.2 – Ізмаїл та у таблиці 4.3 – Вилково.

За рік середньорічна кількість опадів (X_{cp}) складає в Ізмаїлі 462,6 мм (табл. 4.2) та у Вилково – 419,0 мм (табл.4.3), що значно менше, чим в Ізмаїлі.

Екстремальні значення відрізняються незначно, так максимальна кількість опадів, яка випадає за рік в Ізмаїлі складає 792,1 мм, у Вилково – 827,0 мм, мінімальні значення кількості опадів в Ізмаїлі – 236,3 мм, у Вилково – 234,7 мм.

Проаналізуючи характеристики кількості опадів у теплий та холодний період на станції Ізмаїл, видно явне переважання кількості опадів теплового періоду над кількістю опадів над холодним періодом. Середні значення кількості опадів відрізняються майже на 70 мм, а мінімальні значення и зовсім на 90мм и тільки максимальні відрізняються незначно – 30мм.

Таблиця 4.2 – Статистичні характеристики на станції Ізмаїл за період 1953-2009р.

Часове розв'язання	Статистичні характеристики (1953-2009)				
	X_{cp}	X_{min}	X_{max}	σ_x	C_v
Рік	462.6	236.3	792.1	108.0	0.23
Хол.півріччя	195.0	51.3	420.6	70.2	0.36
Тепле півріччя	267.6	137.4	450.5	75.3	0.28
I	30.7	1.3	165.1	24.9	0.81
II	32.7	3.4	111.5	26.2	0.80
III	31.1	0.1	97.3	23.9	0.76
IV	35.1	1.3	137.0	22.6	0.64
V	45.5	4.6	121.1	28.5	0.62
VI	56.5	5.3	145.9	30.2	0.53
VII	51.6	0.6	178.7	38.0	0.73
VIII	35.8	4.0	103.6	25.3	0.70
IX	43.7	1.5	175.2	41.6	0.95
X	26.7	0.8	85.7	18.7	0.70
XI	39.3	2.0	121.8	30.0	0.76
XII	37.4	0.0	148.5	28.6	0.76

Якщо аналізувати середньомісячні значення кількості опадів на станції Ізмаїл, то найбільше середньомісячні значення за період дослідження спостерігаються в червні та липні – 56,5 мм та 51,6 мм відповідно. Максимальна кількість опадів може спостерігатися як в липні – 178,7 мм, так і в вересні – 175,2 мм.

Встановлено, що найбільша стійкість характерна для рядів річної кількості опадів: коефіцієнт мінливості не перевищує 23%. Досить стабільні ряди сум опадів за теплий період – 28 %. Ряди кількості опадів за холодний період вже відрізняються більшою мінливістю. Так, для холодного періоду коефіцієнт мінливості вже перевищує 36 %. Більш мінливі ряди кількості опадів за сезонами та за місяцями.

Згідно з графіком (рис. 4.8) міжрічна мінливість середніх значень кількості опадів має коливальний характер. На графіку спостерігається два

максимуми: середня кількість опадів у 1966 році досягає 66,0 мм та у 1997 значно менше - 54,7 мм. Також спостерігається два мінімуми: найменша кількість опадів спостерігається у 1982 році 26,1 мм та у 1994 році – 21,8 мм. Це все значення вказують на те, що на станції Ізмаїл середньорічне кількість опадів зменшилось з середині ХХ-го до початку ХХІ-го століття. Трендова складова також маєте низхідний нахил праворуч.

На графіку (рис.4.9) представлено річну мінливість сумарної кількості опадів за період дослідження на станції Ізмаїл, а також ковзна середня за два періоди та лінія тренду, яка вказує також на зменшення річних сум опадів на початок ХХІ-го століття.

На графіку (рис.4.10) наочно видно як розподіляються суми кількості опадів між річним, холодним та теплим періодами.

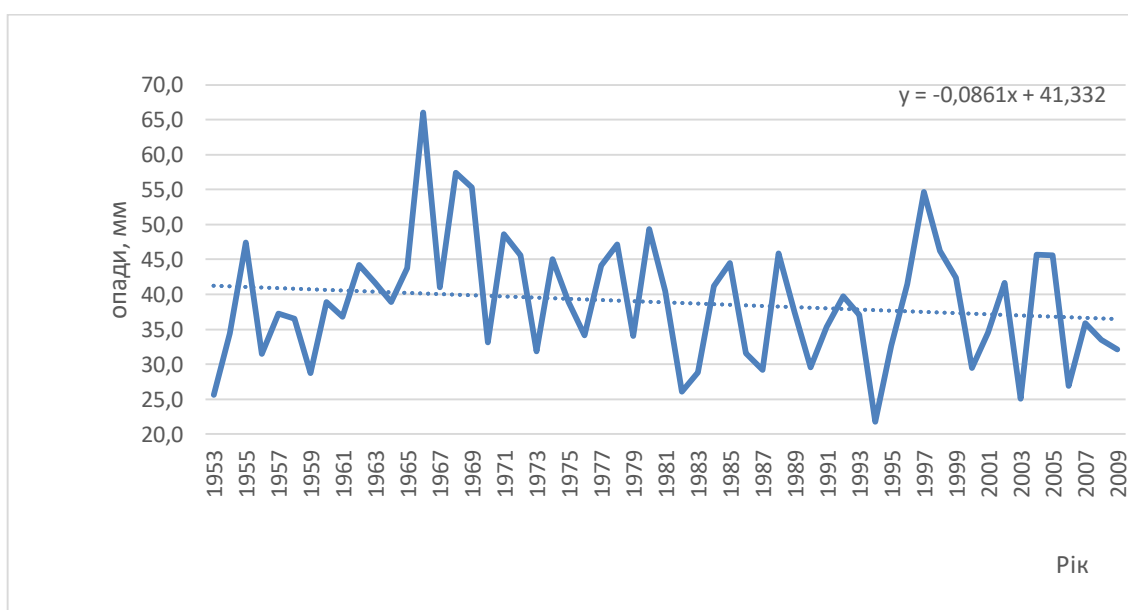


Рисунок 4.8 – Графік змін середньорічної кількості опадів на станції Ізмаїл за період 1953-2009рр.

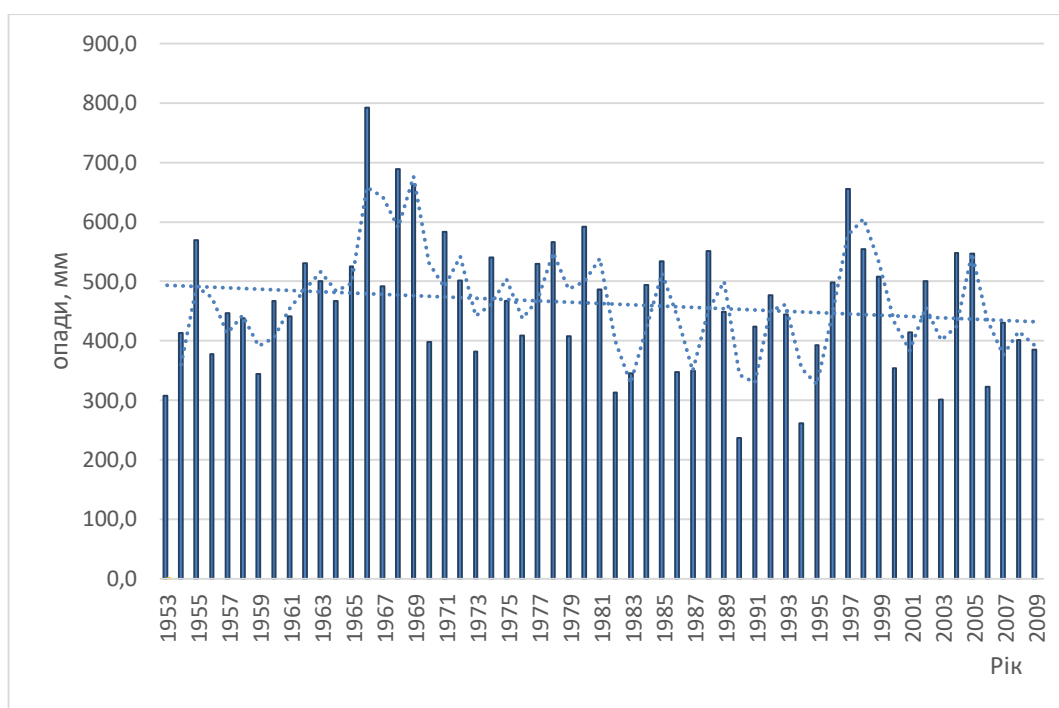


Рисунок 4.9 – Графік міжрічної мінливості сумарної кількості опадів на станції Ізмаїл за період 1953-2009рр.

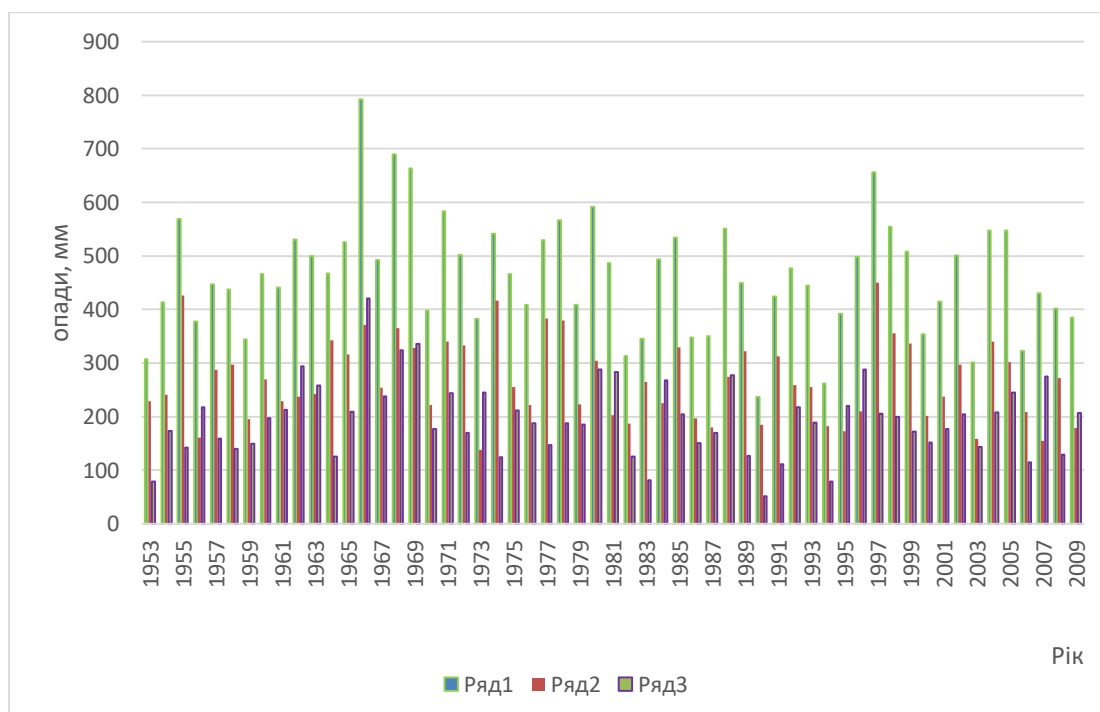


Рисунок 4.10 – Графік міжрічної мінливості сумарної кількості опадів за рік, тепле и холодне періоди на станції Ізмаїл за період 1953-2009рр.

На графіку (рис. 4.11) добре можна бачити, що на станції Ізмаїл в окремі роки у березні та грудні були відсутні опади.

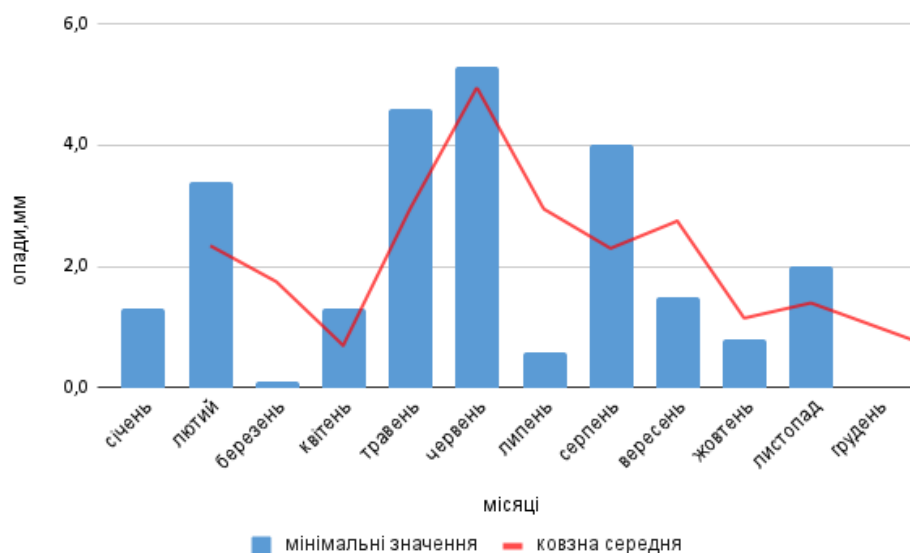


Рисунок 4.11 – Графік змін мінімальної кількості опадів на станції Ізмаїл за період 1953-2009рр.

Графік (рис. 4.12) показує, що найбільша кількість опадів найімовірніше може бути в січні, червні, липні, вересні та грудні.

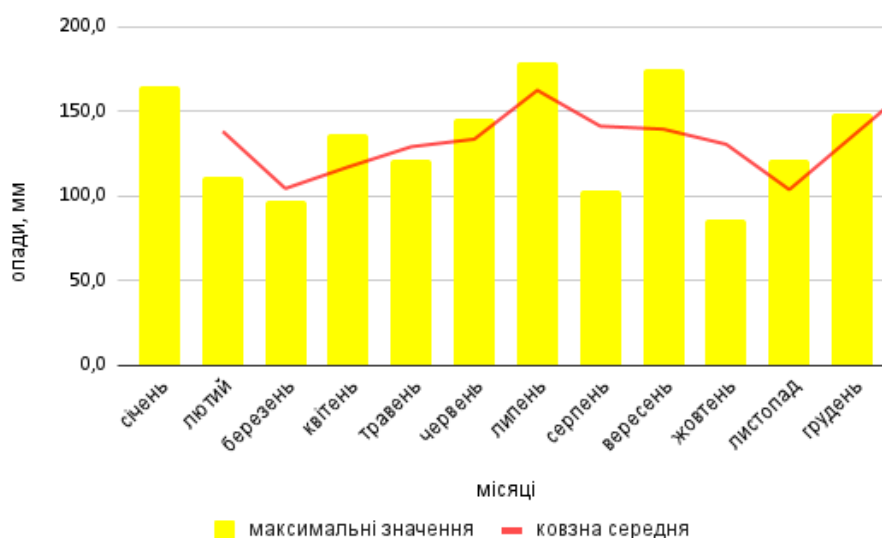


Рисунок 4.12 – Графік змін максимальної кількості опадів на станції Ізмаїл за період 1953-2009рр.

Основні статистичні характеристики на станції Вилково представлені у таблиці 4.3. Так само як і на станції Ізмаїл, кількість опадів за теплий період перевищує кількість опадів у холодний період, але не так значно відрізняються усі значення теплового та холодного періодів.

Якщо мінливість кількості опадів за рік та за теплий та холодний періоди має більш стабільний характер ($C_v = 24-34\%$), то мінливість в окремі місяці є досить високою ($C_v = 55-88\%$), а у серпні так и максимальна ($C_v = 100\%$),

Таблиця 4.3 – Статистичні характеристики на станції Вилково за період 1953-2009р.

Часове розв'язання	Статистичні характеристики (1953-2009)				
	X_{cp}	X_{min}	X_{max}	σ_x	C_v
Рік	419,0	234,7	827,0	110,1	0,24
Хол. півріччя	210.0	54.9	433.2	71.23	0.34
Тепле півріччя	243.7	88.4	449.0	75.7	0.31
I	36.7	2.7	153.2	27.75	0.75
II	38.3	1.4	141.7	32.4	0.84
III	30.4	0.0	128.6	25.5	0.83
IV	33.2	2.1	118.2	23.10	0.69
V	39.7	0.5	107.7	24.94	0.62
VI	43.7	3.3	98.8	24.53	0.55
VII	42.1	0.7	102.4	25.86	0.62
VIII	39.0	0.8	160.7	40.70	1.00
IX	48.0	1.0	154.7	40.99	0.88
X	25.7	1.5	65.7	18.08	0.69
XI	42.6	4.0	110.4	31.04	0.72
XII	37.6	0.2	136.4	27.31	0.73

Згідно з графіком (рис. 4.13), середня кількість опадів у 1966 році на станції Вилково досягає 68,9 мм та 60,7мм у 1980, найменша кількість опадів спостерігається у 2009 році - 21,2 мм. Згідно лінії тренду на початку XXI-го століття можна побачити різке зниження середньої кількості опадів.

На графіку (рис.4.14) представлено річну мінливість сумарної кількості опадів за період дослідження на станції Вилково, а також ковзна середня за два періоди та лінія тренду, яка вказує також на зменшення річних сум опадів на початок XXI-го століття.

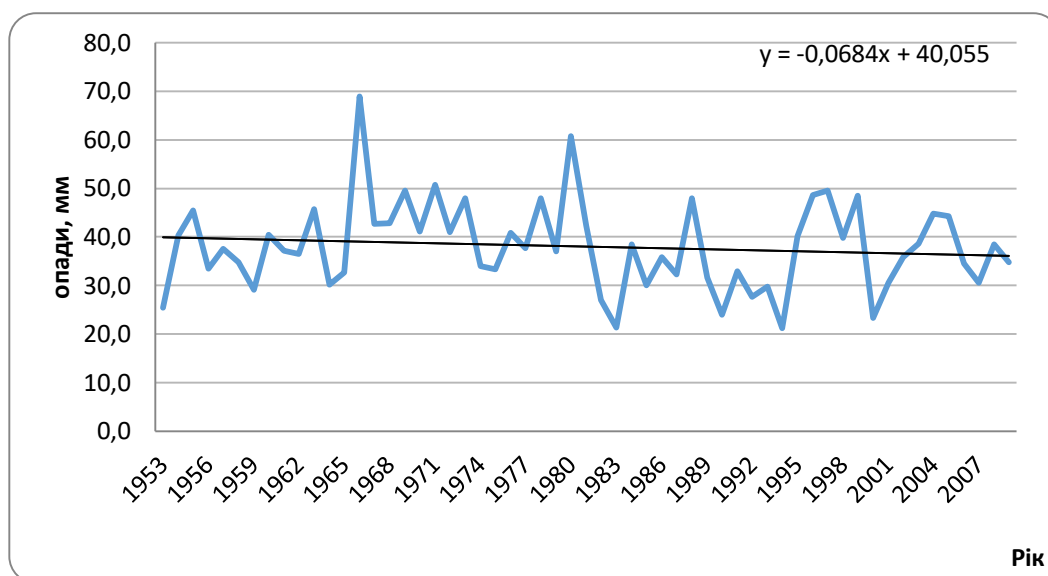


Рисунок 4.13 – Графік середньої кількості опадів на станції Вилково за період 1953-2009 рр.

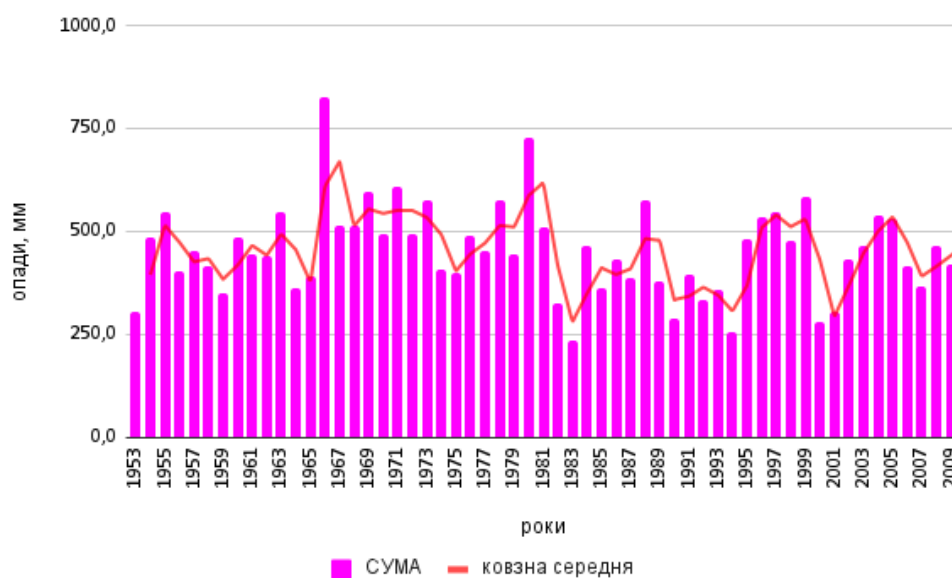


Рисунок 4.14 – Графік міжрічної мінливості сумарної кількості опадів на станції Вилково за період 1953-2009рр.

На графіках (рис.4.15) та (рис. 4.16) представлені зміни максимальної та мінімальної суми кількості опадів за аналізований період на станції Вилково.

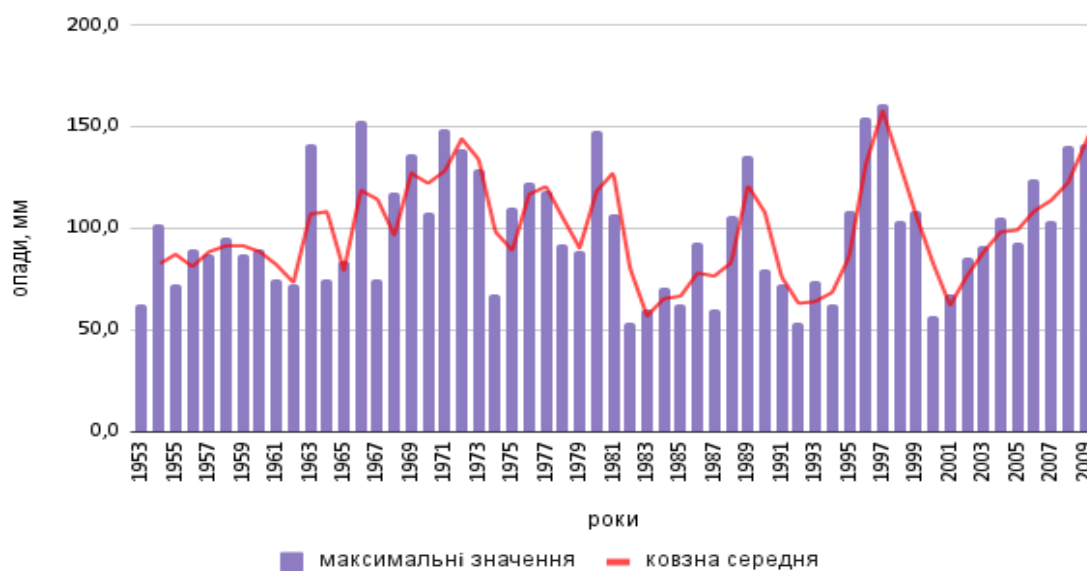


Рисунок 4.15 – Графік міжрічної мінливості максимальної сумарної кількості опадів на станції Вилково за період 1953-2009рр.

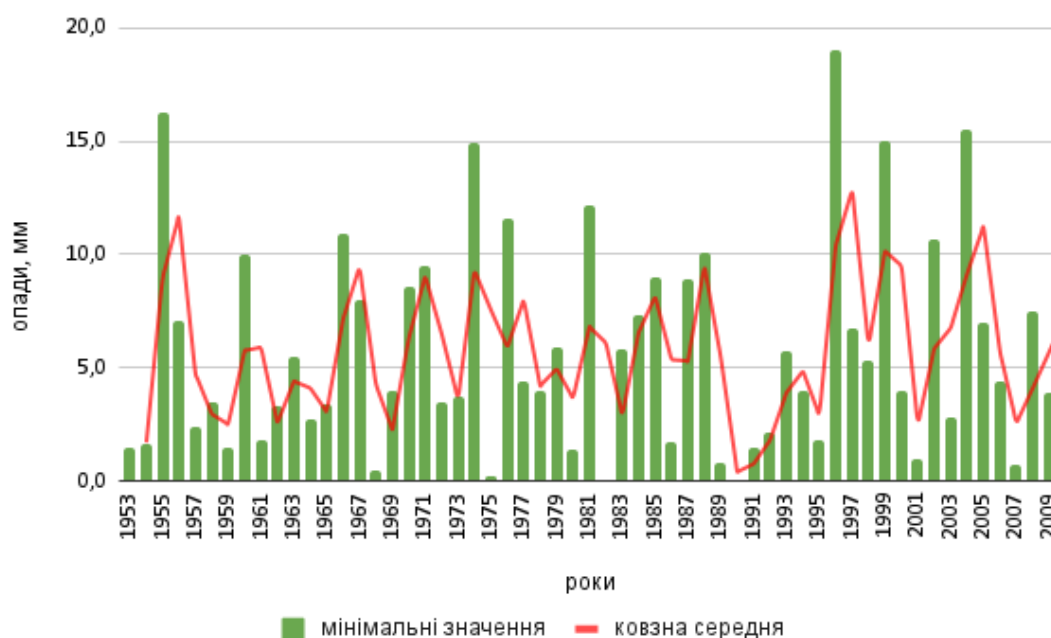


Рисунок 4.16 – Графік міжрічної мінливості мінімальної сумарної кількості опадів на станції Вилково за період 1953-2009рр.

На графіку (рис. 4.17) добре можна бачити, що на станції Ізмаїл в окремі роки у березні, вересні були відсутні опади, а у грудні практично були відсутні.

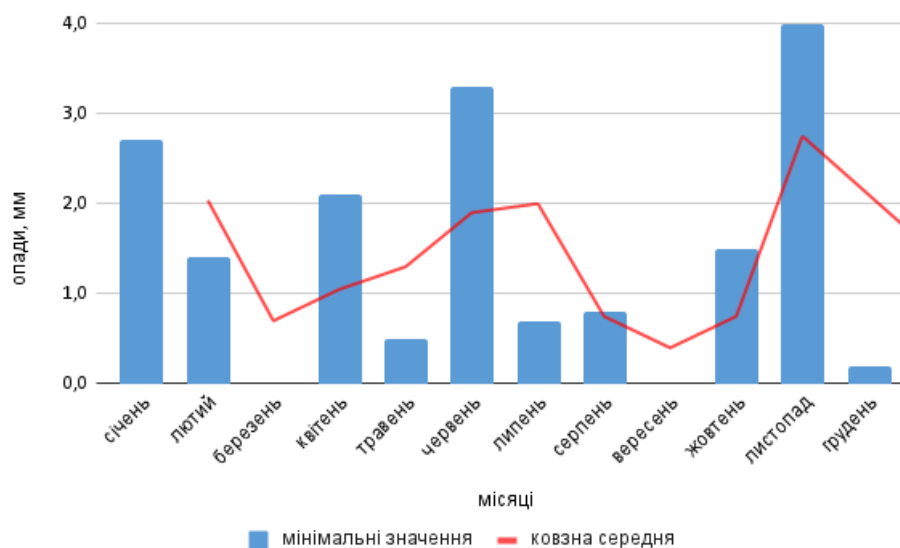


Рисунок 4.17 – Графік змін мінімальної кількості опадів на станції Вилково за період 1953-2009рр.

Графік (рис. 4.18) показує, що найбільша кількість опадів найімовірніше може бути во всі місяці року.

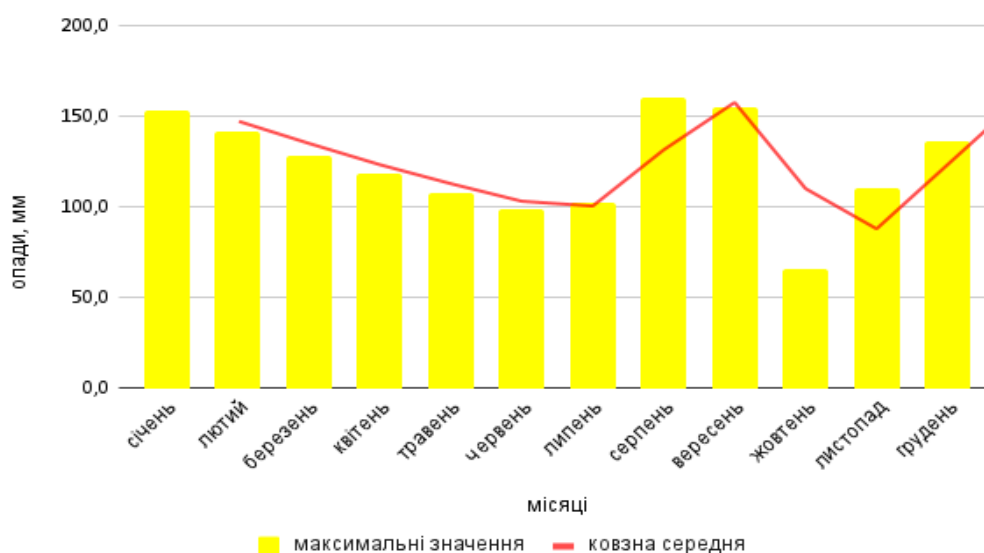


Рисунок 4.18 – Графік змін максимальної кількості опадів на станції Вилково за період 1953-2009рр.

Станції Болград та Роздільне знаходяться на середньому відстані від моря.

Основні статистичні характеристики кількості опадів на станції Болград представлені у таблиці 4.4. Середньорічна кількість опадів (X_{cp}) становить 487.8 мм за рік. Максимальна кількість опадів за рік складає 728.9 мм, а мінімальна 288.4 мм. Середньорічна кількість опадів за теплий період перевищують кількість опадів за холодній період майже на 100мм. Також максимальні і мінімальні значення відрізняються значно один від одного, так максимальні значення теплого періоду складає 555,7 мм, а холодного –379,2 мм. Мінімальні значення відповідно – 127.0 мм та 70.1 мм.

Судження про часову мінливість складових вихідного ряду, тобто про відхилення сум опадів кожного року від багаторічної норми, дозволяє скласти середній квадратичний відхил σ_x . Однак за абсолютною величиною σ_x при різних середніх значеннях вихідних рядів зіставляти їх мінливість складно. В цьому випадку більш показною характеристикою мінливості рядів буде коефіцієнт мінливості (C_v), який представляє собою відношення значення середнього квадратичного відхиле до його середнього арифметичного значення.

Відомо, що для режиму опадів у цілому притаманна значна мінливість кількості опадів різного часового розв'язання. Встановлено, що найбільша стійкість характерна для рядів річної кількості опадів: коефіцієнт мінливості складає 21%. Ряди кількості опадів у цілому для теплого і холодного півріччя мають майже однакову мінливість і складають відповідно 28-33 %. (табл. 4.4)

На графіку (рис.4.19) нижче можемо побачити, що на початку XXI-го століття середня кількість опадів зменшується, у 2003-2004 підвищується але потім знов зменшується . Найбільша кількість опадів простежується у 1972 році - 63,2мм. Найменша кількість була у 1956 та 1982 - 23,8мм.

Тренд вказує на збільшення кількості опадів на початку XXI-го століття.

Таблиця 4.4 – Статистичні характеристики на станції Болград за період 1953-2009р.

Часове розв'язання	Статистичні характеристики (1953-2009)				
	X_{cp}	X_{min}	X_{max}	σ_x	$C_v, \%$
Рік	487.8	288.4	728.9	100.9	0.21
Хол.півріччя	194.6	70.1	379.2	64.5	0.33
Тепле півріччя	293.2	127.0	555.7	82.0	0.28
I	32.7	0.5	162.9	30.09	0.91
II	30.6	1.1	120.5	23.68	0.77
III	30.5	1.1	101.7	25.55	0.83
IV	36.6	3.4	101.0	20.04	0.54
V	51.2	6.5	137.9	28.27	0.55
VI	68.1	10.2	202.5	39.84	0.58
VII	49.6	1.3	147.8	31.68	0.64
VIII	49.1	2.6	160.2	34.64	0.17
IX	43.4	0.3	145.1	36.94	0.85
X	27.5	1.4	105.9	21.04	0.76
XI	38.8	3.0	107.0	29.47	0.75
XII	35.6	2.1	126.4	23.04	0.67

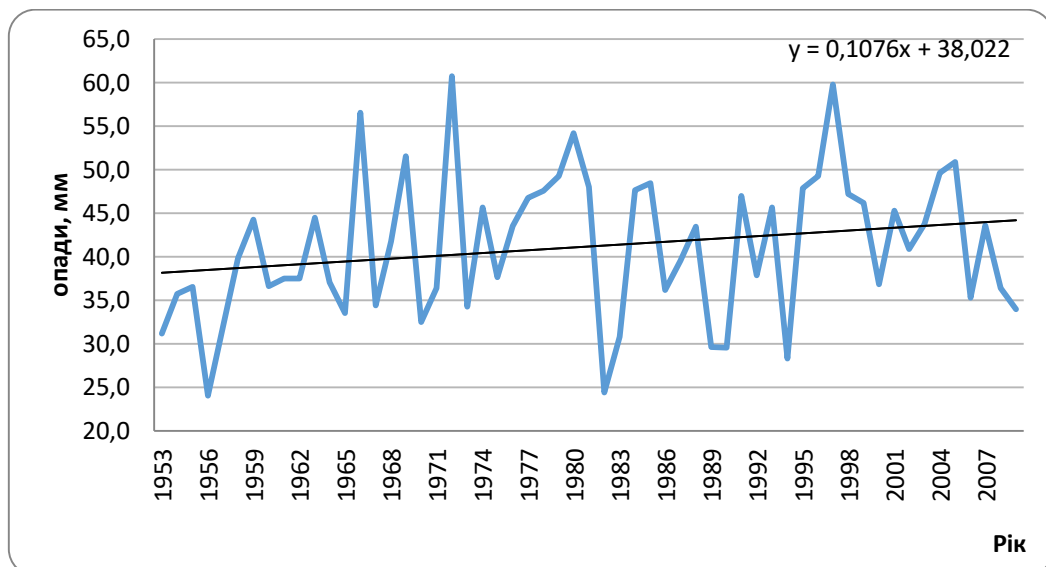


Рисунок 4.19 – Графік середньої кількості опадів на станції Болград за період 1953-2009рр.

На графіку (рис.4.20) представлено річну мінливість сумарної кількості опадів за період дослідження на станції Болград, а також ковзна середня за два періоди та лінія тренду, яка вказує також на зменшення річних сум опадів на початок XXI-го століття.

На графіку (рис.4.21) представлено міжрічну мінливість максимальної кількості опадів за період дослідження на станції Болград, а на графіку (рис.4.22) представлено міжрічну мінливість мінімальної кількості опадів за період дослідження на станції Болград.

На графіках можна побачити, що як максимальна так мінімальна кількість опадів на рубежі XX-XXI-го століття мала низхідну тенденцію, проте у 2003 році спостерігалось найбільше значення максимальної температури, а у 2005 році найбільше значення мінімальної температури.

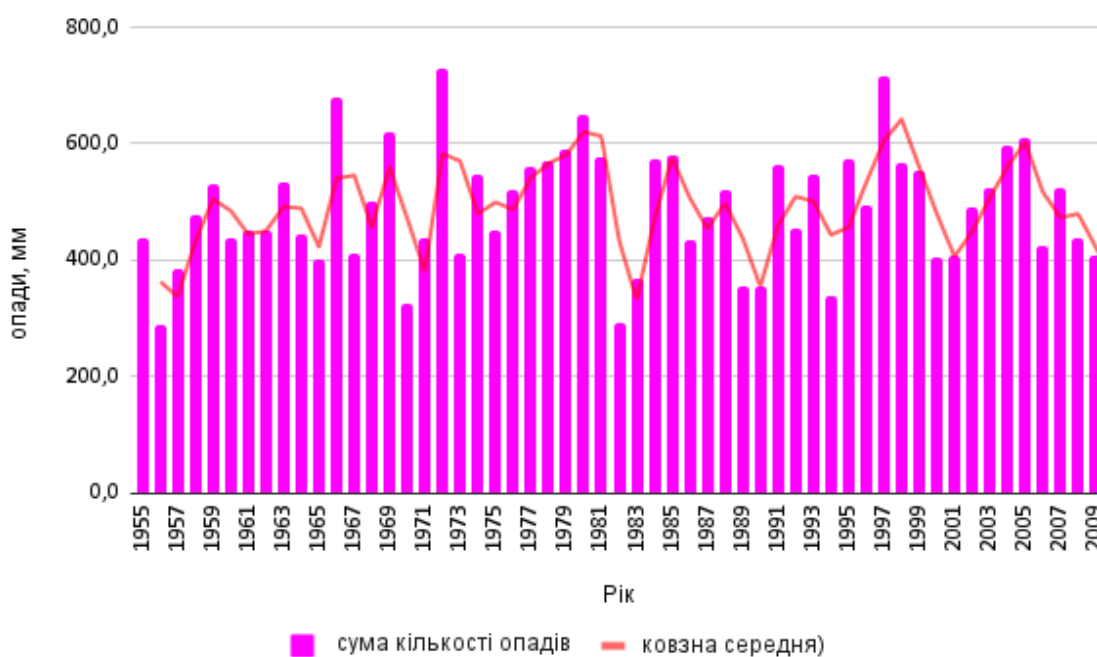


Рисунок 4.20 – Графік міжрічної мінливості сумарної кількості опадів на станції Болград за період 1953-2009рр.

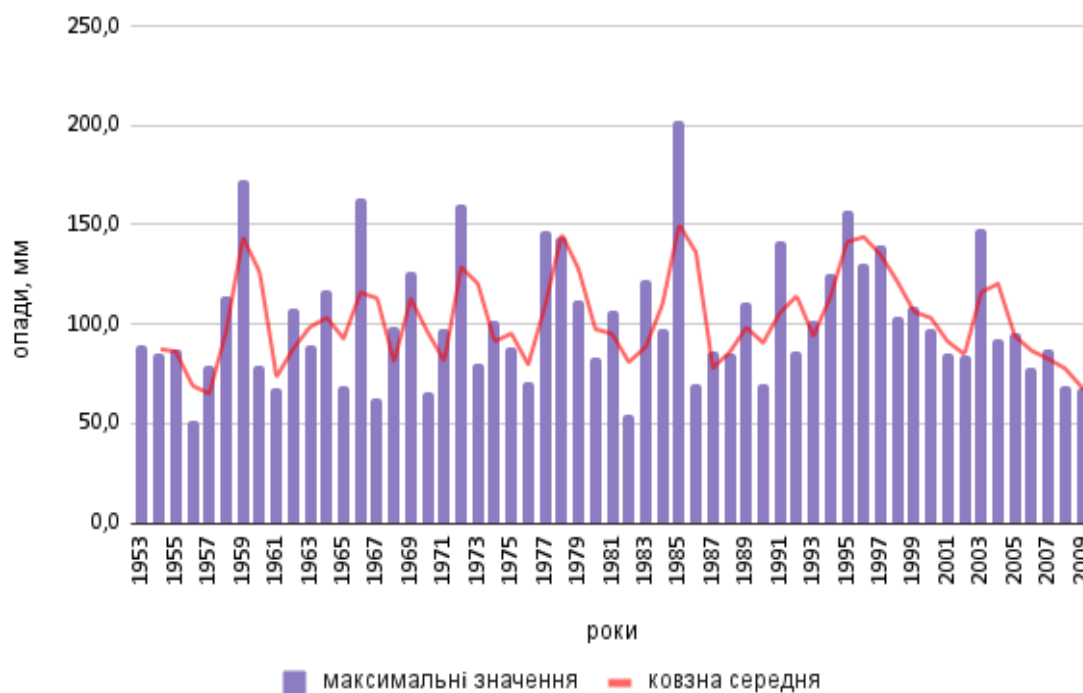


Рисунок 4.21 – Графік міжрічної мінливості максимальної сумарної кількості опадів на станції Болград за період 1953-2009рр.

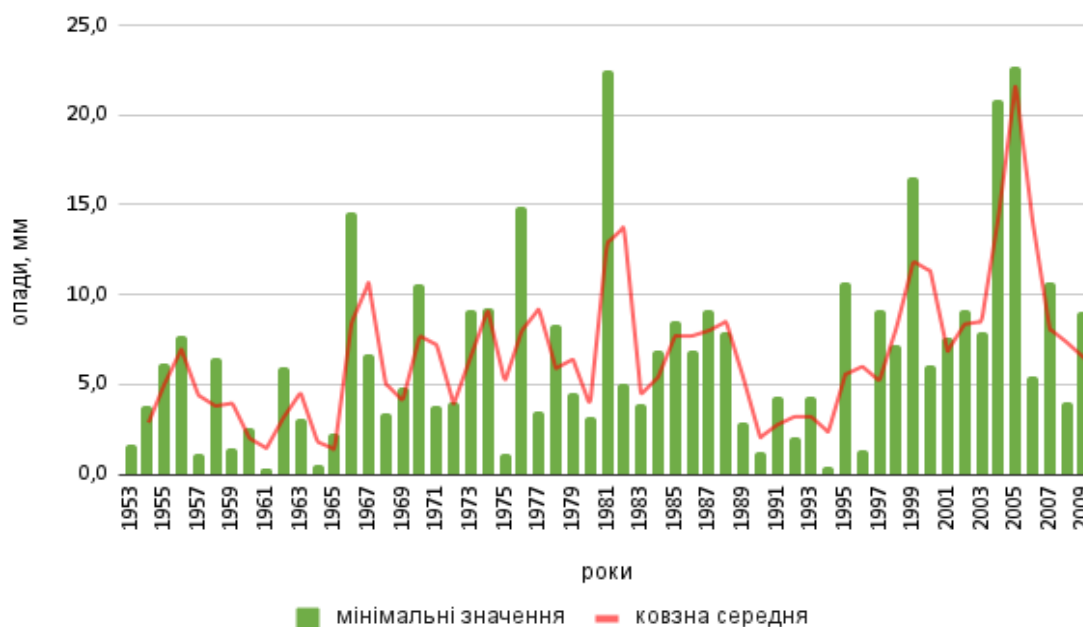


Рисунок 4.22 – Графік міжрічної мінливості мінімальної сумарної кількості опадів на станції Болград за період 1953-2009рр.

На графіку (рис. 4.23) добре можна бачити, що на станції Болград в окремі роки у січні, лютому, березні та вересні може бути незначна кількість опадів.

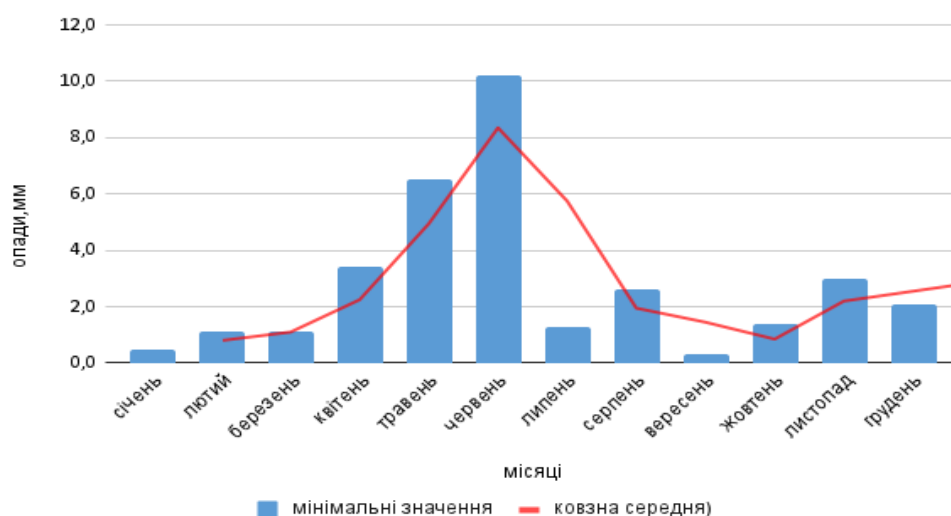


Рисунок 4.23 – Графік змін мінімальної кількості опадів на станції Болград за період 1953-2009рр.

Графік (рис. 4.24) показує, що найбільша кількість опадів найімовірніше може бути во всі місяці року вище 100мм.

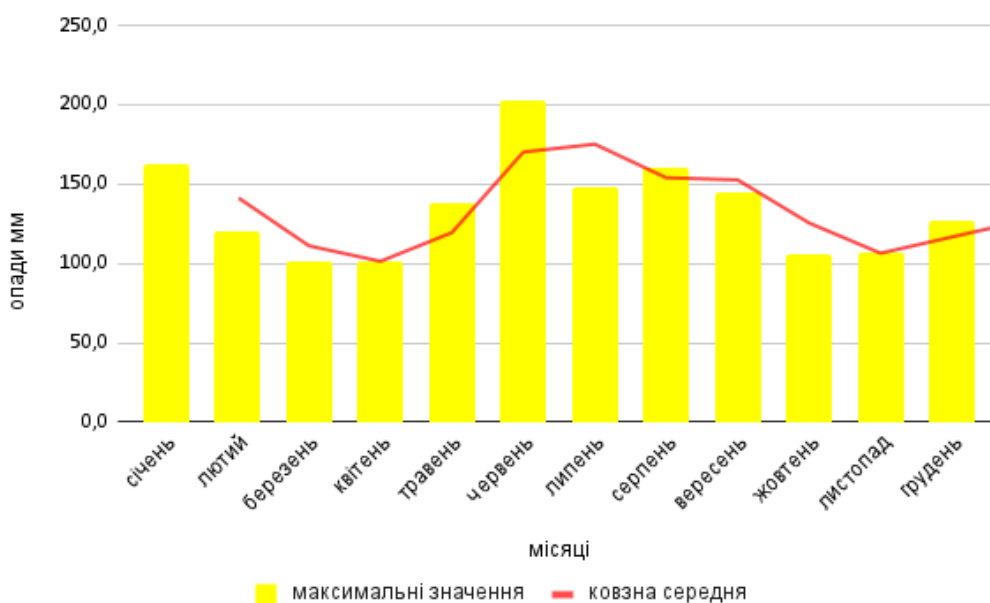


Рисунок 4.24 – Графік змін максимальної кількості опадів на станції Болград за період 1953-2009рр.

Основні статистичні характеристики кількості опадів на станції Роздільне представлені у таблиці 4.5. Середньорічна кількість опадів (X_{cp}) становить 497.0 мм за рік. Максимальна кількість опадів за рік складає 750.0 мм, а мінімальна 320.0 мм. Середньорічна кількість опадів за теплий період перевищують кількість опадів за холодній період майже на 110мм. Також максимальні і мінімальні значення відрізняються значно один від одного, так максимальні значення теплого періоду складає 584,0 мм, а холодного – 404,7 мм. Мінімальні значення відповідно – 153.7 мм та 74.8 мм.

Згідно з графіком (рис. 4.25), середня кількість опадів у 1997 році досягає 56,7мм 57,2 мм у 1980, найбільш всього випало опадів у 1955 році - 62,5мм. Найменша кількість опадів спостерігається у 1956 році - 26,7мм. Лінія тренду вказує на незначне зменшення кількості опадів на початок XXI-го століття.

Таблиця 4.5 – Статистичні характеристики на станції Роздільне за період 1953-2009р.

Часове розв'язання	Статистичні характеристики (1953-2009)				
	X_{cp}	X_{min}	X_{max}	σ_x	C_v
Рік	497.0	320.0	750.0	94.74	0.19
Хол.півріччя	193.9	74.8	404.7	74.8	0.34
Тепле півріччя	303.1	153.7	584.0	80.49	0.267
I	31.9	2.5	159.5	25.60	0.80
II	32.1	1.9	88.0	23.26	0.72
III	27.8	1.2	93.0	21.88	0.78
IV	33.2	3.0	107.3	22.25	0.66
V	47.0	2.3	108.7	26.97	0.57
VI	68.8	10.0	298.0	42.74	0.62
VII	60.9	0.5	135.8	33.82	0.55
VIII	45.0	4.0	163.1	34.45	0.77
IX	53.1	0.5	187.1	44.82	0.84
X	28.0	1.0	86.7	20.33	0.72
XI	41.7	2.0	136.3	28.89	0.69
XII	35.5	1.3	104.0	23.40	0.66

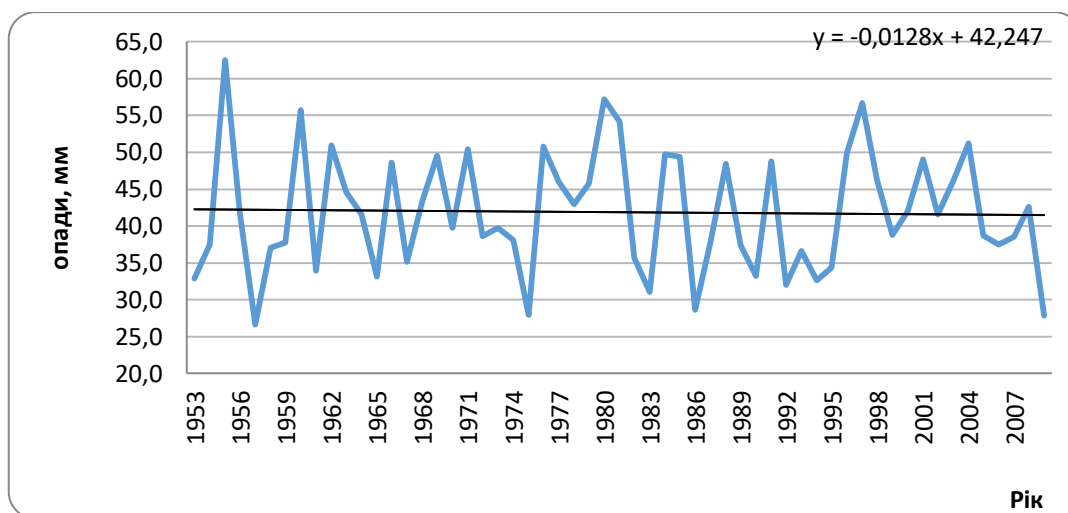


Рисунок 4.25 – Графік середньої кількості опадів на станції Роздільне

На графіку (рис.4.26) представлено річну мінливість сумарної кількості опадів за період дослідження на станції Роздільна, а також ковзна середня та лінія тренду, яка вказує на зменшення річних сум опадів к кінцю ХХ-го на початок ХХІ-го століття да 600мм.

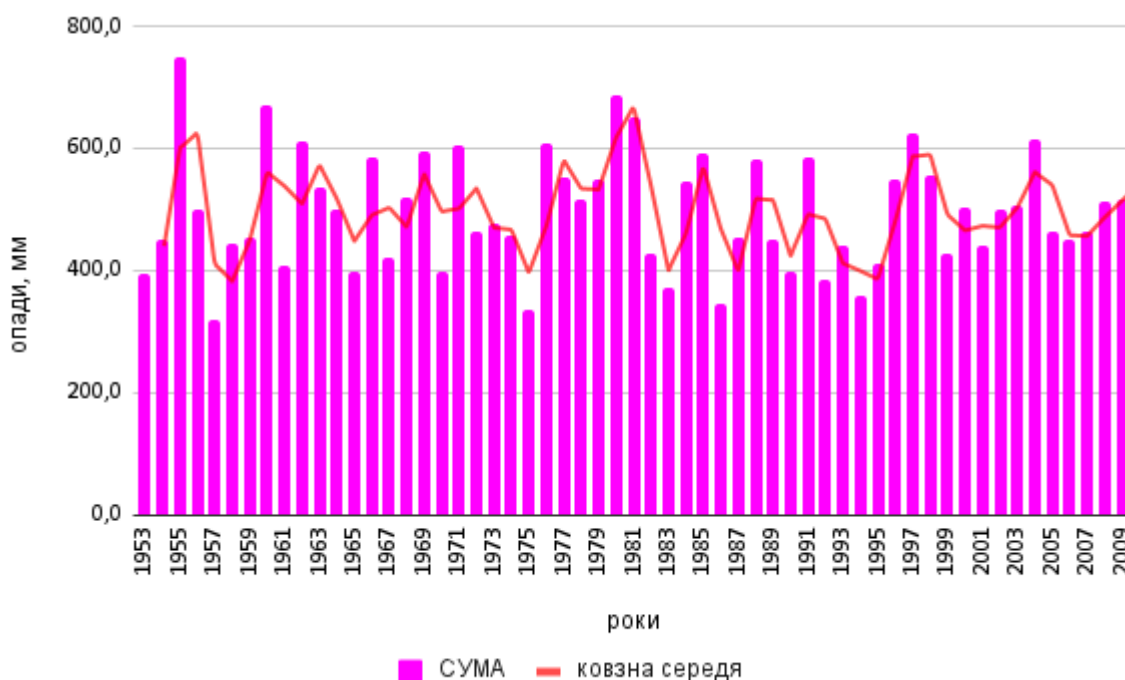


Рисунок 4.26 – Графік міжрічної мінливості сумарної кількості опадів на станції Роздільне за період 1953-2009рр.

Якщо розглянути зміни максимальних значень кількості опадів на станції Роздільне за період дослідження, то бачимо, що графік (рис. 4.27) має короткоперіодні коливання з абсолютним максимумом у 1996 році 180 мм. На початку XXI-го століття у 2009 році – 152мм.

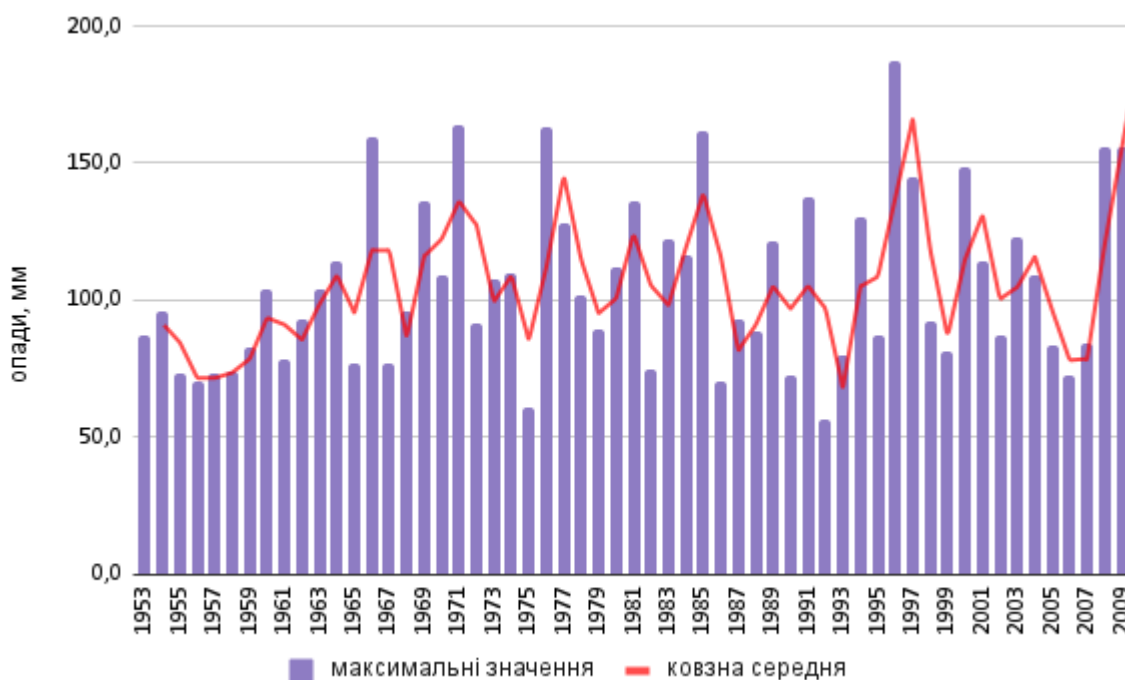


Рисунок 4.27 – Графік міжрічної мінливості максимальної сумарної кількості опадів на станції Роздільне за період 1953-2009рр.

На графіку мінімальні значення кількості опадів на станції Роздільне (рис.4. 28) бачимо що з кінця XX-го століття да на початок XXI-го століття спостерігається зменшення кількості опадів до 0.3 мм.

Графік (рис. 4.29) показує, що найбільша кількість опадів на станції Роздільна спостерігається у січні, червні, серпні та вересні вищи 150 мм.

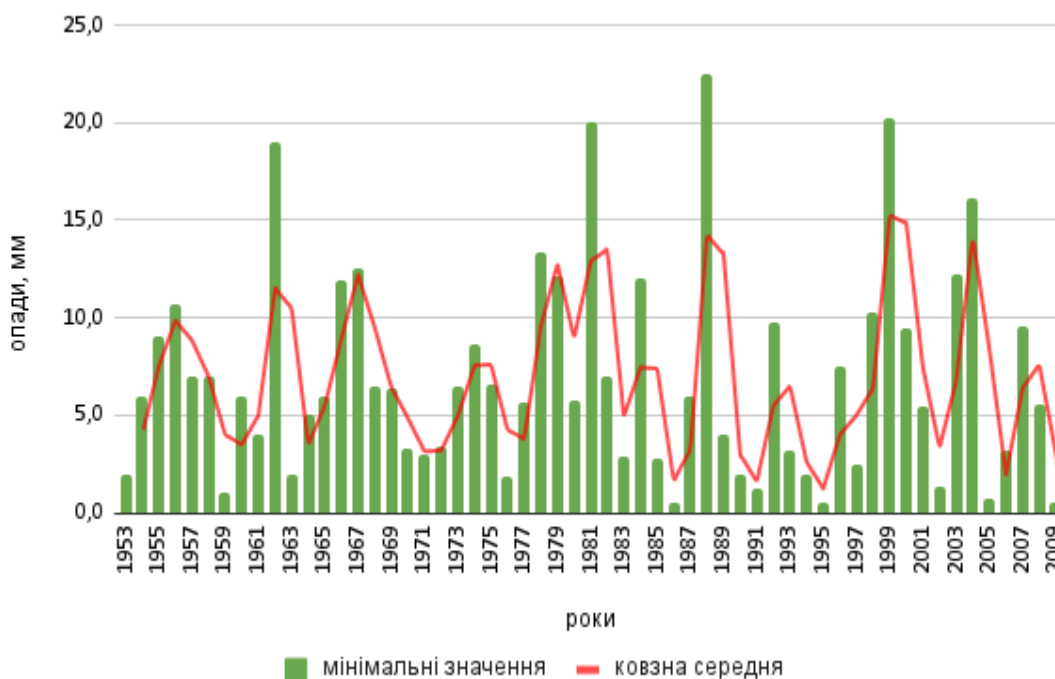


Рисунок 4.28 – Графік міжрічної мінливості мінімальної сумарної кількості опадів на станції Роздільне за період 1953-2009рр.

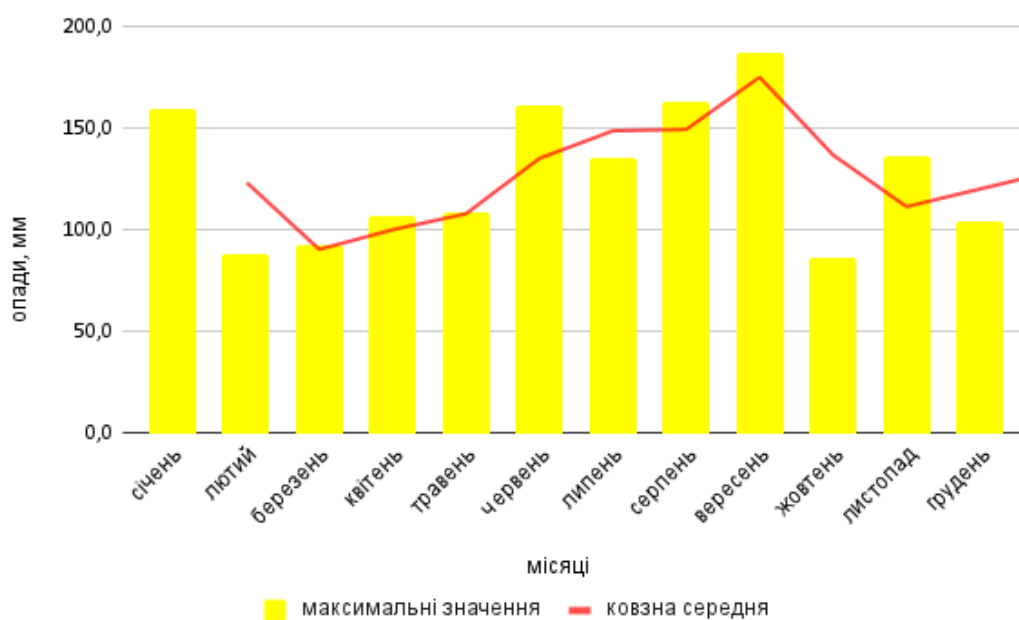


Рисунок 4.29 – Графік максимальної кількості опадів на станції Роздільне за період 1953-2009рр.

На графіку (рис. 4.30) добре можна бачити, що на станції Роздільне в окремі роки у липні та вересні були практично відсутні опади и тільки у червні спостерігається найвище значення мінімальної кількості опадів – 10мм.

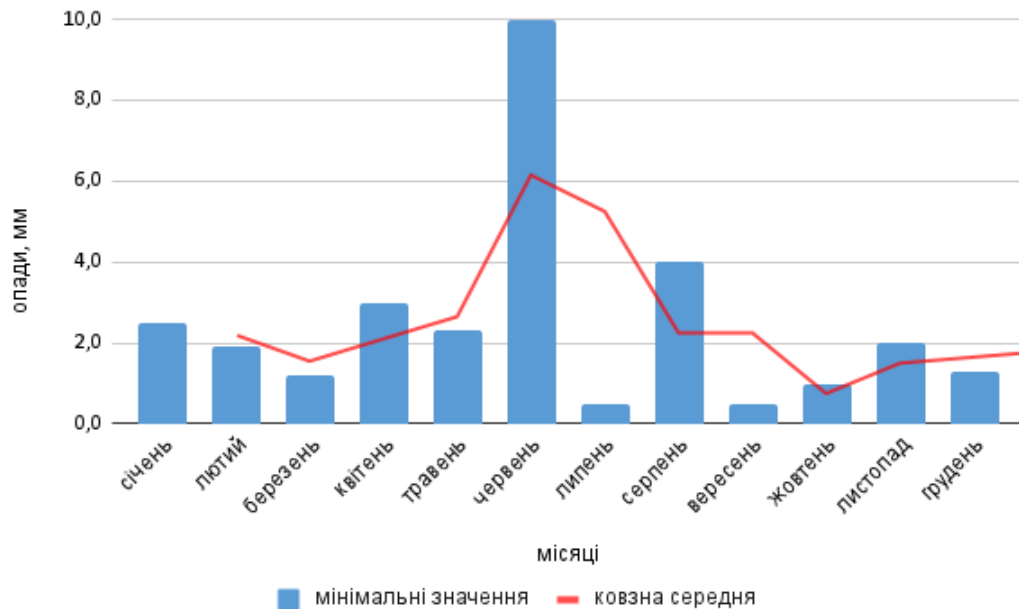


Рисунок 4.30 – Графік мінімальної кількості опадів на станції Роздільне за період 1953-2009рр.

Провівши порівняльний аналіз статистичних характеристик по всіх п'яти станціях Північного Причорномор'я (табл. 4.6), по яким проводилися дослідження в роботі можна помітити, що найбільша кількість опадів за рік спостерігалась на станції Любашівка – 530 мм, яка найвіддаленіша від моря, на станціях Болград та Роздільне, які розташовані на середній відстані від моря, спостерігалось – 488-497 мм и на станціях, які розташовані біля моря – Вилково та Ізмаїл – 419 мм та 462 мм відповідно.

Максимальна річна кількість опадів на прибережних станція Ізмаїл и Вилково складає 792 мм та 827 мм відповідно, що значно більше ніж на станціях віддалених від моря – 728-754 мм. Мінімальні значення на віддалених станціях від моря Любашівка, Болград, Роздільне складає 288-320 мм, тоді як на прибережних станціях Вилково и Ізмаїл – 234-236 мм.

Таблиця 4.6 – Порівняння статистичних характеристик на станціях Любашівка, Ізмаїл, Вилково, Болград та Роздільне за період 1953-2009р.

Станції		Статистичні характеристики (1953-2009)				
		X_{cp}	X_{min}	X_{max}	σ_x	C_v
Любашівка	Рік	530.1	316.6	754.3	110.7	0.21
	Холодний період	203.9	92.7	480.1	71.5	0.35
	Теплий період	326.2	156.1	534.5	85.5	0.26
Ізмаїл	Рік	462.6	236.3	792.1	108.0	0.23
	Холодний період	195.0	51.3	420.6	70.2	0.36
	Теплий період	267.6	137.4	450.5	75.3	0.28
Вилково	Рік	419,0	234,7	827,0	110,1	0,24
	Холодний період	210.0	54.9	433.2	71.23	0.34
	Теплий період	243.7	88.4	449.0	75.7	0.31
Болград	Рік	487.8	288.4	728.9	100.9	0.21
	Холодний період	194.6	70.1	379.2	64.5	0.33
	Теплий період	293.2	127.0	555.7	82.0	0.28
Роздільна	Рік	497.0	320.0	750.0	94.74	0.19
	Холодний період	193.9	74.8	404.7	74.8	0.34
	Теплий період	303.1	153.7	584.0	80.49	0.267

На всіх п'яти станціях кількість опадів за теплий період перевищує кількість опадів за холодний період причому на станціях віддалених від моря це перевищення становить більш ніж 100 мм, на прибрежних станціях – 30-70 мм.

Географічне розташування Одеської області формує складний характер атмосферних опадів і відповідно розподіл опадів по її території на рубежі

XX-XXI-го століття в умовах сучасних змін і коливань клімату дуже різноманітний.

Завдяки порівнянню значення кількості опадів на всіх п'яти станціях (табл. 4.6) можна спостерігати збільшення середньорічної кількості опадів при віддаленні від моря та збільшення максимального значення кількості опадів в районах поблизу моря, що можна пояснити випадінням зливових опадів у літній період та тривалих облогових опадів під час стаціонавання теплих фронтів та фронтів оклюзій вздовж прибережної лінії.

ВИСНОВКИ

Дослідження просторово-часових особливостей режиму атмосферних опадів на рубежі ХХ-ХХІ-го століття, яке проведено за багаторічними даними з застосуванням фізико-статистичного підходу, свідчать про неоднозначність цих змін в різні пори року на території Північного Причорномор'я. А саме:

1. Найбільша середня кількість опадів за рік спостерігалась на станції Любашівка – 530 мм, яка найвіддаленіша від моря, на станціях Болград та Раздільне, які розташовані на середній відстані від моря, спостерігалось – 488-497 мм и на станціях, які розташовані біля моря – Вилково та Ізмаїл – 419 мм та 462 мм відповідно.
2. Максимальна річна кількість опадів на прибережних станція Ізмаїл и Вилково складає 792 мм та 827 мм відповідно, що значно більше ніж на станціях віддалених від моря – 728-754 мм.
3. Мінімальні значення на віддалених станціях від моря Любашівка, Болград, Раздільне складає 288-320 мм, тоді як на прибережних станціях Вилково и Ізмаїл – 234-236 мм.
4. На всіх п'яти станціях кількість опадів за теплий період перевищує кількість опадів за холодний період, причому на станціях віддалених від моря це перевищення становить більш ніж 100 мм, на прибережних станціях – 30-70 мм.
5. Для місяців, які складають тепле і холодне півріччя, характер часових змін помітно відрізняється. У холодний період найбільша кількість опадів на всіх станціях припадає на січень, найменша - на березень, грудень або лютий місяці. У теплий період найбільша кількість опадів на станціях поблизу моря спостерігається у липні та серпні місяцях, найменша у вересні.
6. Завдяки порівнянню всіх п'яти станцій можна припустити подальше зменшення кількості опадів на прибережних станціях, та не незначне збільшення кількості опадів на станціях видалених від моря.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бойченко С.Г., Волощук В.М., Дорошенко І.А. Глобальне потепління та його наслідки на території України. *Український географічний журнал*. 2000. №3. С. 59-68.
2. Волощук В.М., Бойченко С.Г. Вплив загального глобального потепління клімату на середньорічну інтенсивність атмосферних опадів в Україні. *Доповіді НАНУ*. 1998. № 6. С. 125-130.
3. Волощук В.М., Гродзинський М.Д., Шищенко П.Г. Географічні проблеми сталого розвитку України. *Український географічний журнал*. 1998. №1. С. 13-18.
4. Дмитренко В. П. Сучасні проблеми агрометеорологічних стратегій адаптації землеробства до погоди і клімату в Україні. *Наукові праці НДІ Землеробство*. 2001. № 76. С.22-29
5. Дмитренко В.П., Дячук В.А. Кліматичні аспекти проблеми сталого розвитку України. *Проблеми сталого розвитку України*. Київ: БМТ. 1998. С.283 - 293.
6. Клімат України. / за ред. Ліпінський В.М., Бабіченко В.М. Дячук В.А. та ін. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 766 с.
7. Климатология / за ред О.А.Дроздов, В.А.Васильев, Н.В.Кобышева, А.Н.Раевский, Л.К.Смекалова, Е.П.Школьный. Ленинград: Гидрометеоиздат,1989. 568 с.
8. Климатический справочник СССР. Выпуск 10. Киев, 1950. 704 с.
9. Кліматичні стандартні норми (1961-1990). Київ, 2002.
10. Кульбіда М.І., Олійник З.Я., Паламарчук Л.В., Галицька Є.І. Аналіз режиму опадів на території України за десятиріччя 2002-2011 рр. Фізична географія та геоморфологія. Київ. ВГЛ «Обрії», 2013. Вип.1 (69). С.127-138.

- 11.Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. *Інвестиції та зміна клімату: можливості для України: матеріали доп. учасн. Міжнар. Конф.* Київ: 2002. С. 177 - 185.
- 12.Лялько В.І., Єлістратова Л.О., Кульбіда М.І., Апостолов О.А., Барабаш М.Б. Особливості змін клімату в Україні на кінець ХХ – початок ХХІ ст. за наземними та супутниковими даними. *Український журнал дистанційного зондування Землі.* Київ. 2015. Вип.6. С.33-59.
- 13.Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. Школьний Є.П., Гончарова Л.Д., Миротворська Н.К.: навч. посіб. Одеса, 2000. 366с.
- 14.Научно-прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 10. Части 1-6. Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. 608 с.
- 15.Справочник по климату СССР. Выпуск 10. Часть 4. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 646 с.
- 16.Татарчук О.Г., Тимофєєв В.Є. Характеристика найбільшої місячної кількості опадів на території України в умовах сучасного клімату. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія.* 2015. Вип. 1 (63). С.33–37.
- 17.Фізична географія Української РСР / За ред.О.М.Маринича. Київ: Вища школа, 1982. 207 с.