

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти
Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Зміни вологісного режиму на території України

Виконала студентка групи М-5
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Хачіян Валерія Артурівна
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Нажмудінова Олена Миколаївна

Консультант _____ - _____

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Барсукова Олена Анатоліївна

Одеса 2023

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.
«08» червня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студентці _____ Хачіян Валерії Артурівні _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Зміни вологісного режиму на території України

керівник роботи Нажмудінова Олена Миколаївна к.геогр.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від «10» квітня 2023 року № 40-С

2. Строк подання студентом роботи 08 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: бюлетені погоди, карти розподілу середньої місячної кількості опадів; приземні та висотні карти погоди; карти аномалій геопотенціальної висоти Н500; Кліматичний Кадастр України (1961-1990 рр.).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Огляд наукової літератури за темою дослідження. 2) Вибір вихідних даних середньої місячної кількості опадів для обласних центрів України. 3) Дослідження випадків дефіциту опадів та перезволоження по території України за теплий період 2016-2020 рр. 4) Аналіз циркуляційних процесів при формуванні екстремальних режимів зволоження.

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

- графік середньої повторюваності місяців з різним зволоженням за теплий період 2016-2020 рр. – рис.3.1;

- діаграми розподілу різних режимів зволоження за агрокліматичними зонами України за теплий період 2016-2020 рр. щорічно – рис.3.2-3.6;

- діаграми повторюваності різних режимів зволоження за агрокліматичними зонами України по місяцях теплового періоду 2016-2020 рр.– рис.3.7-3.13.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 08 травня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Огляд наукової літератури за напрямком дослідження. Складання теоретичної частини роботи.	08-11.05.2023	80	добре
2	Вибір вихідних даних за оперативною синоптичною інформацією АРМ синоптика та глобальними прогностичними центрами.	12-16.05.2023	85	добре
3	Складання таблиць, побудова діаграм.	17-21.05.2023	90	відмінно
	Рубіжна атестація	22-26.05.2023	85	добре
4	Дослідження повторюваності випадків з дефіцитом опадів та перезволоженням. Визначення найбільших аномалій у режимі опадів.	27.05-01.06.2023	100	відмінно
5	Аналіз циркуляційних процесів при формуванні екстремальних режимів зволоження.	02-07.06.2023	85	добре
6	Складання висновків. Підсумкове коригування тексту.	08-09.06.2023	100	відмінно
7	Перевірка роботи на плагіат. Підписання авторського договору Підготовка до захисту кваліфікаційної роботи.	10-12.06.2023	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	відмінно

Студентка

(підпис)

Хачіян В. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Нажмудінова О.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 СТАН РЕЖИМУ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО КЛІМАТУ	5
2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСУШЛИВОСТІ.....	13
2.1 Загальні відомості.....	13
2.2 Показники посушливості.....	17
3 СТАТИСТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ.....	21
3.1 Річний і місячний розподіл.....	21
3.2 Екстремальні режими зволоження.....	45
4 АНАЛІЗ ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ АНОМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЗВОЛОЖЕННЯ.....	50
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	60
ДОДАТОК.....	62

ВСТУП

У роботі досліджуються характеристики зволоження на території України.

Тематика роботи є актуальною, оскільки кількість і розподіл опадів – це основні фактори формування режиму зволоження території, що визначають гідрологічний режим, зволоження ґрунту, вплив на екосистему. В умовах глобального потепління збільшується випаровування, що спричиняє перерозподіл вологи. Як наслідок, в одних регіонах випаровується надмірна кількість вологи та посилюються посушливі умови, а в інших ця волога конденсується, і зростає повторюваність стихійних злив, що викликає ризики затоплення. Зростання температури та зміна режиму зволоження призводять до зміни водного стоку річок і, відповідно, водозабезпечення окремих регіонів.

В сучасності основною закономірністю є не стільки зміна кількості опадів, скільки їх коливання, тобто наявність періодів підвищеного і зниженого режиму зволоження. Останнім часом почастишали випадки, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. З іншого боку, відмічається збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ. У поєднанні з іншими антропогенними факторами це може привести до розширення зони ризикованого землеробства і навіть до опустелювання деяких районів південних областей.

Зміни глобальної температури повітря та річної кількості опадів в Україні показують, що зв'язок між ними не є лінійним, що ускладнює прогнозування тенденції режиму зволоження на майбутнє.

Мета дослідження – встановлення повторюваності умов перезволоження та дефіциту опадів на території України у теплом періоді 2016-2020 рр.

Методи дослідження - синоптико-кліматичний аналіз, просторово-часове узагальнення даних.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку літературних джерел (20).

1 СТАН РЕЖИМУ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО КЛІМАТУ

Зміни глобального клімату - це сукупність його регіональних змін різних часових і просторових масштабів. Зміни клімату в Україні відбуваються на фоні глобальних змін, пов'язаних з природними та антропогенними факторами. Відповідно, що і причини зміни регіонального клімату одночасно глобальні і регіональні не тільки за масштабом, але і посилюються регіональним парниковим ефектом. Потепління кліматичної системи є безсумнівним, на початку XXI ст. термічний режим залишиться залежним від антропогенного росту концентрації вуглекислого газу в атмосфері. На відміну від температури, в багаторічному ході опадів немає вираженої тенденції. Тренд або трошки підвищується, або понижується. Бувають і піки, і тут же йде зниження. В загальному, не змінюється і середня місячна кількість опадів. Немає такої закономірності, коли при зростанні температури збільшується сума опадів. Але слід зазначити, що при підвищенні температури збільшується частота стихійних опадів. Водночас у середині місяця мінливість опадів залишається значною, з високою ймовірністю випадання сильних дощів протягом доби, особливо в теплий період року [11].

Зміни погодних умов (підвищення температури повітря, нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий характер у теплий період, неефективне накопичення вологи в ґрунтах) зумовлюють збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ. Разом з іншими негативними чинниками антропогенного впливу це може призводити до розширення зони ризикового землеробства та до опустелювання в південних областях України. В умовах зміни клімату рівень і умови зволоження на території держави є провідним чинником, що обмежує рівень продуктивності виробництва та використання природного потенціалу землеробства. Повторюваність посух у різних

агрокліматичних зонах становить 20–40%. За останні 20 років посухи повторюються майже вдвічі частіше. Відзначається небезпечна тенденція до збільшення повторюваності посушливих умов у зоні достатнього атмосферного зволоження, що охоплює Полісся та північні райони Лісостепу. Існує висока ймовірність, що глобальне потепління призведе до погіршення кліматичних умов на 2 млн. га земель. За сучасних темпів потепління та практично незмінній кількості опадів уже через 10–15 років частина території України може стати непридатною для землеробства, зокрема це стосується частини території Запорізької, Херсонської, Миколаївської та Одеської областей.

Відмічається почастищення та посилення посух у вегетаційний період; прискорення розкладання гумусу в ґрунтах; погіршення зволоження ґрунту в південних регіонах; незабезпечення повної яровизації зернових; зростання вітрової та водної ерозії ґрунту, спричинене збільшенням кількості посух та екстремальних опадів; збільшення ризиків вимерзання озимих культур через відсутність стійкого снігового покриву при значному зниженні температури. Прояви зміни клімату, що є критичними для сільськогосподарської галузі, також впливають і на лісове господарство, змінюючи оптимальні показники екологічних умов для лісових екосистем. Зміна режиму, інтенсивності та частоти опадів також є негативними фактором впливу на лісові екосистеми, що спричиняє погіршення санітарного стану лісів, послаблення та масове всихання деревостанів та підвищення пожежної небезпеки [4].

В роботі [2] наголошується, що режим зволоження в Україні також змінюється: відмічається перерозподіл опадів між сезонами та місяцями при незмінній річній кількості опадів. Найбільші зміни спостерігаються восени. Саме у цей сезон, особливо у вересні та жовтні, відмічається істотне підвищення їх кількості (біля 30%). Взимку опадів стало дещо менше, а весною та влітку їх кількість змінилась несуттєво. Характерною рисою зміни режиму зволоження в Україні є зміна структури опадів. У теплий період це проявляється у збільшенні інтенсивності опадів, зростанні їхньої зливової складової. Збільшення

інтенсивності опадів зумовило ріст добової кількості опадів, хоча число дощових днів зменшилось. У багатьох регіонах країни збільшилась також кількість сильних та дуже сильних дощів та їх інтенсивність. Збільшення кількості зливових дощів спричиняє розвиток водної ерозії ґрунтів, втрату верхнього родючого шару ґрунту і органічної речовини, особливо на полях соняшника та кукурудзи, площа посівів яких невпинно зростає. Сильні зливи також сприяють переущільненню, замуленню та кіркоутворенню ґрунту.

Ріст температури повітря у теплий період також сприяв збільшенню нестійкості атмосфери та інтенсивності конвекції в Україні і, як наслідок, зростанню повторюваності та інтенсивності конвективних явищ погоди: грози, граду, шквалу, смерчів, які приводять до значної втрати урожаю сільськогосподарських культур та погіршення їхньої якості. Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер і не забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті, зумовило збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ. Відмічається небезпечна тенденція до збільшення повторюваності посушливих умов у зоні достатнього атмосферного зволоження, що охоплює Полісся та північні райони Лісостепу. За останнє десятиріччя райони південних областей, які у попереднє десятиріччя належали до середньо посушливих, перейшли в категорію сильно посушливих, а слабо зволоженні - у середньо посушливі. Зростає також пожежонебезпечність, зумовлена метеорологічними умовами.

У холодний період суттєве підвищення температури повітря призвело до зміни структури опадів за рахунок збільшення повторюваності дощу і зменшення повторюваності снігопадів, зумовило збільшення випадків мокрого снігу та налипання мокрого снігу які завдають значної шкоди садівництву.

З початку 90-х рр. спостерігають тенденцію до зростання кількості випадків стихійних явищ, яка зберігається й до цього часу. Динаміка повторюваності сильних злив була більш складною, хоча в цілому для неї були характерні ті самі тенденції, що й для дуже сильних дощів. Аналіз динаміки

кількості випадків сильних дощів показав, що з початку 90-х років ХХ ст. в Україні також спостерігають зростання їх кількості. Тенденція зростання кількості випадків опадів, що досягли критеріїв небезпечних і стихійних з початку ХХІ ст. стала більш виражена на всій території, але має деякі особливості в регіонах. Відсоток дуже сильних дощів по відношенню до кількості випадків сильних дощів, свідчить про інтенсивність процесів, що зумовлюють утворення опадів. В Україні він коливається від 2 до 5%. Максимум спостерігають на півдні країни. Значна кількість дуже сильних дощів по відношенню до кількості випадків сильних дощів буває також на сході. У західному регіоні значно зросла кількість випадків усіх градацій небезпечних і стихійних опадів [3].

В дослідженні опадів за період 2002-2011 рр. [9], вказано, що найбільші суми опадів за теплий період спостерігалися у серпні–жовтні, найменші – у квітні. Виділені вологі, посушливі та близькі до норми місяці для кожної з 25 досліджуваних станцій. У семи випадках з десяти посушливим місяцем був квітень, двічі – вересень. Розподіл вологих місяців має менш упорядкований характер, і найбільша їх кількість припадає на червень та серпень. На значну нерівномірність та неоднозначність часового розподілу опадів вказує і те, що в окремі роки у теплому періоді відмічалися декілька вологих або посушливих місяців (чи обидва разом) з екстремальною кількістю опадів. Частка посушливих місяців виявилася досить високою – 40-57%. Частка вологих місяців на території України виявилась меншою в порівнянні з кількістю посушливих місяців. Найбільша кількість вологих місяців спостерігалась в центральних областях, а найменша кількість – у південних областях. Зберігається основна закономірність – зростання посушливості на схід та південь, але в окремих регіонах (південний захід, північний схід) така закономірність порушується. У холодний період року також зростає частка посушливих місяців (22–56%), але закономірність проявляється менш однозначно. Були зафіксовані роки, коли на окремих

метеорологічних станціях сума опадів за холодний період перевищувала суму опадів за теплий.

У роботі [13] досліджено добову та місячну кількість опадів для всіх станцій України за період 2000-2016 рр. Літня кількість опадів на більшій частині території України майже вдвічі перевищує весняні та осінні. В усі сезони найбільша кількість опадів випадає в Карпатському регіоні. Останніми роками кількість опадів на більшій частині території країни зменшується. До літа кількість опадів ≥ 15 мм збільшується і в липні їх відсоток в загальну місячну кількість опадів становить 50-70%. До осені кількість екстремальних опадів зменшується, але відсоток їх внесення майже в два рази більше, ніж навесні. У більшості регіонів це близько 30-40%. Найбільші суми опадів за добу спостерігаються влітку.

Для теплого періоду 1991-2015 рр. характер зміни кількості опадів влітку показав, що опади були нижче норми в червні протягом 8 років, близько норми - 15 років і понад норму всього 2 роки; в липні опади нижче норми відзначалися у 13 роках, близько норми - 5 років і понад норму - 7 років; у серпні нижче норми - 11 років, близько норми - 7 років і вище норми - 7 років. Такий характер опадів впродовж усього літнього періоду в цілому вказує на тенденцію до сухих атмосферних процесів на території України, оскільки, в загальному, нижче норми опадів склало 32 місяці, близько норми - 27 місяців і понад норму - 16 місяців. Нестійкість атмосферних процесів над Україною за останні роки проявлялася в таких погодних умовах, як короткочасні перепади температури або дні зі зливовими опадами. Кількість днів зі зливами за літо мале, але сума опадів за одну добу може бути екстремальною. Серед літніх місяців червень найменш посушливий. Серпень - самий сухий літній місяць, в ньому найбільш сильно проявляються контрасти між різними регіонами країни. Територіально, найнебезпечніша ситуація стосовно посушливості розвивається для південних регіонів (Миколаївська, Херсонська та Запорізька області). Тут протягом липня-серпня спостерігаються недостатні умови зволоження [12].

Дослідження сильних злив по території України у 1991-2015 рр. [16], виділило 374 випадки сильної зливи, у середньому за рік 15 випадків. Сильні зливи характеризуються значною просторовою неоднорідністю і різною кількістю пунктів, де вони зафіксовані. Така їхня особливість пояснюється багатьма чинниками: характером та інтенсивністю атмосферних процесів, фізико-географічними особливостями території (рельєф, місцеві умови) та ін. Найбільший внесок у розподіл небезпечних і стихійних півдобових сум опадів у регіонах України дають циклони, що виходять з південного заходу, півдня та південного сходу. При цьому в західних, південних і східних областях їхній вплив проявляється значно більше, а в північних – менше. Найбільше сильних злив спостерігається в АР Крим та Одеській області. Це пояснюється розташуванням цих регіонів на лінії стику теплого морського повітря з холодним, що створює сприятливі умови для випадання сильних злив. Набагато менше випадків сильної зливи відмічається у Кіровоградській, Дніпропетровській, Запорізькій, Миколаївській, Херсонській областях, тому що вони розташовані на периферії зони з розвиненою циклонічною і фронтальною діяльністю. У Житомирській області сильні зливи були взагалі відсутні. В останні роки, в умовах сучасного потепління клімату, зливові опади почали відмічатися у квітні, вересні та жовтні. Найчастіше сильні зливи відмічалися у липні (36%). Майже з однаковою частотою - у червні (27%) та серпні (23%). У всіх п'ятиріччях найчастіше повторюються сильні зливи з опадами 30–40 мм У чотири–п'ять разів зменшується повторюваність злив з опадами 41–50 мм (17%), 8% становлять зливи з опадами 51–60 мм, 4% – 61–70 мм, 2% – 71–80 мм, 1% і менше – з опадами 80 мм і більше. У 2001–2005 рр. зросла кількість сильних злив з опадами 51–60 і 61–70 мм. Більшість випадків із сильними опадами влітку пов'язані з висотними ізольованими циклонами (відсічення), які зазвичай малорухомі й тривалий час впливають на територію дослідження, переважно в першій половині літа. Наприкінці літа сильні опади пов'язані з синоптичними процесами у взаємодії з квазістаціонарним гребенем на сході Європи.

За даними НААН України, за останні десятиріччя відбувається фактичне зміщення меж природно-кліматичних зон країни на 100–150 км на північ. Умови вегетації у традиційній підзоні Північного Степу (Дніпропетровська, Кропивницька області та ін.) вже відповідають підзоні Південного Степу. Підзона Північного Степу поступово зміщується на території Черкаської, Полтавської та інших областей, які традиційно були в зоні Лісостепу. За останні 20 років середньорічна температура січня та лютого підвищилася на 1–2^o, що призвело до змін у ритмі сезонних явищ – значно збільшилася кількість опадів у осінньо-зимовий період. Тому одним із важливих джерел водопостачання у ґрунт є надходження води з талого снігу. У зв'язку з цим значно зростає роль снігозатримання. В умовах змін клімату – глобального потепління та збільшення частоти посухи, актуальними стають дослідження вологозберігаючих систем землеробства, однією з яких є органічне землеробство, агротехнічні прийоми якого сприяють накопиченню, збереженню та раціональному використанню ґрунтової вологи. За умов збільшення посушливості клімату необхідно вживати системні та науково обґрунтовані заходи з адаптації аграрного виробництва до нових кліматичних умов. Протистояння постійному дефіциту вологи в землеробстві досягається за рахунок накопичення і збереження її шляхом постійного застосування сучасних енергоресурсовологозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, мінімізації обробітку ґрунту, скорочення строків проведення весняних польових робіт, і взагалі дотримання регламентів використання усіх технологічних операцій [14].

До середини ХХІ ст. режим зволоження в Україні може змінитись. Кількість опадів за рік варіюватиме несуттєво, проте остерігатиметься їх значна неоднорідність протягом року, від одного місяця до іншого. Холодний період року може стати вологішим, а теплий – посушливішим, при цьому північно-західні області можуть бути більше волого забезпеченими, а південно-східні більш посушливими. Зростання зимових сум опадів на заході може спричинити посилення весняних паводків. В Україні можна також очікувати збільшення

інтенсивності опадів протягом усього року, але найбільше у теплий період. Взимку суттєве збільшення кількості та інтенсивності опадів, що супроводжуватиметься значним ростом мінімальної температури повітря, може привести до зростання числа днів з дощем і зменшення числа днів зі снігом, збільшення повторюваності зливового та мокрого снігу, налипання мокрого снігу. Такі зміни призведуть до значної зміни агрокліматичних ресурсів України. Зміняться межі ґрунтово-кліматичних зон і, як наслідок, умови вирощування сільськогосподарських культур та їхня урожайність. Значно зросте територія недостатнього зволоження, яка потребує зрошення [2].

Максимальне збільшення середньомісячних сум опадів очікується в усі періоди взимку та навесні переважно у західному та північному регіонах. Найімовірніше зменшення місячних сум опадів буде влітку та восени у центральному, східному та південному регіонах в усі періоди. Очікується, що річний розподіл опадів у більшості регіонах залишатиметься континентальним, за винятком східного та південного регіонів. Для усієї території прогнозується трансформація континентального типу розподілу, що пов'язана зі збільшенням сум опадів у холодний період та їх зменшенням у теплий період [8].

Зростання температури та зміна режиму зволоження призведуть до зміни водного стоку річок і відповідно водозабезпечення окремих регіонів. На базі результатів прогнозування кліматичних показників для території України з використанням регіональної моделі REMO та водно-балансової моделі, запропонованої фахівцями Міжурядової групи з питань зміни клімату (МГЕЗК) С.І. Сніжком та ін., виконано розрахунки прогнозних характеристик водного стоку на території України в XXI ст. та встановлено, що протягом нинішнього століття для переважної кількості адміністративних областей України буде спостерігатися зменшення поверхневого водного стоку, що пов'язано з потеплінням (збільшення приземних температур повітря, збільшення випаровуваності) та зменшенням кількості атмосферних опадів [17].

2 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСУШЛИВОСТІ

2.1 Загальні відомості

Посуха — складне явище, яке зумовлене тривалою і значною нестачею опадів з підвищеною температурою повітря у вегетаційний період, коли в результаті випаровування з поверхні ґрунту і транспірації вичерпуються запаси вологи у ґрунті. Утворюються несприятливі умови для вирощування агрокультур. Ушкодження і загибель рослин відбувається внаслідок значної невідповідності потреб у волозі і надходженні її з ґрунту через несприятливий термічний режим. Посушливі явища – це закономірність континентального клімату [10].

До посушливих явищ відносять: тривале бездощів'я, високу температуру і низьку вологість повітря, суховії, атмосферну і ґрунтову посуху. Кожне з посушливих явищ має власні ознаки шкодочинності. За їх поєднанням утворюються комплексні критичні межі, які є найбільш небезпечними [5-6].

Бездощовий період (бездощів'я) - це інтервал часу, коли впродовж десяти і більше днів не спостерігаються опади або їх добова кількість не перевищує 1 мм. Тривале бездощів'я є передвісником посухи. Бездощовий період тривалістю понад 10 днів вважається посушливим.

Суховій - це стан атмосфери, за якого простежується повільне, зі швидкістю 3-5 м·с⁻¹, перенесення сухого, надмірно теплого повітря (відносна вологість $\leq 30\%$, а температура повітря $\geq 25^\circ\text{C}$). Поєднання суховію з бездощовим періодом протягом декількох діб зумовлює атмосферну посуху.

Атмосферною посухою є стан атмосфери з тривалим бездощів'ям, істотним зменшенням опадів, що супроводжуються підвищеною інсоляцією та

високою температурою повітря. Атмосферна посуха певної тривалості зумовлює ґрунтову посуху.

Ґрунтова посуха може спостерігатись на полях, які неадаптовані до посушливого клімату як без рослин, так і з рослинним покриттям. У першому випадку критерії ґрунтової посухи визначають за агрогідрологічними властивостями ґрунту (найменша вологоємність). За наявним агрофітоценозом ґрунтова посуха є складною системою, що враховує динаміку вологопотреби рослин і вологості ґрунту. В останньому випадку характерною особливістю ґрунтової посухи є невідповідність між вологопотребою рослин та умовами їх вологозабезпечення. Внаслідок недостатньої вологості ґрунту, надлишкових інсоляції та притоку тепла відбувається істотне зниження транспірації і продуктивності порівняно із сприятливими умовами.

Поєднання атмосферної і ґрунтової посухи в окремих випадках визначають як загальну посуху. Не завжди атмосферні посухи призводять до сільськогосподарських посух. В тому випадку, якщо запаси ґрунтової вологи великі після снігового покриву або сильних дощів, сільськогосподарська посуха може і не наступити.

За просторовими масштабами посушливі явища поділяють на місцеві, зональні, міжзональні, континентальні та глобальні.

Місцеві посушливі явища мають плямистий характер. Вони охоплюють до 10% площі однієї агрокліматичної зони. Зональні посушливі явища утворюють суцільний ареал і можуть займати від 10 до 100% площі агрокліматичної зони, не виходячи за її межі. Міжзональні посушливі явища розповсюджуються на території не менше двох агрокліматичних зон (від 10 до 30-35% у кожній зоні). Континентальні посушливі явища охоплюють не менше трьох агрокліматичних зон загальною площею від 30% і більше. Глобальні посушливі явища поширюються на значну частину певної півкулі або відповідну частку території в обох півкулях (не менше ніж по 10% території на всіх суміжних континентах).

Посушливі явища класифікують також за сезонами: весняні, літні, осінні, зимові, міжсезонні весняно-літні, за теплий період і період активної вегетації. За ступенем збитковості посушливі явища визначають як помірні, суворі, дуже суворі, катастрофічні.

Кількість неперервних посушливих періодів у теплу частину року в середньому коливається від 3 на північному заході до 6 на півдні. В окремі роки найбільша кількість посушливих періодів може становити від 8 у північно-західній частині до 10 у південно-східній. Середня тривалість окремого посушливого періоду становить 9-11 днів на Поліссі і в Лісостепу і збільшується до 12-16 днів у Степу.

Посушливі періоди тривалістю 31-40 днів, що зумовлюють ґрунтову посуху, повторюються до 5% на Поліссі і у Лісостепу та до 8% у Степу. Триваліші посушливі періоди (41-50 днів) бувають з повторюваністю до 1% на Поліссі і у західному Лісостепу, до 2% у східному Лісостепу та до 5% у Степу, за винятком його східної (Луганськ) та південної (Сімферополь) частин, де повторюваність таких періодів зменшується до 1%. Посушливі періоди можуть досягати понад 53-60 днів на Поліссі і у Лісостепу (за винятком Полтави) та 75 - 100 днів у Степу. Їх повторюваність становить 2-5 разів за 100 років.

У теплу частину року посушливі періоди за тривалістю розподіляються приблизно рівномірно за квітень-липень та за серпень-жовтень.

Бездощові періоди пов'язані головним чином зі стаціонарними антициклонами та їх відрогами, що розповсюджуються на Центральну та Південну Україну. Тривалі бездощові періоди спричинені антициклонами та ядрами високого тиску у масах арктичного повітря, що переміщуються з півночі. Менш тривалі бездощові періоди пов'язані з антициклонами, що рухаються із заходу і формуються у повітрі помірних широт, охоплюючи всю країну.

Атмосферна посуха (близько 30%) виникає під час зональної циркуляції атмосфери. У цих випадках у помірному поясі розташована зона високого атмосферного тиску, утворена відрогами Азорського та Середньоазійського

максимумів або кількома малорухливими антициклонами. Такі посухи охоплюють південь України, Нижнє Поволжя та Казахстан. Найчастіше (до 70%) розвиток атмосферної посухи відбувається внаслідок порушення зонального переносу при утворенні блокуючих ситуацій [5-6].

Причиною утворення посух в Україні є арктичні вторгнення з подальшою трансформацією повітряних мас, у результаті якої повітряна маса віддаляється від стану насичення і встановлюється безхмарна жарка погода. Посуха переважно пов'язана з рухом потужного антициклону за холодним арктичним фронтом. Вона стає тривалішою, коли за одним антициклоном прямує інший. Між ними може бути декілька днів прохолодної погоди, іноді навіть проходять невеликі дощі, але волога швидко випаровується. Безпосереднім осередком зародження антициклону, який спричиняє посуху в Україні, є два головних центри дії - Арктичний і Азорський.

У період глобального потепління кінця XX ст. та початку XXI ст. циркуляційні процеси, які обумовлюють посухи мають свої особливості. Іноді у теплий період у Європейському секторі циркуляції відбувається вихід теплого сухого повітря з півдня в меридіональному напрямку. Тривалість дії цієї південної складової меридіональної циркуляції збільшилася. Цей процес нетривалий і через деякий час його підсилює вторгнення сухого повітря з півночі. Такий складний процес, як правило, зумовлює сильну посуху в повітрі і ґрунті [10].

За сучасними дослідженнями [1], аналіз сезонних особливостей блокувальних процесів на території першого природно-синоптичного регіону показав, що особливо відчутна перевага атлантичних блоків узимку та восени. Проте влітку, особливо в липні, блокувальні процеси переважають над континентом. Блокування західного перенесення належить до меридіонального типу циркуляції атмосфери. Протягом останніх десятиріч у Північній півкулі відмічаються суттєві зміни атмосферної циркуляції, які полягають у збільшенні її меридіональної складової. Ці зміни й зумовили значною мірою зростання

кількості та інтенсивності екстремальних явищ погоди. Дослідження блокувальних процесів за період 1979-2013 рр., які зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, показали, що в середньому за рік реєструється сім випадків таких процесів. Найтриваліші процеси блокування відмічено в літні та весняні місяці, особливо в липні, травні та серпні, коли їхня максимальна тривалість може сягати близько місяця (25-30 днів).

2.2 Показники посушливості

Дослідження посух в більшості робіт виконуються з використанням даних про режим опадів, випаровуваність, дефіцит вологості повітря, температуру повітря, радіаційний баланс тощо. Оскільки окремі метеорологічні величини не можуть описати таке складне комплексне явище як посуха, використовуються різноманітні коефіцієнти або індекси посух, які враховують, як правило, умови зволоженості та температурний режим протягом певних періодів часу. Всі існуючі кількісні показники мають як переваги, так й недоліки, тому для оцінки інтенсивності і розповсюдженості посухи на конкретній території бажано використовувати декілька параметрів та їх порівняння [15].

Для кількісного визначення і прогнозування посух звичайно використовуються спеціальні характеристики. Найчастіше застосовуються критерії Г.Т. Селянінова і Д.А. Педя.

Індекс посушливості $S_i(\tau)$ Педя для опису посух враховує аномальні умови погоди в розподілі температури повітря ΔT , опадів ΔR та вологості ґрунту ΔE :

$$S_i(\tau) = \frac{\Delta T}{\sigma_T} + \frac{\Delta R}{\sigma_R} + \frac{\Delta E}{\sigma_E}, \quad (2.1)$$

де i – номер пункту;

$\Delta T = T - T_n$, $\Delta R = R - R_n$, $\Delta E = E - E_n$ (різниця між фактичним та нормальним стандартизованим значенням температури, опадів та вологи відповідно);

σ – середнє квадратичне відхилення;

τ - час.

Повна формула $S_i(\tau)$ відповідає атмосферно-грунтовій посусі, найбільш небезпечній для сільського господарства. Два перших члени формули (2.1) описують тільки атмосферну посуху, а третій - ґрунтову посуху. Оскільки не завжди є дані вимірів вологості діяльного шару ґрунту E - використовується спрощена формула, що враховує метеорологічні умови посухи (температуру повітря та атмосферні опади):

$$S_i(\tau) = \frac{\Delta T}{\sigma_T} + \frac{\Delta R}{\sigma_R}. \quad (2.2)$$

За значенням S_i характеризують інтенсивність атмосферної посухи: чим більше S_i , тим сильніше явище. У якості граничних прийняті показники: слабка посуха $S_i = 1,0 \dots 2,0$; середня посуха $S_i = 2,0 \dots 3,0$; сильна посуха $S_i \geq 3,0$.

Критерії посушливості Селянінова Г.Т. має назву «гідротермічний коефіцієнт Селянінова». Значення цього критерію визначається за формулою:

$$K_c = \frac{\sum R}{0,1 \sum t}, \quad (2.3)$$

де $\sum R$ - сума опадів (мм) за вегетаційний період;

$\sum t$ - сума температур повітря $>10^\circ\text{C}$ за цей період.

Прийняті критерії оцінки зволоження території в залежності від значення K_c : $<0,5$ - досить мало опадів і дуже посушливо; $0,5-1,0$ - посушливо і недостатньо волого; $>1,0$ - збитково волого [5-6, 15].

Часто використовується індекс посухи Пальмера, яка характеризує ступінь посушливості і збитковості зволоження. Для обчислення індексу

використовується спрощене рівняння водного балансу, основними параметрами якого є дані про температуру повітря і кількість опадів, а також постійні параметри, які характеризують вологоємність ґрунту.

Індекс розраховується за рівнянням:

$$X_i = 0,897X_{i-1} + \frac{1}{3}Z_i \quad (2.4)$$

де X_i - індекс Пальмера PDSI (Palmer Drought Severity Index) даного місяця (враховується з квітня до вересня);

X_{i-1} - індекс Пальмера для попереднього місяця;

Z_i - індекс аномальності зволоженості.

Значення індексу Пальмера: >4 характеризує екстремально збиткове зволоження, $3-4$ сильне зволоження, $2-3$ помірне зволоження, інтервал $-2...2$ нормальне зволоження, інтервал $-3...-2$ помірна посуха, інтервал $-4...-3$ жорстка посуха, < -4 – екстремальна посуха.

Проте, в моделі Пальмера не враховуються інші фактори, такі як відносна вологість повітря, швидкість вітру, зміна кількості сонячної радіації через зміну хмарності або концентрацію аерозолів, хоча ефект сонячного випромінювання враховується неявно через температуру поверхні ґрунту. На сьогодні перспективним вважається використання методу автоматичного локального калібрування індексу, який передбачає перехід до обчислення змінних коефіцієнтів рівняння водного балансу відповідно до кліматичних особливостей місцевості, для якої ведеться розрахунок [5, 15].

Атмосферні посухи оцінюють за сумою опадів у відсотках середньої багаторічної (кліматичною норми). Дуже сильна посуха спостерігається за суми опадів менше 50% норми, сильна посуха 50-0%, посуха середньої інтенсивності 71-80% норми.

В термінології для прогнозу погоди на місяць містяться прогностичні значення аномалії середньої маячної кількості опадів, %:

- 1) 80-120 мм - норма (близько до норми), місяць вважається звичайним;
- 2) < 80 мм - менше за норму, місяць вважається посушливим;
- 3) >120 мм - більше за норму, місяць вважається вологим.

В цьому дослідженні вказані показники використовуються для аналізу місячної кількості опадів відносно стандартної норми опадів згідно Кліматичного Кадастру України за період 1961-1990 рр. [7]. Залежно від виду атмосферних опадів, роки розділені на два періоди: холодний (листопад-березень), коли разом з твердими опадами можуть випадати й рідкі; теплий (квітень-жовтень) – переважно випадають рідкі опади [6].

3 СТАТИСТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ

У якості вихідних даних використано середню місячну кількість опадів та їх відхилень від кліматичної норми (1960-1991 рр.) за теплий період 2016-2020 рр. для обласних центрів України за даними бюлетенів погоди та програми АРМ Синоптика (додаток А, табл. А.1-А.5).

3.1 Річний і місячний розподіл

Проаналізовано місячні суми опадів за показниками 23 метеостанцій України. З метою виділення особливостей поля опадів, метеостанції розглядаються за поділом на агрокліматичні зони – Степ, Лісостеп, Полісся. Відсутні дані МС Донецьк та МС Луганськ.

Досліджується теплий період: квітень-жовтень, коли переважають рідкі опади. Використано наступний підхід відношення місячної сума опадів до стандартної норми опадів (СНО):

- 1) 80-120 мм від норми, Н - норма (близько до норми);
- 2) < 80 мм від норми, П – посушливий місяць;
- 3) >120 мм від норми, В – вологий місяць.

Розподіл місяців із різним режимом зволоження – норма, посушливо, волого, наведено у таблицях 3.1-3.5 та проілюстровано на рис.3.1-3.5 для кожного року досліджуваного періоду.

Розглянемо особливості зволоження на станціях помісячно кожного року.

Квітень 2016 р. демонструє перевищення норми за опадами для більшості станцій - 13 з 23-х. При цьому, в Степовій зоні спостерігаються найбільші суми опадів - Одеса та Запоріжжя 204% від норми. В Лісостеповій зоні відмічається

неоднорідність – 4 станції посушливо з найбільшим дефіцитом опадів у Тернополі – 52%, та 4 станції зі збитковим зволоженням, максимум – Полтава в 161% від норми. Для Полісся квітень у Житомирі був дуже сухим – 27% опадів від норми, а Львів, Івано-Франківськ та Рівне виділяють перевищення норми 129-131% (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за теплий період 2016 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Місяць																				
		квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень		
		П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н
Степ	Дніпро		1			1			1			1	1				1		1			
	Запоріжжя		1			1			1	1			1				1				1	
	Кропивницький			1		1			1	1				1		1					1	
	Миколаїв		1			1			1	1			1				1			1		1
	Одеса		1			1			1		1			1			1			1		1
	Сімферополь		1			1			1		1			1			1					1
	Херсон		1			1		1					1	1					1			1
Лісостеп	Вінниця	1				1	1			1			1			1			1			1
	Київ		1			1	1			1			1			1			1			1
	Полтава		1			1	1			1				1		1						1
	Суми		1			1				1			1		1		1					1
	Тернопіль	1			1			1			1			1			1					1
	Харків		1			1				1		1			1		1					1
	Хмельницький	1			1					1	1			1			1					1
	Черкаси			1		1			1	1				1		1		1				1
	Чернівці	1				1			1	1				1					1			1
Полісся	Луцьк			1	1				1	1				1		1					1	
	Житомир	1				1		1			1			1			1					1
	Ів.-Франківськ		1				1			1	1			1			1					1
	Львів		1		1				1		1			1			1					1
	Рівне		1		1				1	1				1			1					1
	Чернігів			1		1		1			1			1			1					1
	Ужгород	1			1			1					1	1					1			1
Σ		6	13	4	6	14	3	8	4	11	18	1	4	15	8	0	16	2	5	0	20	3

Травень 2016 р. також здебільшого був вологим по території країни. Для станцій Степової зони перевищення норми фіксуються повсюдно, екстремум - Сімферополь в 228%.

У Лісостепу центр, північ та північний схід були перезволоженими з найбільшою аномалією опадів у Черкасах – 119 мм опадів (328% норми), а дефіцит опадів відмічався у Хмельницькому та Тернополі. Західний регіон Полісся також показує недобір опадів, найбільший в Ужгороді, лише 39 мм (55%). При цьому північ – Чернігів та Житомир значне перезволоження – 279 і 209% від норми відповідно.

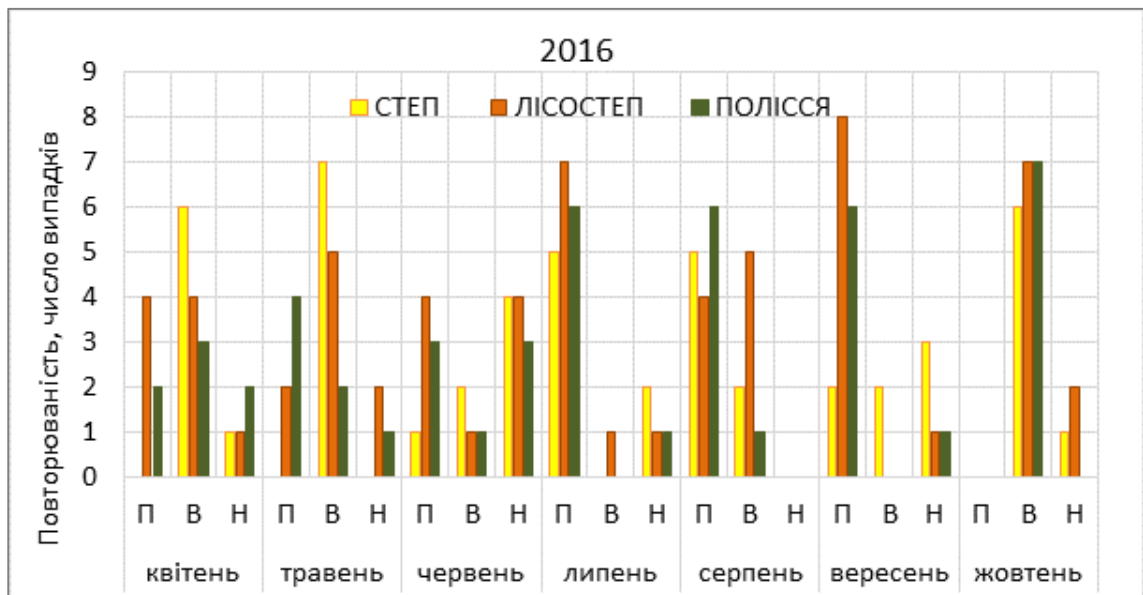


Рисунок 3.1 - Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за агрокліматичними зонами у теплом періоді 2016 р.

Згідно перебудові циркуляційних процесів до літа, для червня-серпня показники зволоження різко змінюються. Влітку 2016 р. суттєво зростає посушливість для більшості станцій усіх зон від червня до серпня, або відмічаються показники, близькі до норми. Так, у червні лише для 4-х станцій місяць виявився вологим, для 11-ти станцій – суми опадів в межах норми.

Виокремлюється Київ зі значним дефіцитом опадів – за місяць випало лише 15 мм опадів, це 21% від норми.

До липня режим зволоження зміщується у бік значного дефіциту опадів, загалом 18 станцій (78%), значна посушливість в Одесі – 7% норми, за місяць випало лише близько 4 мм опадів. Лише для Харкова липень був вологим – 151% норми за опадами. В наступному місяці тенденція до посухи зберігається – 15 станцій виділяють недобір опадів у серпні і лише 8 – перезволоження. При цьому, окрім Луцька, для Полісся на всіх станціях недобір опадів – 20...76% норми. Найбільше перезволоження в Одесі – 220% норми (75 мм).

У вересні також зберігається дефіцит опадів на більшості станцій, що навіть перевищує серпневі показники (16). При цьому посушливість зберігається повсюдно у Поліссі та Лісостепу, лише по одній станції мають показники зволоження, близькі до норми (Чернівці та Ужгород). Найбільші аномалії виділяються у Степу – за даними МС Кропивницький вересневі опади відсутні, а у Лісостепу – суттєвий дефіцит опадів у Полтаві (5% норми) та Києві і Черкасах (по 7%). При цьому зафіксовано екстремум кількості опадів в Одесі – 114 мм, це 317% від норми.

До жовтня прослідковується перебудова циркуляційних процесів і на більшості станцій – 20 з 23-х, спостерігається збиткове зволоження. На жодній станції немає дефіциту опадів. Загалом жовтень 2016 р. видався дуже вологим, на ряді станцій СНО перевищено в 3-6 разів. Екстремальні умови в Одесі – перевищення норми на 692%.

У підсумку, найбільша посушливість у теплому періоді 2016 р. відзначалася з липня до вересня, а жовтень був найбільш вологим.

Порівняємо показники зволоження наступного 2017 року (табл. 3.2, рис.3.2). Позначається деяка тенденція до посушливості навесні та влітку – з квітня до серпня для більшості станцій зберігається дефіцит опадів. Так, для 13 станцій у квітні-травні, 12 – у липні та для 17 – у червні і серпні характерні

посушливі умови. А восени (вересень-жовтень), навпаки, здебільшого відмічається перезволоження.

Таблиця 3.2 – Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за теплий період 2017 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Місяць																						
		квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень				
		П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н		
Степ	Дніпро		1		1			1					1	1					1			1		
	Запоріжжя		1		1			1			1			1					1				1	
	Кропивницький	1			1			1					1	1						1			1	
	Миколаїв		1				1	1			1			1				1						1
	Одеса		1				1		1			1			1			1						1
	Сімферополь		1			1				1			1	1				1						1
	Херсон		1		1			1					1	1				1				1		
Лісостеп	Вінниця	1			1			1			1			1				1					1	
	Київ	1			1			1			1					1			1			1		
	Полтава			1	1			1			1			1			1						1	
	Суми	1			1			1				1	1			1							1	
	Тернопіль	1					1	1			1					1		1					1	
	Харків			1	1			1			1			1			1						1	
	Хмельницький	1			1			1			1			1				1					1	
	Черкаси	1			1			1			1			1			1						1	
	Чернівці	1					1			1	1			1				1					1	
Полісся	Луцьк	1				1	1				1				1		1					1		
	Житомир	1			1			1			1			1					1			1		
	Ів.-Франківськ	1					1			1			1	1				1				1		
	Львів			1			1	1			1			1				1				1		
	Рівне	1					1			1			1			1		1				1		
	Чернігів	1			1			1					1	1					1			1		
	Ужгород			1			1			1			1	1				1					1	
Σ		13	6	4	13	1	9	17	1	5	12	2	9	17	2	4	8	10	5	1	18	4		

Для квітня 2017 р. Степова зона виявилася найбільш зволоженою, Дніпро – 268% від норми, Херсон – 266%. І, навпаки, Лісостеп та Полісся - значний

дефіцит опадів, лише по дві станції з кожної зони мають зволоження, близьке до СНО. Найбільший недобір опадів у Черкасах – лише 29% від норми (11 мм).

Травень виявився вологим лише для Сімферополя – 164% норми за опадами. На 9 станціях зволоження в межах кліматичної норми, для 13-ти - посушливо. Дефіцит опадів переважає в Лісостепу – 7 станцій з 9, а найбільша посушливість відмічається для Запоріжжя – лише 8 мм опадів за місяць (18%).

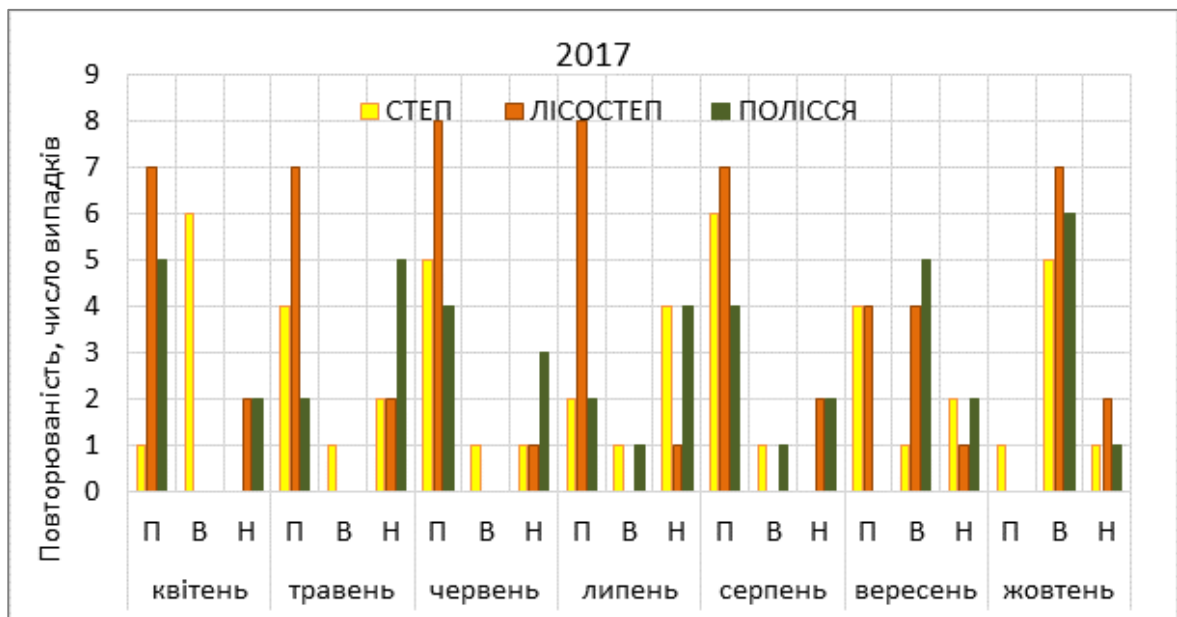


Рисунок 3.2 - Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за агрокліматичними зонами у теплом періоді 2017 р.

У червні лише в Одесі перезволоження (124% норми), на 5 станціях зволоження в межах норми, це переважно західний регіон. У Лісостепу, за винятком Чернівців, – дефіцит опадів. Найбільш посушливим виявився червень у Миколаєві – 15% норми опадів (8мм).

Липневий розподіл показує перевагу посушливості для 12 станцій, з них – 8 у Лісостепу. Найбільший дефіцит опадів – у Хмельницькому та Миколаєві (36 та 35% відносно норми відповідно). 9 станцій мають зволоження в межах кліматичної норми. Збитково волого було в липні 2017 р. в Одесі та Луцьку. Для Одеси аномалія за опадами майже вдвічі вище норми (198%).

До серпня знову зростає посушливість – 17 станцій мають недобір опадів (74%). Найбільш посушливим був серпень у Кропивницькому та Херсоні – відповідно 12 та 13% від норми опадів. Найбільш вологим виявився серпень в Ужгороді – перевищення норми на 163%.

Вересень 2017 р. показує збільшення зволоження – 10 станцій проти 8 з дефіцитом опадів. При цьому найбільш посушливо було в Степу – Херсон та Сімферополь – за місяць випало менше 1 мм опадів. І, навпаки, для Полісся виділяється перезволоження на 7 станціях та для 2-х станцій – опади в межах норми. Особливо значні суми опадів реєструвалися на заході країни – Івано-Франківськ – 174 мм (329% норми), Львів – 138 мм (238%).

Жовтень практично для всіх станцій був вологим – 18 з 23-х. Посушливо було лише у Херсоні – 39% норми опадів. Для 4-х станцій зволоження в межах норми. Найбільш вологим позначився жовтень для півночі країни – Київ 223% від норми, Чернігів – 259%.

В результаті, найбільш вологим виявився жовтень, влітку відмічався посушливий період.

Наступного року виділяються суттєві відмінності режиму зволоження навесні (табл. 3.3, рис.3.3). Зокрема у квітні-травні дуже посушливо для переважної території країни. Особливо значний дефіцит опадів у квітні 2018 р. – 22 станції і лише Суми мали зволоження близьке до норми (90%). Найбільший недобір опадів у Степу – Херсон 5%, Миколаїв 6%, Одеса 8%; місячна сума опадів на станціях не перевищувала 3 мм.

Очевидно, циркуляційні процеси, що спричинили суттєвий дефіцит опадів, не змінилися до наступного місяця, оскільки посушливість зберігається й у травні 2018 р. на 19 станціях, а на 4-х станціях - опади в межах стандарту. Найбільш посушливо було у Вінниці – 22% і Житомирі – 27% від СНО.

У червні досить неоднорідний режим зволоження по Україні. У Степовій зоні 6 станцій з 7 виділяють недобір опадів і тільки у Дніпрі опади в межах норми. Найсухіше у Сімферополі – 17% норми (9 мм опадів). Для Лісостепу

більшість станцій має опади в межах норми, Вінниця та Чернівці збиткове зволоження – 183 та 187% відповідно, а ось у Харкові дефіцит опадів – 67% від норми. Зона Полісся ще більше різниться полем опадів: Рівне та Житомир – посушливо, а Івано-Франківськ, Львів та Чернігів перезволоження. У Львові випало 153 мм, в Івано-Франківську – 136 мм.

Таблиця 3.3 – Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за теплий період 2018 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Місяць																							
		квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень					
		П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н			
Степ	Дніпро	1			1					1		1		1						1			1		
	Запоріжжя	1			1			1				1		1						1			1		
	Кропивницький	1			1			1				1		1						1			1		
	Миколаїв	1			1			1				1	1							1			1		
	Одеса	1			1			1				1	1							1			1		
	Сімферополь	1			1			1				1	1							1				1	
	Херсон	1						1	1			1	1								1	1			
Лісостеп	Вінниця	1			1				1			1	1								1				1
	Київ	1			1				1			1	1							1			1		
	Полтава	1						1				1	1							1			1		
	Суми				1	1					1	1					1						1		
	Тернопіль	1			1						1			1	1						1				1
	Харків	1			1				1					1	1						1	1			
	Хмельницький	1			1						1			1	1			1						1	
	Черкаси	1						1			1			1	1					1			1		
	Чернівці	1			1				1					1	1			1					1		
Полісся	Луцьк	1			1				1			1	1				1						1		
	Житомир	1			1			1				1	1								1				1
	Ів.-Франківськ	1			1				1			1	1								1	1			
	Львів	1			1				1			1			1		1			1				1	
	Рівне	1			1			1				1	1				1						1		
	Чернігів	1			1				1			1	1				1						1		
	Ужгород	1						1			1	1			1		1						1		
Σ		22	0	1	19	0	4	9	5	9	2	13	8	22	0	1	7	10	6	17	3	3			

На відміну від стандартного кліматичного розподілу, липень 2018 р. демонструє перезволоження для більшості станцій – 13, а 8 – в межах норми.

Найбільш зволуженим виявився Степ – 6 станцій з 7, а максимум опадів зафіксований в Лісостеповій зоні – Житомир отримав 197 мм опадів, це 206% від норми. Лише Суми та Ужгород мали дефіцит опадів – 58 та 71% від СНО відповідно.

До серпня ситуація змінюється на протилежну, переважна кількість станцій характеризуються недобором опадів – 22 з 23-х. Степ і Лісостеп весь посушливий, у Поліссі тільки Львів мав опади в межах норми. Найбільший дефіцит опадів саме у Степовій зоні – в Дніпрі, Одесі, Херсоні, Сімферополі та Харкові Лісостепової зони, опадів у серпні не було. Миколаїв та Запоріжжя – близько 1 мм опадів, також дуже сухо було у Полтаві та Сумах – 3 та 5% норми.

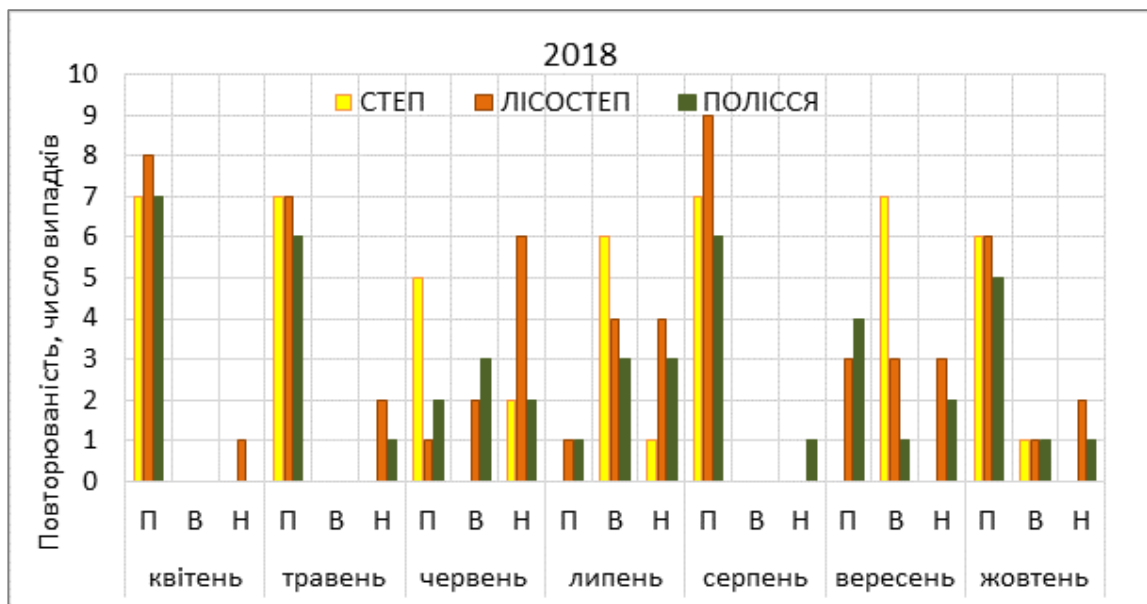


Рисунок 3.3 - Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за агрокліматичними зонами у теплому періоді 2018 р.

Вересень та жовтень також мають суттєві відмінності відносно кліматичного розподілу опадів. Вересень був вологий на половині станцій (10),

здебільшого посушливий у Поліссі, а у жовтні Україною знову поширилася посуха – 17 станцій свідчать про дефіцит опадів.

Для Лісостепу вересень став найбільш вологим для Черкас – 302% норми (109 мм). В Степу подвійна місячна норма опадів реєструвалася у Миколаєві, Сімферополі та Дніпрі. Жовтень мав значний недобір опадів у всіх агрокліматичних зонах і лише Хмельницький, Львів та Сімферополь дещо перевищили норму (145, 140, 126% відповідно). Найбільша посушливість відмічалася на Одещині, зокрема Одеса – 5 мм опадів (19% норми).

Таким чином, у 2018 р. найбільш посушливим був квітень-травень, серпень та жовтень, а найбільш вологим – нетипово липень.

Проаналізуємо поле опадів теплого періоду 2019 року (табл.3.4, рис.3.4).

В загальному, з літа до осені, спостерігалася посушливість на більшості станцій. Найбільший дефіцит опадів реєструється у вересні – 21 станція з 23-х.

Навесні квітень виділився зволоженням в межах норми на 12-ти станціях, а у травні 15 станцій показують збиткове зволоження. Для квітня найменша сума опадів зафіксована в Івано-Франківську та Сумах – 47 та 58% від норми. Найбільш вологим був квітень у Запоріжжі – 178% норми.

Травень виділяє збиткове зволоження переважно у Поліссі та Лісостепу – Житомир 263% від норми опадів, Івано-Франківськ 248%, Хмельницький 244%, Вінниця 223%. А у Сімферополі травень виявився найбільш сухим, лише 30% норми опадів.

До літа зростає посушливість: червень – 13 станцій, липень – 17, серпень – 16. При цьому, червень видався найбільш сухим для Полісся. Лише у Луцьку опади в межах норми. Чернігів виділяє найбільший дефіцит опадів – 16 мм, це лише 20% норми. Перезволоження зареєстроване на 5 станціях, з них аномальна сума опадів у Херсоні – 93 мм (206% норми).

У липні 6 станцій вказують опади в межах СНО, перезволоження не було на жодній станції. Найбільш сухо було у Степу та Лісостепу – Черкаси 14%, Тернопіль 20%, Одеса – 23% СНО.

Для серпня у Степу три станції мали перезволоження з максимумом у Запоріжжі – 125 мм, це 313% від норми. Проте, здебільшого, відмічався недобір опадів. Найбільша посушливість відмічалася у Лісостепу. Так, Полтава - 6%, Черкаси - 12%, Суми та Вінниця - по 13% від місячної норми опадів.

Таблиця 3.4 – Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за теплий період 2019 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Місяць																				
		квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень		
		П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н
Степ	Дніпро			1			1	1					1		1		1					1
	Запоріжжя			1			1	1					1	1			1					1
	Кропивницький			1			1	1			1			1			1					1
	Миколаїв		1			1			1		1				1		1				1	
	Одеса			1			1	1			1				1		1					1
	Сімферополь			1	1				1		1						1	1			1	
	Херсон		1			1			1				1	1			1					1
Лісостеп	Вінниця	1				1			1	1			1		1		1				1	
	Київ			1		1			1			1	1		1		1				1	
	Полтава	1				1			1		1				1		1					1
	Суми	1				1			1		1				1			1				1
	Тернопіль			1		1			1	1			1		1		1				1	
	Харків			1		1			1				1	1			1					1
	Хмельницький	1				1			1		1			1			1				1	
	Черкаси			1	1				1		1			1			1				1	
	Чернівці			1		1			1	1			1		1		1				1	
Полісся	Луцьк		1			1			1	1					1	1					1	
	Житомир			1		1			1				1		1		1				1	
	Ів.-Франківськ	1				1			1		1							1				1
	Львів	1				1			1				1		1		1				1	
	Рівне			1		1			1				1		1	1					1	
	Чернігів	1				1			1		1			1			1					1
	Ужгород		1			1			1				1	1			1				1	
Σ		7	4	12	2	16	5	13	5	5	17	0	6	16	4	3	21	0	2	12	5	6

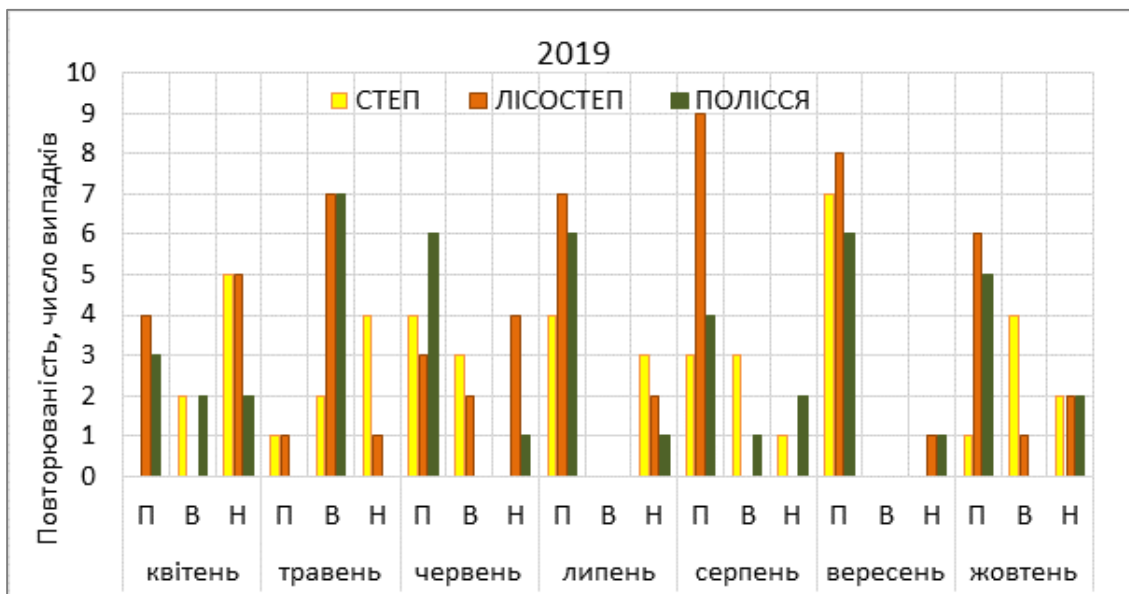


Рисунок 3.4 - Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за агрокліматичними зонами у теплом періоді 2019 р.

До вересня посуха посилюються – 21 станція реєструє дефіцит опадів і лише у Сумах та Івано-Франківську кількість опадів близька до норми. У Миколаєві випало близько 2 мм опадів за місяць (4% норми), у Хмельницькому 17 мм (3% норми). У жовтні в певній мірі зберігається посушливість, особливо у Лісостеповій зоні та Поліссі, Степ більш зволожений. У Дніпрі, Херсоні, Одесі, Харкові випала подвійна місячна сума опадів. Найбільш сухим видався жовтень у Тернополі – 23% норми (8мм).

Таким чином, лише навесні кількість опадів була близькою до норми, або перевищувала її, а влітку та восени здебільшого відмічалася посушливість.

Останній період для аналізу – квітень-жовтень 2020 р. (табл. 3.5, рис.3.5).

На відміну від попереднього року, збиткове зволоження виділяється на більшості станцій у травні-червні та жовтні, а квітень є виключенням серед 5 років з дефіцитом опадів за всіма станціями.

Аналізуючи всю територію країни, у квітні 2020 р. відмічалася суворя посуха. Лише на окремих станціях реєструвалася половина місячної суми опадів (центр та частково схід країни).

Таблиця 3.5 – Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за теплий період 2020 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Місяць																					
		квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень			
		П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	
Степ	Дніпро	1				1				1	1			1			1				1		
	Запоріжжя	1				1			1				1	1			1					1	
	Кропивницький	1				1		1			1			1			1					1	
	Миколаїв	1				1			1		1			1			1					1	
	Одеса	1				1		1			1			1					1	1			
	Сімферополь	1					1	1					1			1				1			1
	Херсон	1			1					1			1	1			1						1
Лісостеп	Вінниця	1				1				1	1			1					1			1	
	Київ	1				1		1			1			1			1					1	
	Полтава	1				1				1	1			1			1						1
	Суми	1				1				1			1	1			1			1			
	Тернопіль	1					1		1		1			1				1				1	
	Харків	1				1			1			1		1			1						1
	Хмельницький	1					1		1		1			1					1			1	
	Черкаси	1				1		1			1			1			1						1
	Чернівці	1				1			1		1			1				1				1	
Полісся	Луцьк	1				1			1				1			1			1			1	
	Житомир	1				1			1		1			1					1			1	
	Ів.-Франківськ	1				1			1				1	1				1				1	
	Львів	1				1			1		1			1				1					1
	Рівне	1				1			1				1			1			1			1	
	Чернігів	1				1			1	1			1					1			1		1
	Ужгород	1			1				1			1			1				1			1	
Σ		23	0	0	2	18	3	5	12	6	14	2	7	19	1	3	9	5	9	2	15	6	

Найбільший дефіцит опадів відмічався на півдні. Зокрема, в Одесі та Херсоні випало лише близько 3 мм опадів за місяць. Також критично малі суми у Луцьку – близько 2 мм, Рівне 4 мм, Запоріжжя 5 мм, Чернігів та Кропивницький – 6 мм.

До травня відбувається зміна режиму зволоження на практично протилежний – 18 станцій фіксують збиткове зволоження. Подвійна місячна сума опадів випала в Одесі, Вінниці, Києві, Полтаві, Житомирі, Рівному. Екстремуми зареєстровані у Чернігові та Харкові – 260 та 261% від норми.

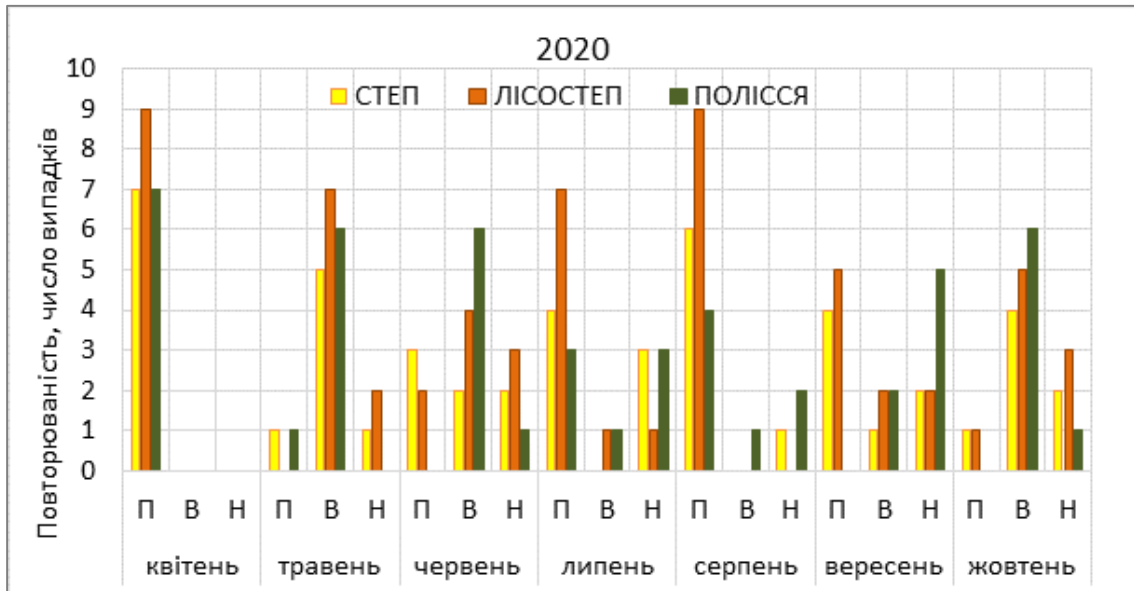


Рисунок 3.5 - Розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за агрокліматичними зонами у теплом періоді 2019 р.

У червні на половині станцій ще спостерігається перезволоження, найбільше для Полісся - Івано-Франківськ 243% норми опадів. 5 станцій мають дефіцит опадів, найбільший у Сімферополі - 53% норми опадів.

Липень та серпень вказують на зростання посушливості. Так, у липні 14 станцій з недобором опадів, переважно у Степу та Лісостепу – Вінниця 30%, Дніпро 35%, Одеса 36% від норми опадів. Виділяється Харків та Ужгород – місячні суми опадів перевищили 100 мм. Серпень був більш сухим – 19 станцій з дефіцитом опадів, лише в Ужгороді мінімальне перевищення норми (122%). При цьому у Кропивницькому опади не зафіксовані, також дуже сухо було у Черкасах та Миколаєві – випало близько 5 мм опадів за місяць.

Вересень 2020 р. виділяє значну неоднорідність зволоження – 9 станцій посушливо, 9 – в межах норми та 5 – збиткова вологість. Найбільша посушливість зберігається на ряді станцій у Степу та Лісостепу. Зокрема, Харків – менше 1 мм опадів за місяць, Дніпро 4 мм, Запоріжжя 6 мм. Водночас, в Івано-Франківську та Чернівцях фіксується подвійна місячна сума опадів в 202%.

До жовтня збиткове зволоження поширюється територією країни і реєструється на 15 станціях. Винятково посушливим видався цей місяць для Одеси та Сум – лише по 8 мм опадів. Також недобір опадів відмічається на північному сході та сході країни. Найбільше перезволоження мало Полісся та Лісостепова зона - Хмельницький – 258% норми опадів, Івано-Франківськ 253%.

В результаті, у 2020 р. режим зволоження мав найбільші відхилення.

Узагальнимо показники зволоження за роками - рис.3.6, табл.3.6.

Кожного року з різною часткою зберігається переважання посушливості по території України у теплий період року. Найбільший недобір опадів припадає на 2018 р. для станцій всіх агрокліматичних зон (68%).

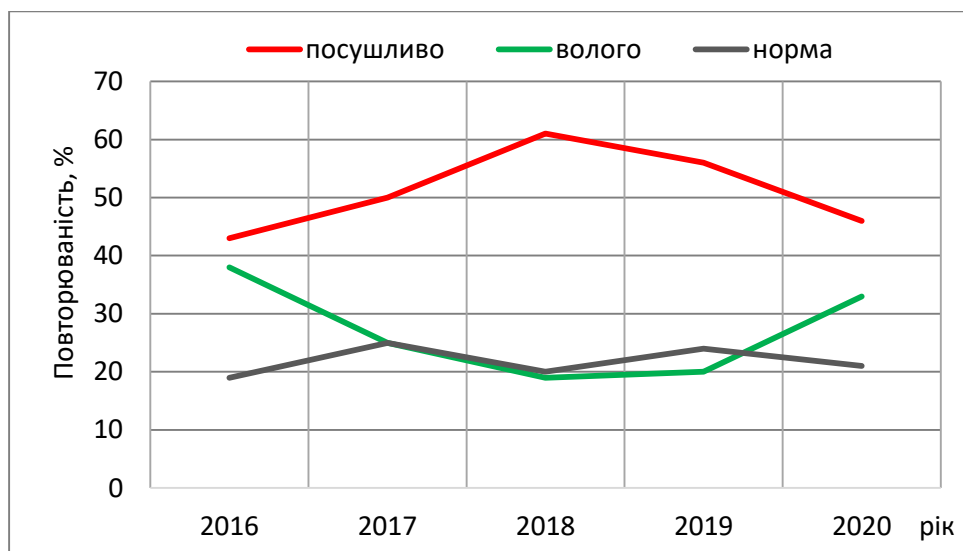


Рисунок 3.6 – Середня річна повторюваність режимів різного зволоження за теплий період 2016-2020 рр.

Таблиця 3.6 – Річний розподіл посушливих (П), вологих (В) та місяців з вологістю, близькою до норми (Н), за теплий період 2016-2020 рр.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Повторюваність (кількість випадків)														
		2016			2017			2018			2019			2020		
		П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н
Степ	Дніпро	1	3	3	3	2	2	4	2	1	2	2	3	4	2	1
	Запоріжжя	2	4	1	4	3	0	5	2	0	3	0	4	3	3	1
	Кропивницький	2	3	2	4	1	2	5	2	0	4	0	3	4	3	0
	Миколаїв	2	3	2	4	1	2	5	1	1	2	5	0	4	3	0
	Одеса	1	6	0	1	5	1	4	3	0	4	1	2	5	1	1
	Сімферополь	3	3	1	2	3	2	5	2	0	3	2	2	2	0	5
	Херсон	2	3	2	5	1	1	4	1	2	2	4	1	4	0	3
Лісостеп	Вінниця	5	1	1	5	1	1	3	2	2	5	1	1	3	2	2
	Київ	4	3	0	4	1	2	4	2	1	3	1	3	5	2	0
	Полтава	3	3	1	5	0	2	3	2	2	4	2	1	4	1	2
	Суми	1	4	2	5	1	1	5	0	2	3	1	3	4	1	2
	Тернопіль	6	1	0	3	2	2	3	0	4	4	1	2	3	3	1
	Харків	1	4	2	5	1	1	5	0	2	3	2	2	3	3	1
	Хмельницький	5	1	1	5	2	0	4	1	2	6	1	0	3	2	2
	Черкаси	2	4	1	6	1	0	3	2	2	6	0	1	5	1	1
	Чернівці	2	2	3	3	2	2	5	1	1	4	1	2	3	4	0
Полісся	Луцьк	3	2	2	2	3	2	5	1	1	3	2	2	1	3	3
	Житомир	5	2	0	5	1	1	4	1	2	5	1	1	3	3	1
	Ів.-Франківськ	3	2	2	2	2	3	4	1	2	4	1	2	2	4	1
	Львів	4	3	0	3	2	2	2	3	2	5	1	1	3	3	1
	Рівне	4	2	1	1	2	4	6	0	1	4	1	2	1	3	3
	Чернігів	4	2	1	4	1	2	5	2	0	5	1	1	3	2	2
	Ужгород	4	1	2	0	2	5	5	0	2	4	2	1	2	4	1
Σ		69	62	30	81	40	40	98	31	32	88	33	40	74	53	34
Середня річна, %		43	38	19	50	25	25	61	19	20	55	20	25	46	33	21

На половині станцій спостерігався дефіцит опадів у теплому періоді 2017 та 2019 рр. (50 та 55% відповідно).

Найвищий відсоток перезволоження на станціях відмічався 2016 року (38%). У 2017-2019 рр. була близькою повторюваність вологих місяців та

зволоження в межах норми. Загалом, кількість опадів на станціях, наближена до кліматичної норми з року в рік коливалася у незначних межах – 19-25%.

На наступному етапі роботи проаналізовано місячний розподіл зволоження за агрокліматичними зонами за весь досліджуваний період 2016-2020 рр. (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Середня місячна повторюваність різних режимів зволоження (посушливо П, волого В, норма Н), за теплий період 2016-2020 рр.

Агрокліматичні зони	Повторюваність, %																				
	квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень		
	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н	П	В	Н
СТЕП	13	12	5	8	14	8	17	7	7	13	6	11	24	5	2	14	9	7	8	17	5
ЛІСОСТЕП	28	4	8	15	17	8	15	8	15	26	5	8	33	4	2	24	8	7	12	18	10
ПОЛІССЯ	21	4	5	8	13	9	13	9	9	17	4	10	21	3	6	14	7	10	9	17	4
Середня за період, %	62	20	18	31	44	25	45	24	31	55	15	29	78	12	10	53	24	24	29	52	19

В середньому за період, за винятком травня та жовтня, в усі місяці найвища частка посушливості. При цьому, найбільший дефіцит опадів відповідає середнім статистичним показникам і спостерігається у серпні – 78% станцій. Для станцій за всіма агрокліматичними зонами серпень найчастіше був посушливим, зі зростанням повторюваності до 33% у Лісостепу. Надалі виділяється відхилення від стандартного розподілу і на другому місяці за посушливістю слідує квітень – 62%, повторюваність за станціями дефіциту опадів навіть перевищує показники червня та липня. Знову висока частка посушливості на станціях у Лісостепу – 28%.

Травень досліджуваного п'ятиріччя був досить вологим, в середньому 44%, але найчастіше перезволоження відмічалось на станціях у жовтні – 52% з найвищими показниками для всіх агрокліматичних зон. Вересень вказує на

однакову частоту вологих періодів і близьких до норми. Особливістю також є те, що у червні середня повторюваність перезволоження вища за квітневу – 24% проти 20% відповідно.

Опади в межах кліматичної норми у місячному розподілі за станціями мають досить значну амплітуду - 10-31%. Найчастіше зволоження, близьке до стандартної норми, відмічалось на станціях нетипово також у червні – 31%. Таким чином, червень у 2016-2020 роках був досить вологим.

Для більшої наочності розподіл повторюваності (%) режимів зволоження за станціями в різних агрокліматичних зонах проілюстровано на діаграмах помісячно - рис.3.7-3.13.

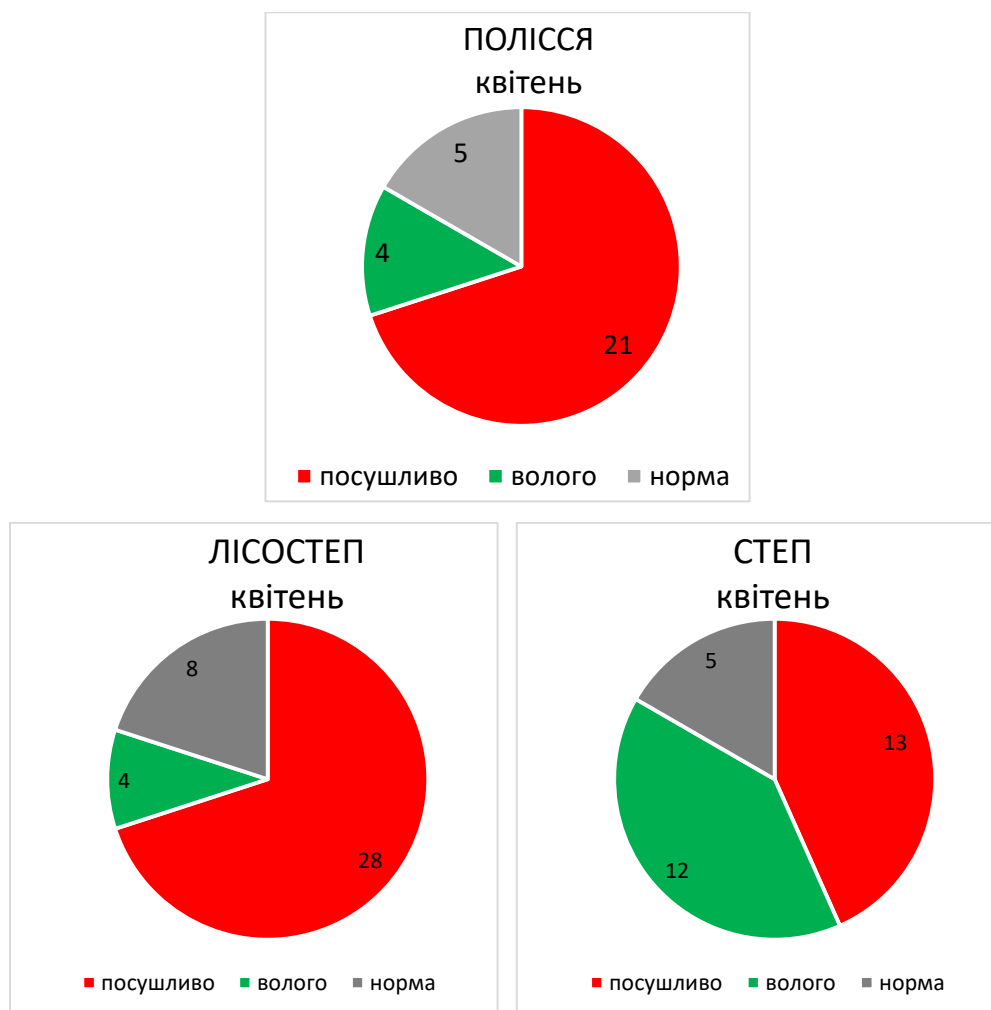


Рисунок 3.7 – Повторюваність різних режимів зволоження у квітні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

Квітень у п'яти досліджуваних роках виділяє найбільшу посушливість у Лісостепу – 28% і практично вдвічі нижчу у Степу - 13%. Що також є нетиповим, але збігається з висновками сучасної тенденції кліматичних змін міграції зон до півночі за співвідношенням кількості опадів до кількості накопиченого тепла.

Також виділяється найвища частка збиткового зволоження саме у Степовій зоні – 12%. Місячна сума опадів на станціях в межах СНО близька для всіх зон – 5-8%.

Для травня, як вказувалося вище, спостерігався розбіжний режим зволоження по території країни – рис.3.8.

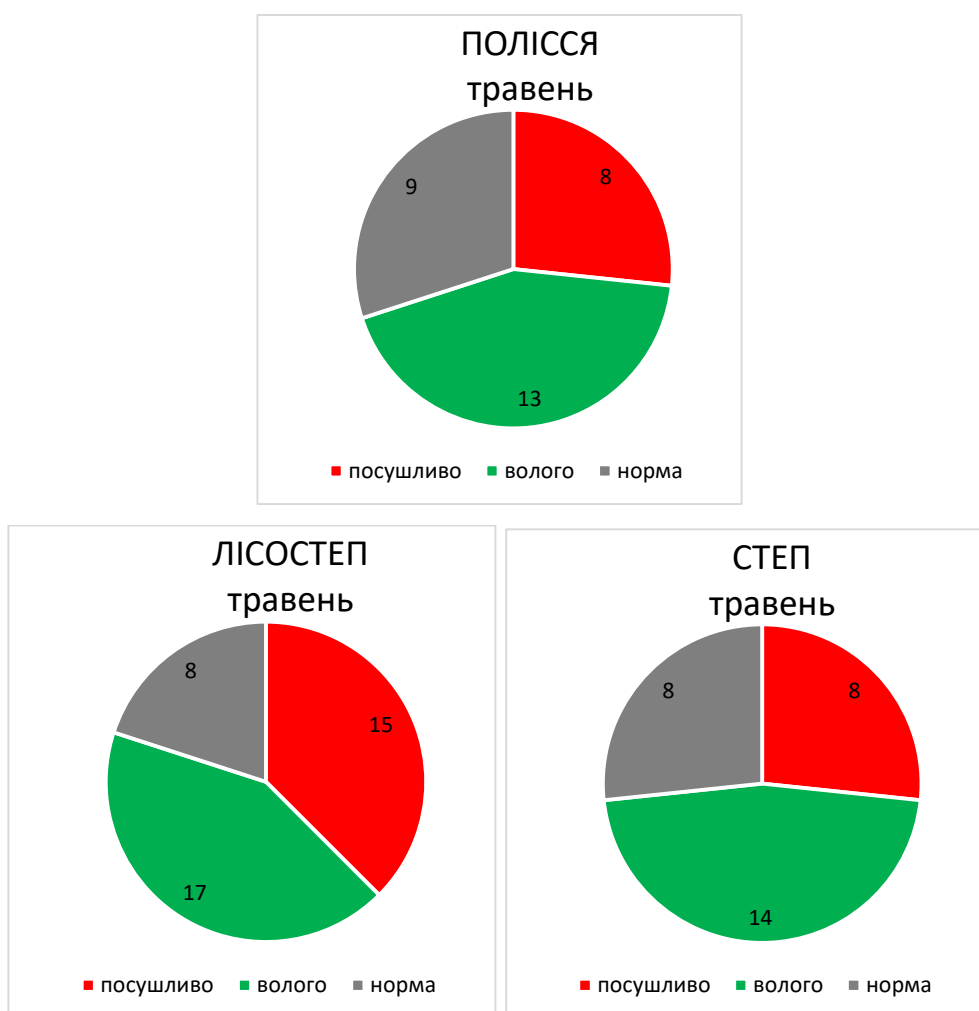


Рисунок 3.8 – Повторюваність різних режимів зволоження у травні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

Зокрема, для всіх зон виділяється деяка перевага збиткового зволоження, дещо вища у Лісостепу – 17%. При цьому, для станцій Лісостепової зони зберігається частка посушливості 15%, тоді як для Степу та Полісся вона різко зменшується до 8%. Знову повторюваність нормального розподілу зволоження практично рівна для всіх зон – 8-9%.

До літа стандартно збільшується посушливість на станціях усіх агрокліматичних зон – рис.3.9. Проте розподіл дещо відрізняється – найчастіше червень був сухим для станцій Степової зони – 17%, а для Лісостепу виділяється рівна частка посушливості та нормального зволоження – 15%.

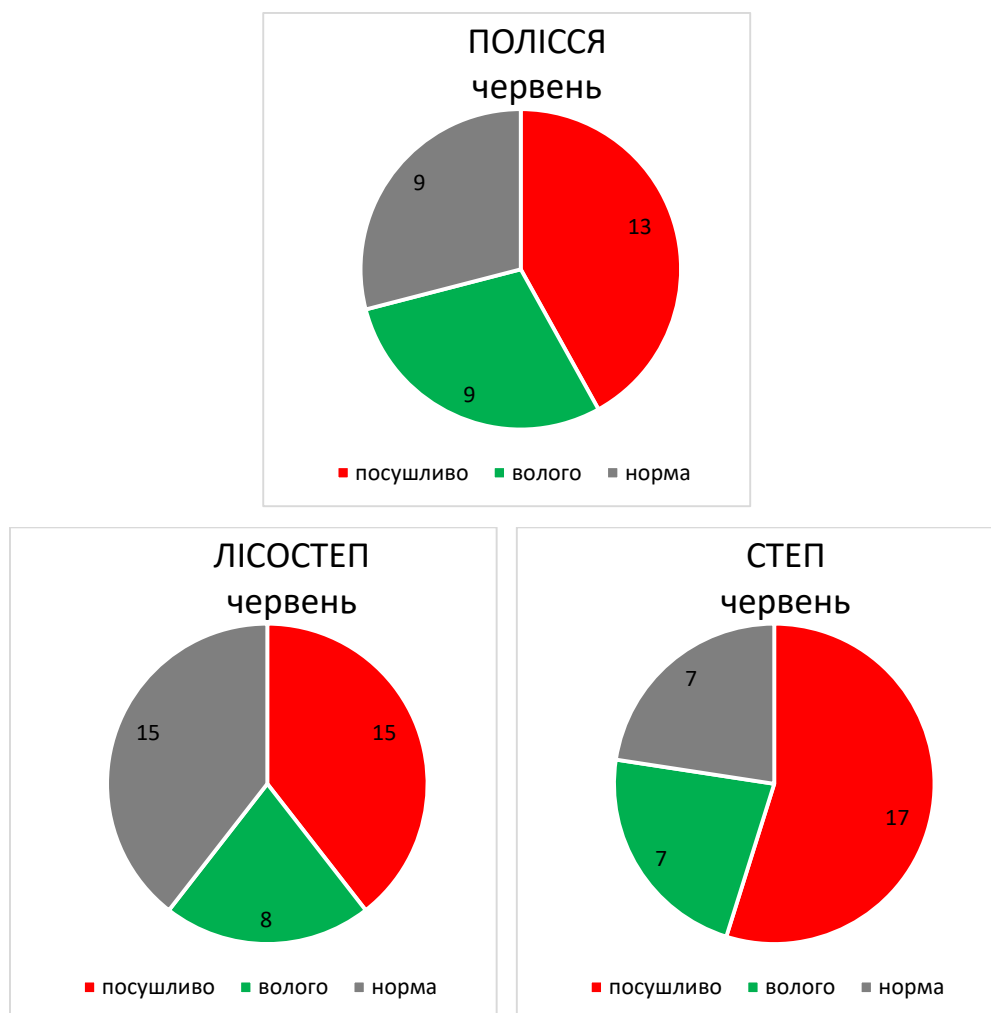


Рисунок 3.9 – Повторюваність різних режимів зволоження у червні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

Дещо частіше перезволоження реєструвалося на станціях Полісся - 9%.

До липня різко зростає дефіцит опадів за всіма агрокліматичними зонами – рис.3.10. Так, станції Лісостепу мають найвищу повторюваність посушливості – 26%. Також часто липень був сухим для станцій Полісся, і знову – для Степової зони дещо нижча повторюваність – 13%. Порівняно з червнем, знижується частка повторюваності перезволоження для всіх зон – 4-6%.

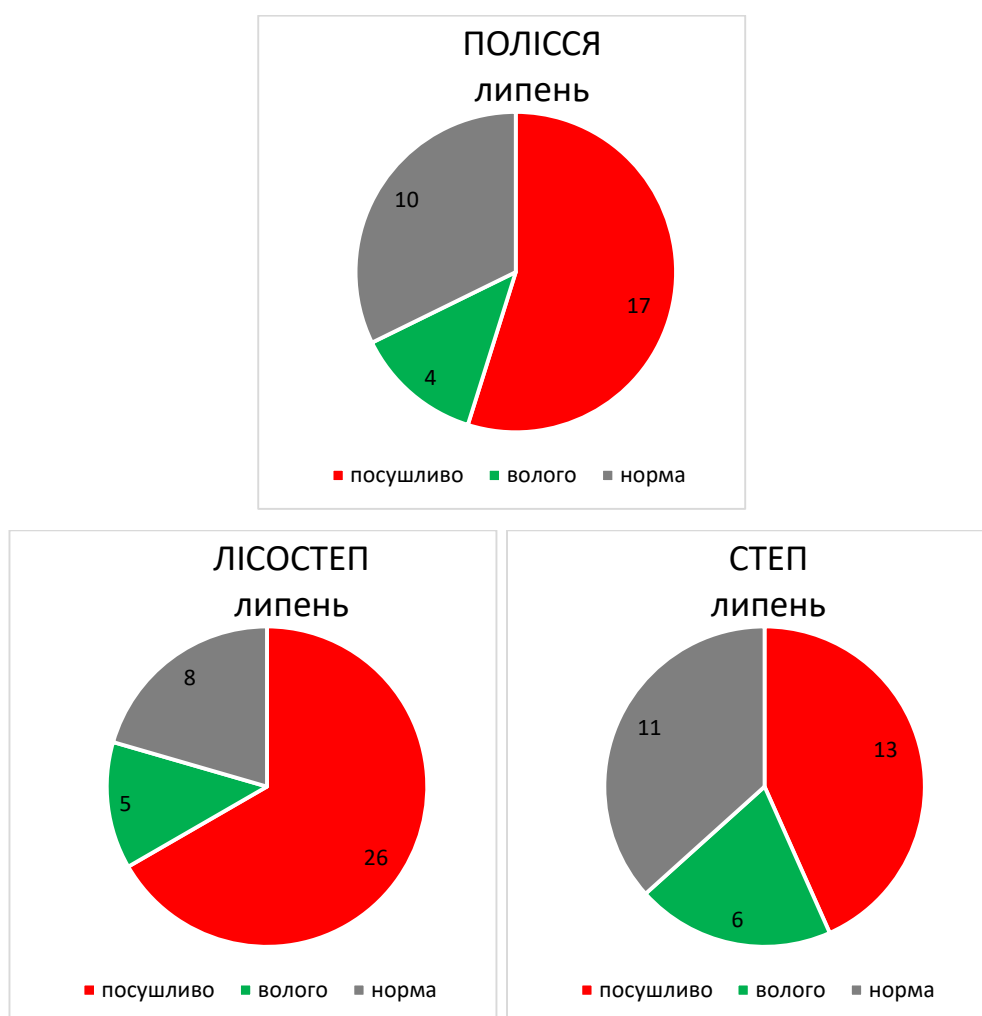


Рисунок 3.10 – Повторюваність різних режимів зволоження у липні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

Для Полісся та Степу також виділяється відхилення при досить високих показниках нормального зволоження - 10-11% відповідно.

У підсумку, найбільш зволожений за липень був саме Степ.

Серпень у 2016-2020 рр. виділяється найбільшою посушливістю (рис.3.11). Знову виокремлюється Лісостеп з найвищою повторюваністю дефіциту опадів – 33%, при цьому найнижча частка нормального зволоження в 2% та низька збиткового – 4%. Також досить посушливим був серпень у Степу – 24%, нормальне зволоження також лише 2%. Проте у Степу частіше відмічалось перезволоження на станціях – 5%. Серпень для Полісся також характеризується посушливістю, але зростає і частка нормального зволоження до 6%.

Таким чином, найбільша посушливість відмічалася у серпні в Лісостеповій і Степовій зоні.

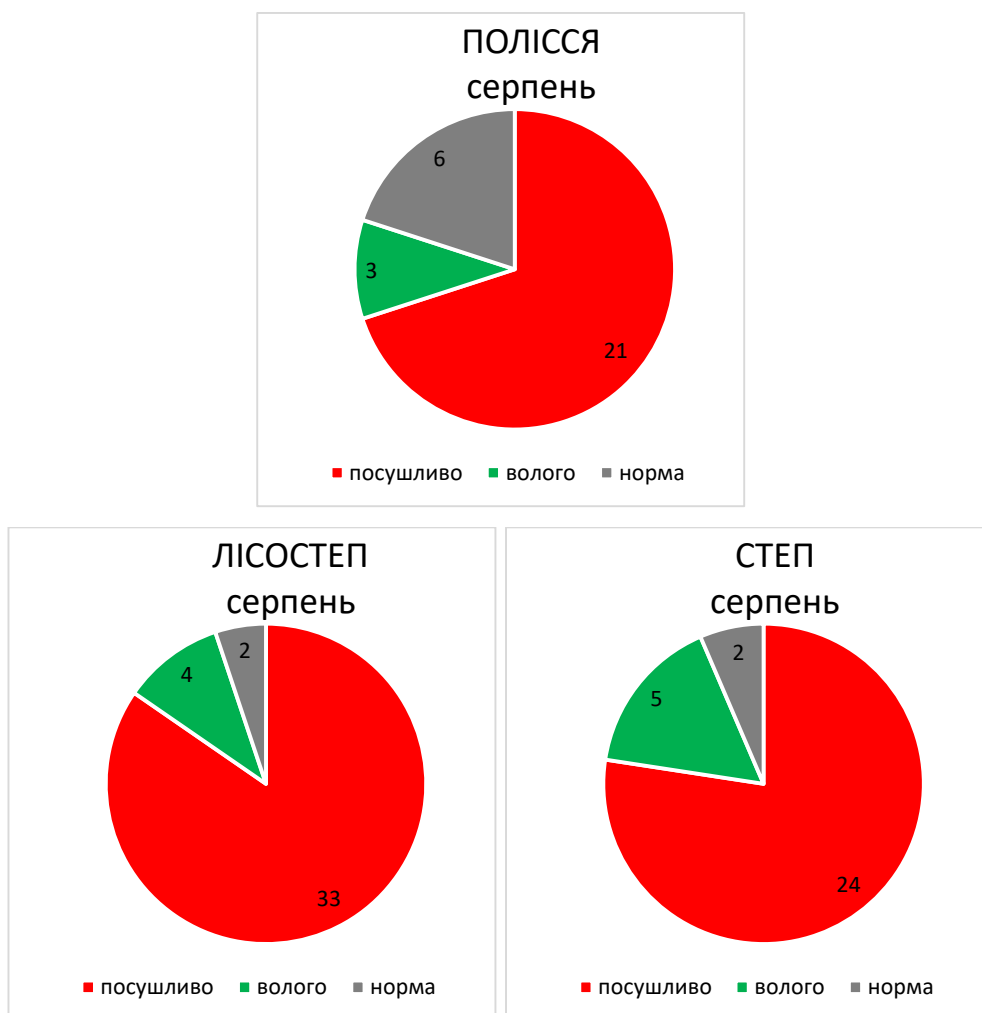


Рисунок 3.11 – Повторюваність різних режимів зволоження у серпні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

Наступного місяця посушливість ще домінує у Лісостепу – 24% і значно зменшується для станцій Полісся та Степу – до 14% (рис.3.12). Таким чином, ці дві зони були наполовину зволоженими. При чому, знову з відхиленням від стандарту, перезволоження має вищий показник у Степу – 9%.

Для станцій Полісся зростає показник нормального зволоження до 10%.

Згідно стандартного кліматичного режиму, вересень та жовтень є посушливими місяцями теплого періоду. Досліджуване п'ятиріччя виділяє деякі відхилення уже у вересні для Степу та Полісся.

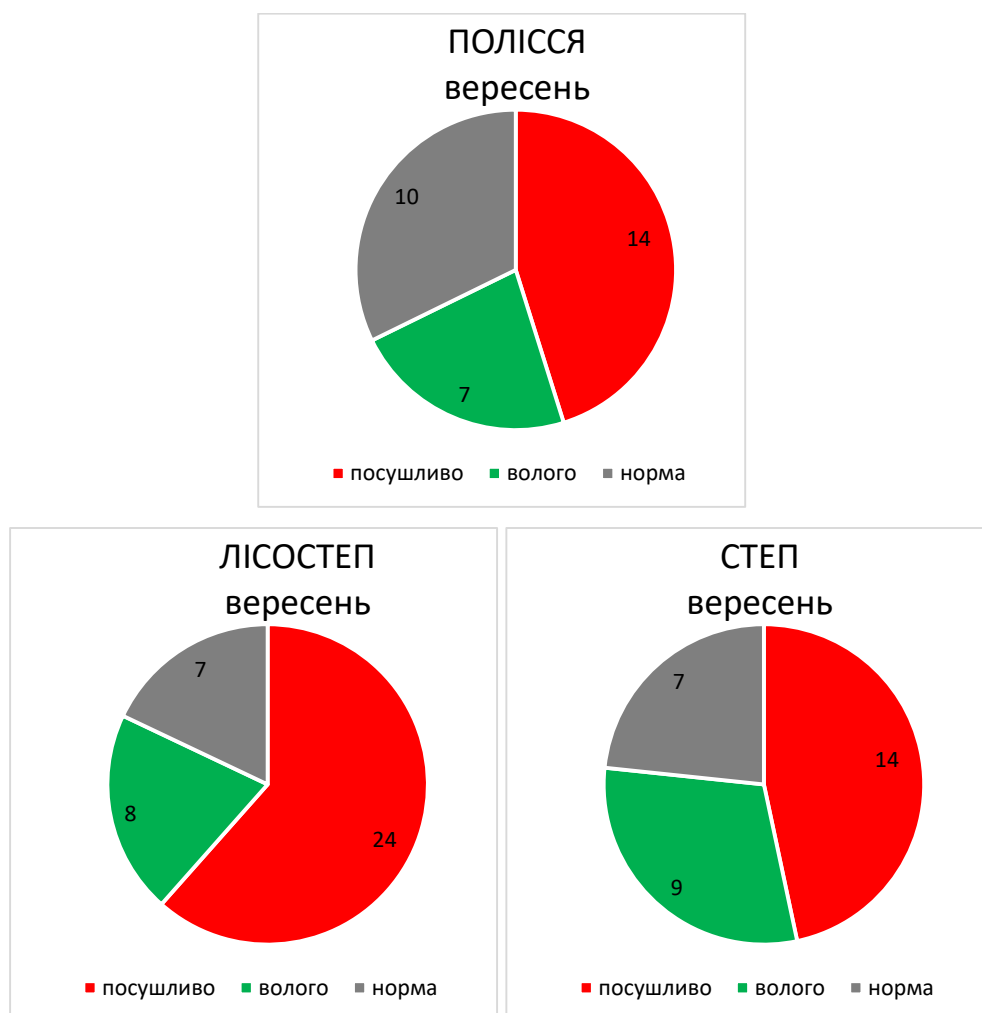


Рисунок 3.12 – Повторюваність різних режимів зволоження у вересні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

Найбільшу відмінність режиму зволоження за період 2016-2020 рр. демонструє жовтень (рис.3.13). За роками є значна неоднорідність – перезволоження домінувало у жовтні 2016-2017 рр. та частково 2020 р., а жовтень 2018-2019 рр. був досить посушливим. У підсумку, для Полісся жовтень був найбільш вологим, оскільки частка посушливості на станціях лише 6%, а нормальне зволоження - 4%. На другому місяці за зволоженням – Степ, а от для Лісостепу виділяється повторюваність посушливого жовтня в 12%, нормальне зволоження на станціях становило 10%.

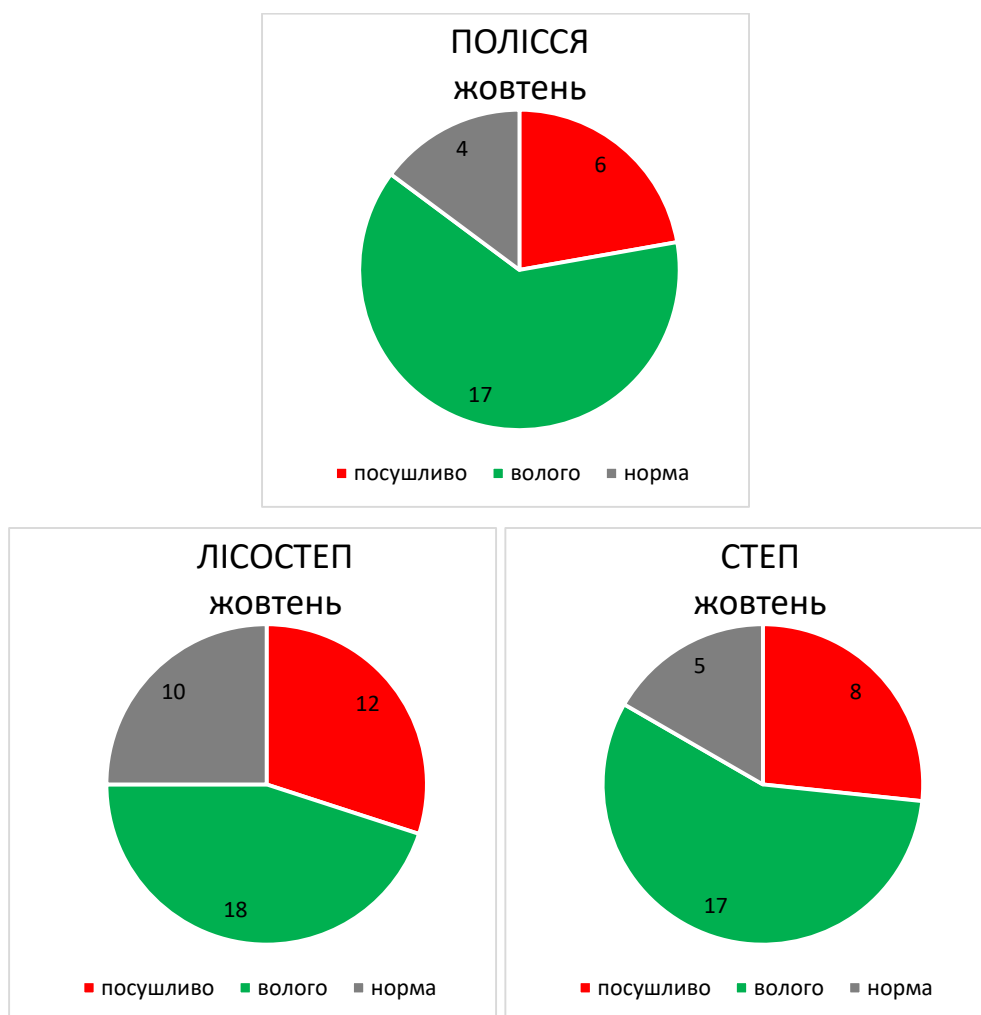


Рисунок 3.13 – Повторюваність різних режимів зволоження у жовтні 2016-2020 рр. за агрокліматичними зонами України, (%)

В результаті, виділяються особливості повторюваності різних режимів зволоження, проте для чіткої тенденції необхідно збільшити ряд дослідження.

3.2 Екстремальні режими зволоження

Проаналізуємо випадки з аномальним режимом зволоження на окремих станціях, як критичні суми опадів за місяць, так і жорстку посуху.

Для кожного місяця визначено такі екстремальні показники по станціях.

На першому етапі розглянемо аномальне перезволоження – табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Розподіл екстремальних сум опадів

№	Станція	Дата	Вологий місяць	
			кількість опадів, мм	відношення до СНО, %
1.	Одеса	жовтень 2016	180	692
2.	Кропивницький	жовтень 2016	141	523
3.	Хмельницький	жовтень 2016	138	459
4.	Чернівці	жовтень 2016	144	450
5.	Івано-Франківськ	вересень 2017	174	329
6.	Запоріжжя	серпень 2019	125	313
7.	Черкаси	вересень 2018	109	302
8.	Харків	травень 2016	142	295
9.	Дніпро	квітень 2017	102	268
10.	Херсон	квітень 2017	88	266
11.	Житомир	травень 2019	153	263
12.	Івано-Франківськ	червень 2020	238	243
13.	Житомир	липень 2018	197	206
14.	Херсон	червень 2019	93	206

Згідно вихідним даним, максимальні місячні суми опадів відмічалися саме у жовтні 2016 р. на ряді станцій.

Критична сума опадів випала на МС Одеса - 180 мм, це 692% від стандарту. Аномальні суми опадів відмічалися у Кропивницькому – 141 мм, Хмельницькому, Чернівцях.

Зазначимо, щодо важливої характеристики аномальності опадів – у сучасних змінах регіонального клімату значні місячні суми опадів у теплий період рідко бувають накопичувальні, а все частіше, внаслідок також аномальності або посиленої активності циркуляційних процесів, такі суми опадів можуть скластися за рахунок кількох дощів, чи разового дощу за один випадок на загальному посушливому фоні. При цьому, опади можуть бути як фронтальні, так і внутрішньомасові.

Жовтень 2016 р. чітко демонструє таку ситуацію. Наприклад, в Одесі така аномальна кількість опадів складалася, в основному, за рахунок 5 випадків – 4-5 жовтня по 16 мм, 8 жовтня 27 мм, а 12-13 жовтня сильні дощі 50 і 55 мм відповідно. Подібна ситуація у Кропивницькому: 5 число - 38 мм, 8 жовтня – 51 мм, 9 жовтня – 17 мм, 13 жовтня – 28 мм. Хмельницький: 4-5 жовтня випало 27 і 17 мм відповідно, 12-13 число – 20 і 32 мм відповідно, 16 жовтня 8 мм, а 26 жовтня – 20 мм.

Таким чином, у жовтні 2016 р. аномальне перезволоження на ряді станцій не було зумовлене тривалим дощовим періодом, а кількома випадками значних та сильних дощів.

За вересень найбільші суми опадів спостерігалися в Івано-Франківську 2017 р. та Черкасах 2018 р. – 174 та 109 мм відповідно, це потрійні місячні суми.

В Івано-Франківську сильні дощі випали на початку місяця – за добу 3 числа 67 мм (нічні 20 мм та денні 47 мм), потім кілька діб слабкого дощу і дощовий період 21-25 вересня у сумі склав також 66 мм. В Черкасах сильні опади відмічалися 9 вересня – 50 мм, 10 числа – 19 мм. Інші кілька днів слабкі.

У серпні найбільша сума опадів зареєстрована у Запоріжжі – 125 мм, потрійна місячна сума. Випадок цікавий саме тим, що така сума практично склалася зі зливових опадів однієї доби – 4 серпня випало 42 мм нічних опадів та 79 мм денних, надалі з 10 числа до кінця місяця опадів не було зовсім. Як правило, для літа це показовий процес, при посиленому розвитку конвекції, формується потужна купчасто-дощова хмарність і випадають небезпечні чи стихійні опади.

За травень максимум опадів відмічався у Харкові 2016 р. – 142 мм та Житомирі 2019 р. – 153 мм (295 та 263% норми відповідно). Для Харкова значні дощі відмічалися в середині та наприкінці місяця – 14 травня випало 30 мм, а 29 числа – 42 мм, інша частка суми накопичувальна за слабкими дощами. У Житомирі значна сума опадів була практично накопичувальною з частих дощів, найбільший внесок – 7 травня за добу випало 44 мм, 16 травня – 18 мм, а 21 числа – 21 мм.

Квітневі опади були найсильніші у 2017 році на МС Дніпро 102 мм та МС Херсон 88 мм, що для цього місяця перевищило норму більше, ніж удвічі. У Дніпрі дощовий період відмічався з 17 до 24 квітня, у сумі випало ~90 мм. У Херсоні за цей же проміжок часу випало у сумі 71 мм опадів. Тобто мали місце схожі циркуляційні процеси, коли саме на півдні та південному сході спостерігалось перезволоження, а на іншій території країни було посушливо, - це було зумовлене проходженням цієї території кількох систем атмосферних фронтів при зміщенні циклонів різних траєкторій.

Літні опади визначали найбільші суми в Івано-Франківську за червень 2020 р. 238 мм, Херсон – червень 2019 р. 93 мм та липень 2018 р. 197 мм у Житомирі. Для Івано-Франківська весь червень 2020 р. був досить вологим, а найбільші суми опадів випали 14 числа – 28 мм та у період 21-24 червня – значні дощі кожної доби у сумі дали 138 мм. Червень 2019 року у Херсоні був перезволоженим у першій половині, а до кінця місяця практично без опадів, найбільша сума випала 3 числа в 27 мм. Для липня подвійна сума опадів у

Житомирі була нетипово, як для літа, накопичувальна від 17 числа до практично кінця місяця, найбільша добова сума опадів 28 липня склала 38 мм.

Розглянемо періоди найбільш жорсткої посухи у теплих періодах 2016-2020 рр. - табл. 3.9. Для кожного місяця теплового періоду виділено станції з найменшою кількістю опадів.

Таблиця 3.9 – Розподіл посушливих періодів

№	Станція	Дата	Посушливий місяць	
			кількість опадів, мм	відношення до СНО, %
1.	Кропивницький	вересень 2016	0	0
2.	Одеса	серпень 2018	0	0
3.	Херсон	серпень 2018	0	0
4.	Харків	серпень 2018	0	0
5.	Дніпро	серпень 2018	0	0
6.	Кропивницький	серпень 2020	0	0
7.	Сімферополь	серпень 2018	0,1	0
8.	Харків	вересень 2020	0,6	1
9.	Сімферополь	вересень 2017	0,9	2
10.	Херсон	вересень 2017	0,7	2
11.	Луцьк	квітень 2020	1,7	4
12.	Херсон	квітень 2018	1,5	5
13.	Одеса	липень 2016	3,4	7
14.	Сімферополь	червень 2018	9	17
15.	Запоріжжя	травень 2018	8	18
16.	Одеса	жовтень 2018	5	19

Відсутність опадів відмічалася лише у серпні-вересні різних років. У травні-липні та жовтні реєструвалися мінімальні суми опадів від 3 мм.

Проаналізуємо періоди відсутності опадів на станціях. Критично посушливим, при поширенні процесу по території України, виявився серпень 2018 р. Найбільш зволеним був захід країни, подекуди на окремих станціях навіть відмічалось перезволоження- Львівщина, Рівненщина, Волинь. А інша частина країни, особливо південь, схід та південний схід підпадали під вплив жорсткої посухи при повній відсутності опадів. У центрі та на півночі країни також був дефіцит опадів. Відсутність опадів також фіксувалася у Кропивницькому в серпні 2020 р., по області опади практично не спостерігалися. Дефіцит опадів у цьому місяці охоплював більшість регіонів, проте місячні суми подекуди склали половину норми. Також кілька станцій – Волинь, Рівненщина і Херсонщина демонстрували перезволоження.

Сильна посушливість спостерігалася у вересні кількох років при практичній відсутності опадів. Так, 2016 року, за винятком сходу, південного сходу, Одещини та Криму, територію країни охоплювала посуха. Критично низькі суми опадів відмічались у центрі країни.

У вересні наступного 2017 року територіальний поділ країни за зволоженням змінився на протилежний – посуха охоплювала практично весь центр, південь, північний схід та схід України, а на заході відмічалось збиткове зволоження до потрійних місячних сум в львівській та Івано-Франківській областях. Практична відсутність опадів відзначалася лише у Херсоні та Криму, на інших станціях були мінімальні суми з недобором відносно норми від 15%.

Вересень 2020 р. показує подібну ситуацію – найбільша посушливість на сході, а саме – Харківщина, а значне перезволоження - у західному регіоні.

Цікавим випадком є квітень 2020 р. Посуха спостерігалася на всьому просторі країни, умови були однотипні – повсюдно значний недобір опадів, на багатьох станціях випало лише 2-4 мм опадів. Практична ідентичність умов у квітні 2018 р. – суттєва посушливість на всій території країни.

Таким чином, відповідно до циркуляційних процесів, стійкості умов, тривалому їх збереженні у часі, екстремальні режими зволоження можуть охоплювати як весь простір країни, так і відмічатися лише на окремих станціях чи у визначених регіонах.

4 АНАЛІЗ ЦИРКУЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ АНОМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЗВОЛОЖЕННЯ

В якості вихідної інформації використано оперативні синоптичні дані програми АРМсин, характеристики термобаричних полів [18-20].

Представляє інтерес розглянути синоптичні процеси, що зумовили формування, як екстремальних сум опадів у досліджуваній період, так і періоду найбільшого дефіциту опадів. Для аналізу обрано жовтень 2016 р. з піковими сумами опадів на ряді станцій та серпень 2018 р., як найбільш посушливий по території України.

Як зазначалося вище, у жовті 2016 р. за винятком крайнього сходу країни, на всіх станціях спостерігалось значне перезволоження, місячні суми опадів перевищували кліматичну норму в 2-3 рази і більше – рис.4.1.

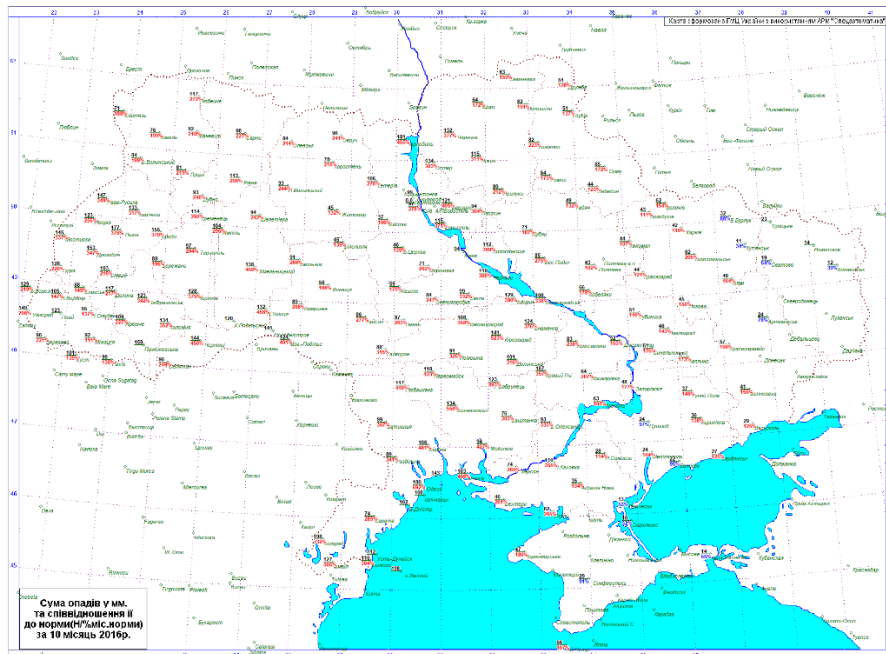


Рисунок 4.1. – Сума опадів та її відношення до норми (1961-1990 рр.) за жовтень 2016 р.

Таким чином, циркуляційні процеси, що зумовили таку аномалію у полі опадів, охоплювали весь простір країни.

Суми опадів, більше 100 мм спостерігалися в Одесі, Кропивницькому, Хмельницькому, Чернівцях, Івано-Франківську, Львові, Рівному, Ужгороді, Чернігові, тобто в різних регіонах та агрокліматичних зонах. Екстремальні перевищення СНО зареєстровані в Одесі – 692% та Кропивницькому – 523%.

Детальний аналіз синоптичних процесів місяця вказує, що аномальні суми опадів були результатом певної синоптичної ситуації, практично однотипної для всіх станцій впродовж кількох діб.

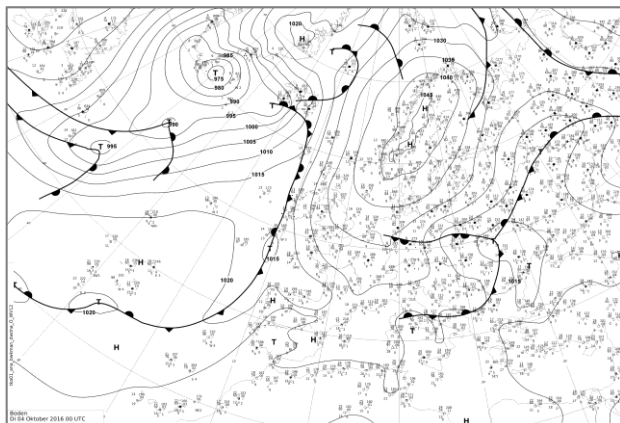
Зокрема, посилені опади на більшості станцій відмічалися на початку місяця – 3-5, потім 8-9 числа та найбільш екстремальні 12-13 жовтня (рис.4.2).

Всі опади мали фронтальне походження.

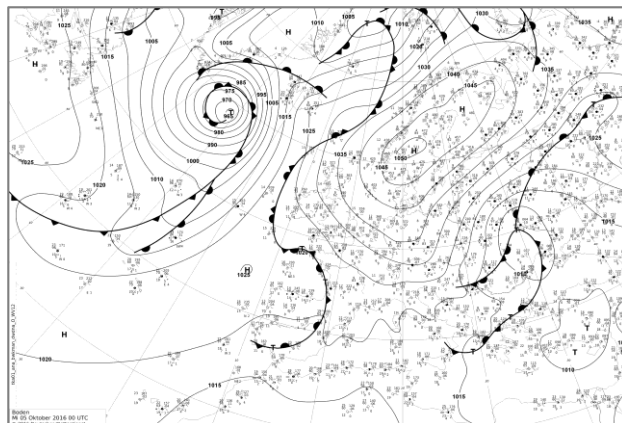
Визначальним для першої половини жовтня у формуванні посиленних опадів стало арктичне вторгнення за полярною траєкторією від Норвезького моря через Скандинавію до європейського сектору з подальшим стаціонаванням за типом блокуючого антициклону. Таким чином, циклони західної траєкторії 3-5 числа та південні циклони 8-9 і 12-13 жовтня зміщувалися по південній периферії блоку у, так званій, штормовій зоні між баричними полями різного знаку зростали градієнти і загострювалася фронтальна діяльність. Антициклон посилювався до екстремуму в 1051,1 гПа 5 жовтня над центральною частиною Швеції. При цьому всі циклонічні вихори не були глибокими біля поверхні землі – тиск не знижувався менше 1005 гПа. Потужна блокуюча система визначала рух циклонів саме до території України і посилене опадоутворення у вузькій зоні. Сильні опади випадали на фронтах всіх типів – холодних, теплих і оклюзії.

Найбільші добові суми опадів випали: 4 жовтня в Ужгороді – 40 мм, Львові – 69 мм, Рівному – 51 мм; 9 жовтня Чернігів – 52 мм; 12 жовтня - Чернівці 70 мм, Львів 40 мм, Івано-Франківськ 42 мм. Одещина реєструвала стихійні зливи з грозою практично по всій області разом з сильними поривами вітру до $31 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, так на ранок 13 жовтня зафіксовано 106 мм опадів за 22 години в Одесі.

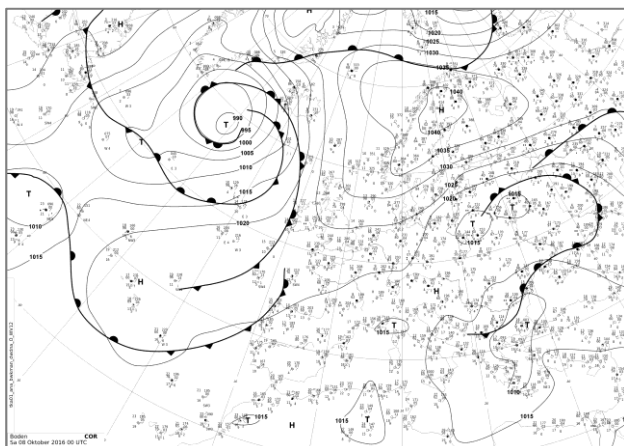
Відмічалися значні руйнування інфраструктури, підтоплення доріг, повалення дерев, навіть загибель людей.



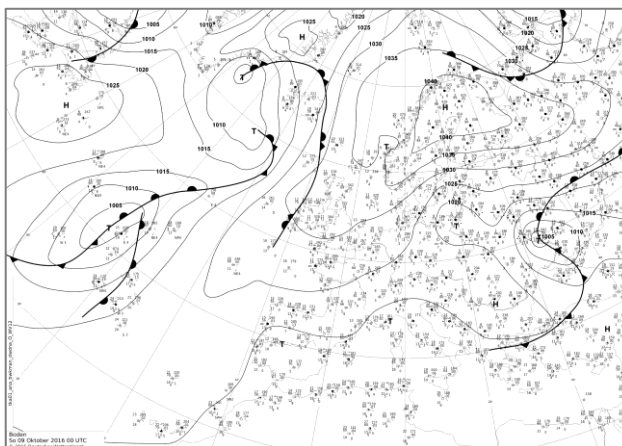
04.10.2016, 00 UTC



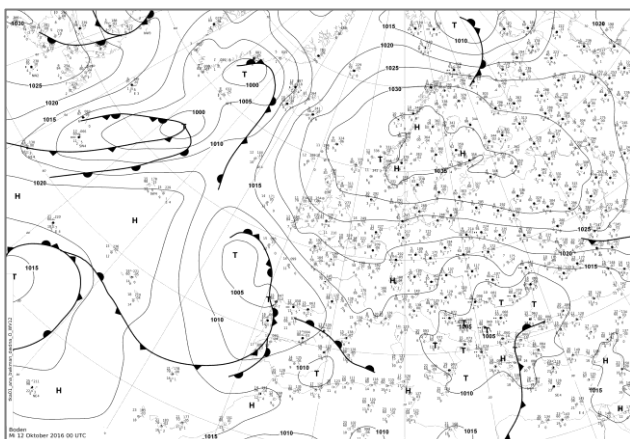
05.10.2016, 00 UTC



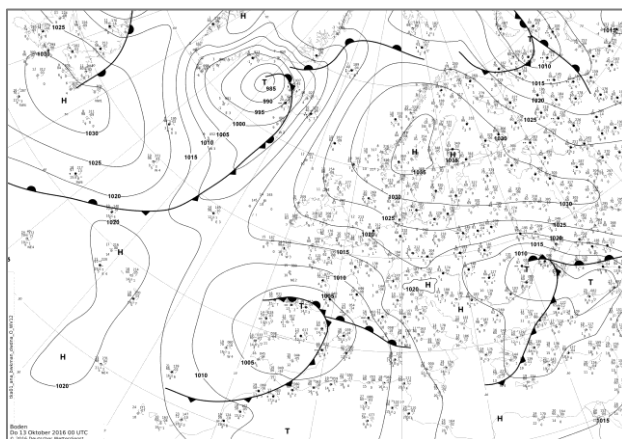
08.10.2016, 00 UTC



09.10.2016, 00 UTC



12.10.2016, 00 UTC



13.10.2016, 00 UTC

Рисунок 4.2 – Приземні карти погоди, жовтень 2016 р.

Зазначимо, що до кінця дощового періоду спостерігалось суттєве падіння температури повітря, практично по всій території країни від'ємна аномалія температури 14 жовтня складала 6°. Також відмітимо, що вказані опади у першій половині жовтня 2016 р. на всіх станціях були рідкими – дощі та зливи.

Інший режим зволоження, а саме – екстремальна посушливість відмічалася у серпні 2018 року по всій Україні. Також визначимо особливості синоптичних процесів, що зумовили тривалий дефіцит опадів – рис.4.3.

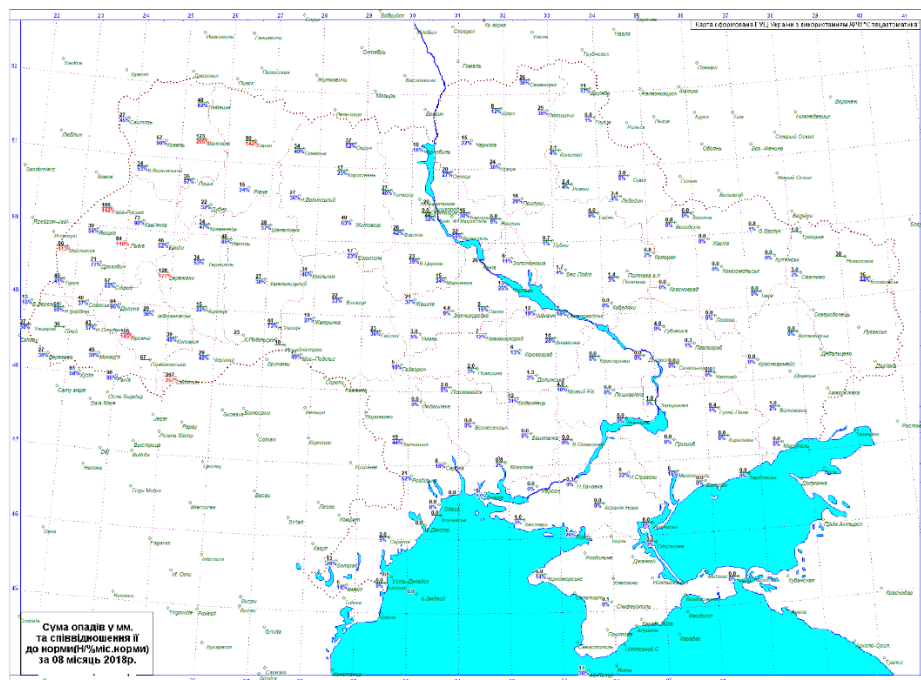


Рисунок 4.3. – Сума опадів та її відношення до норми (1961-1990 рр.) за серпень 2018 р.

За цей місяць лише поодинокі станції виділяли норму опадів та ще 6 – перезволоження у західних областях. Переважно по всій території, і особливо, на сході, південному сході та півдні опадів зовсім не було.

У серпні 2018 року аномальна спека охоплювала більшу частину Європи, температура повітря була вищою за середню, що призвело до того, що цей серпень став найтеплішим з початку континентальних записів у 1910 р. (рис.4.4).

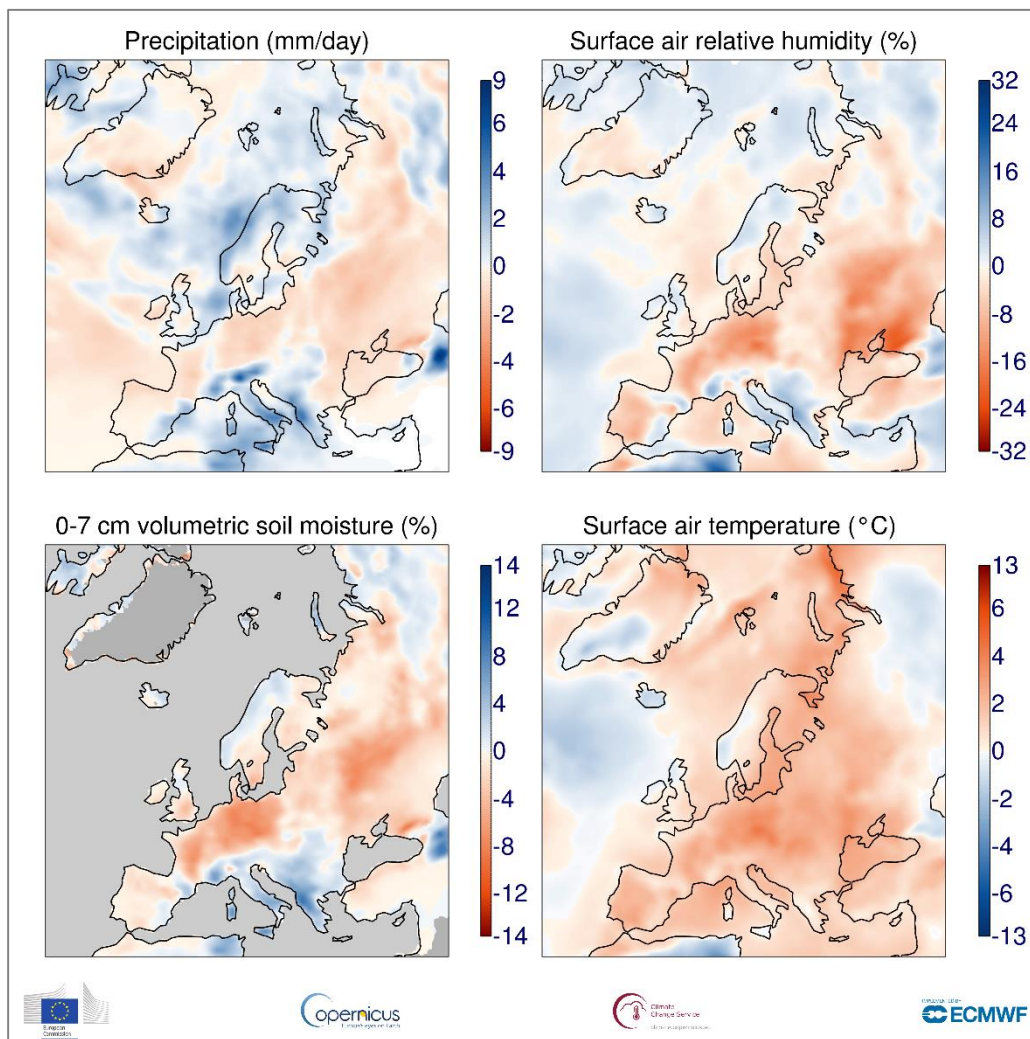
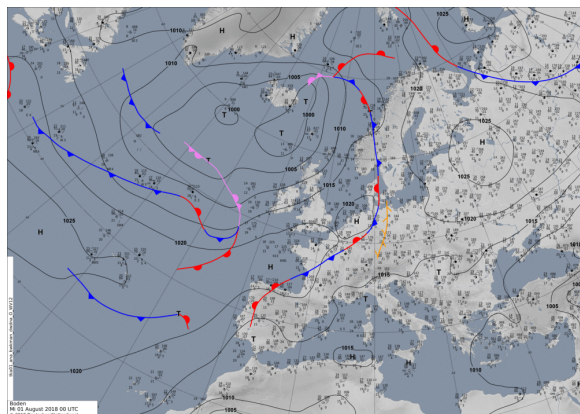


Рисунок 4.4 - Аномалії опадів (мм/добу), відносної вологості повітря (%), вологості верхнього шару ґрунту 7 см (%) та приземної температури повітря (°C) за серпень 2018 р. відносно кліматичної норми 1981-2010 рр.

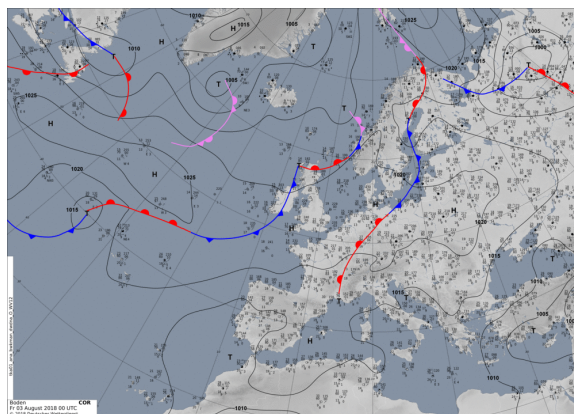
На початку місяця в Іспанії, Португалії фіксувалися аномальні позначки в 47-48°, спостерігалися руйнівні пожежі, сувор посуха при обмілннн річок і пошкодження посівів на значних площах. У більшості країн Західної та Північної Європи, за винятком частини Ісландії та Скандинавії, кількість опадів була нижчою за середню кліматичну. Вологість ґрунту та відносна вологість повітря також нижчі за середні. Умови були особливо сухими на масштабному просторі на схід і північ від Центральної Франції через Німеччину до півдня Швеції та Польщі, і далі до Чорного моря.

В Україні максимальна температура сягала 36-37°. На всьому просторі спостерігалися додатні аномалії в середньому до 3°, на півдні вище 4°. Хвиля тепла з різною інтенсивністю панувала впродовж всього місяця.

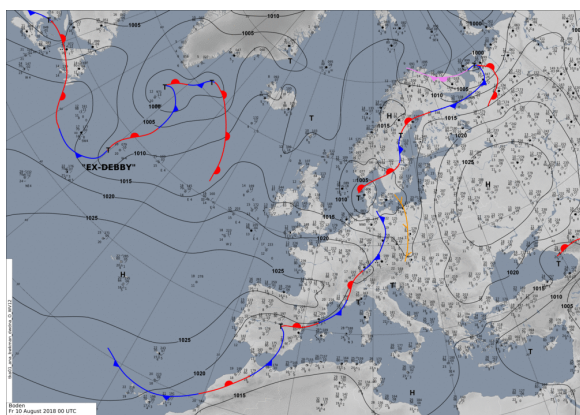
Проаналізуємо синоптичні процеси над європейським регіоном (рис.4.5).



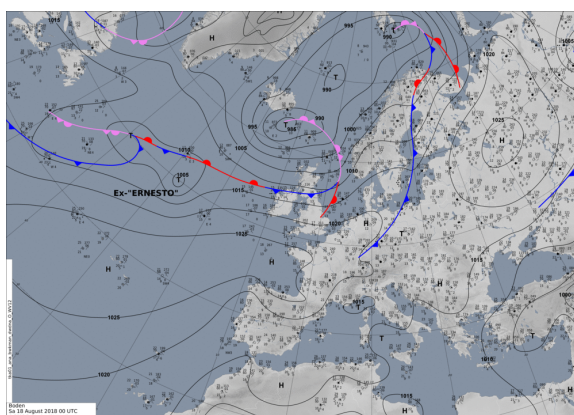
01.08.2018, 00 UTC



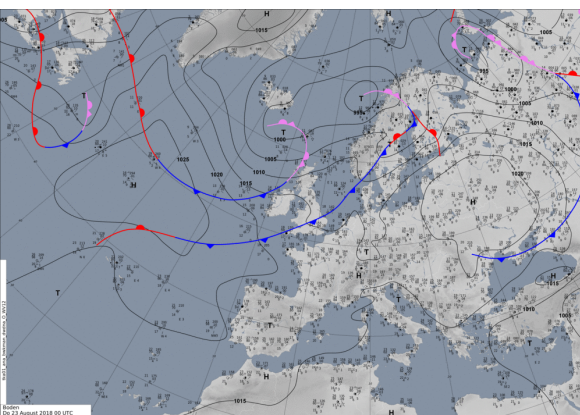
03.08.2018, 00 UTC



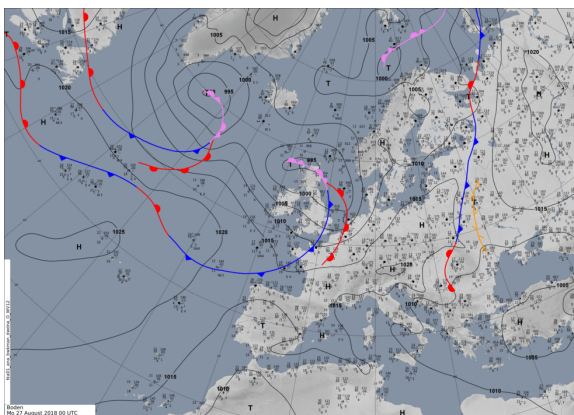
10.08.2018, 00 UTC



18.08.2018, 00 UTC



23.08.2018, 00 UTC



27.08.2018, 00 UTC

Рисунок 4.5 – Приземні карти погоди, серпень 2018 р.

Приземне поле тиску демонструє впродовж місяця посилення Азорського антициклону над Атлантикою і розповсюдження його відрогів до Європи. Окремі ядра стаціонували саме над Східною Європою, накачуючи перегріте і сухе повітря. Лише наприкінці серпня через цю територію змістилися системи атмосферних фронтів при падінні атмосферного тиску.

Карта аномалії геопотенціалу 500 гПа ілюструє потужний блок над Центральною і Східною Європою - рис.4.6. При цьому над Північно-Західною Європою сформувалася штормова зона при формуванні опадів та посиленні вітру.

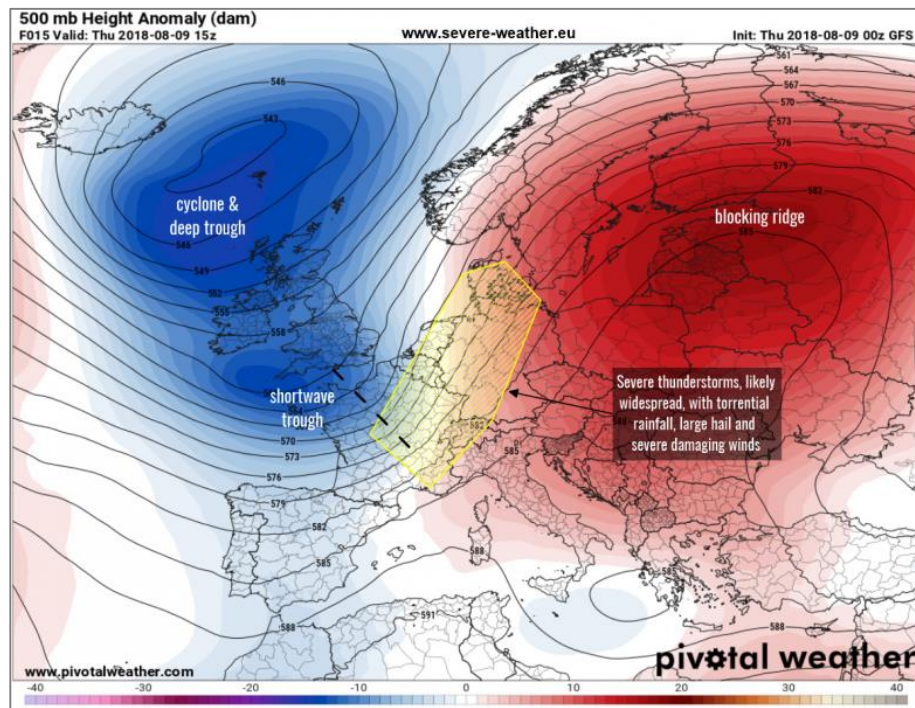


Рисунок 4.6 – Карта аномалії Н500 за 09 серпня 2018 р. відносно кліматичної норми 1981-2010 рр.

Саме з другої декади місяця висотне баричне поля виділяло форму циркуляції, що відповідає блокуючій системі типу омегаподібний гребінь – потужний гребінь за даними карти АТ-500 над Центральною Європою і дві сполучені улоговини - відповідно над східним узбережжям Атлантики і

Західною Європою та друга - над Західним Сибіром. Це типова форма циркуляції для літнього сезону, може існувати до місяця і більше, у системах ядер високого тиску, що вторгаються на Східну Європу і посилюються вздовж антициклогенетичної гілки планетарної висотно фронтальної зони (ПВФЗ), спостерігається адіабатичне нагрівання повітря у вільній атмосфері, яке поєднується з інтенсивним прогрівом його нижніх шарів від перегрітої континентальної підстильної поверхні. Область гребеневої структури охоплена дефіцитом опадів.

На території України найбільш жорсткою посухою був охоплений Степ, на більшості станцій опадів зовсім не було. За таких погодних умов поширювалася та поглиблювалася повітряно-грунтова посуха, відбувалося подальше падіння вмісту ґрунтової вологи та зниження рівня ґрунтових вод.

У підсумку, значні аномалії у режимі зволоження зумовлені впливом блокуючих систем.

ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження режиму зволоження за теплий період 2016-2020 рр. за показниками 23 метеостанцій України згідно агрокліматичних зон Степ, Лісостеп, Полісся, можна зробити наступні висновки:

1. Кожного року з різною часткою зберігається переважання посушливості у теплий період року по території України Найбільший недобір опадів припадає на 2018 р. для станцій всіх агрокліматичних зон (68%). На половині станцій спостерігався дефіцит опадів у теплому періоді 2017 та 2019 рр. (50 та 55% відповідно). Найвищий відсоток перезволоження на станціях відмічався 2016 року (38%). У 2017-2019 рр. була близькою повторюваність вологих місяців та зволоження в межах норми. Повторюваність сум опадів на станціях, наближених до кліматичної норми, з року в рік коливалася у незначних межах 19-25%.
2. Річна повторюваність умов перезволоження виділяє: найбільша посушливість у теплому періоді 2016 р. відзначалася з липня до вересня (15-18 станцій), а квітень-травень (13-14) та жовтень (20) збиткове зволоження. При цьому збиткове зволоження переважало у квітні-травні у Степу. У 2017 р. позначається деяка тенденція до посушливості навесні та влітку – з квітня до серпня для більшості станцій зберігається дефіцит опадів (12-17 станцій); восени здебільшого відмічається перезволоження, в жовтні 18 станцій. У 2018 р. виділяються суттєві відмінності - у квітні-травні дуже посушливо на переважній території; у червні неоднорідне зволоження, липень вказує на перезволоження – 13 станцій (8 в межах норми), найбільш зволожений Степ; серпень дуже посушливий (22 станції); жовтень також посушливий (17). 2019 року з літа до осені спостерігалася посушливість на більшості станцій; найбільший дефіцит опадів у вересні - 21 станція; у травні

15 станцій показують збиткове зволоження. У 2020 р. збиткове зволоження виділяється на більшості станцій у травні-червні та жовтні, а квітень з дефіцитом опадів за всіма станціями та суворою посухою.

3. Загальний місячний розподіл зволоження показує: в середньому за період, за винятком травня та жовтня, в усі місяці найвища частка посушливості. Найбільший дефіцит опадів відповідає середнім статистичним показникам і спостерігається у серпні – 78% станцій; для станцій за всіма агрокліматичними зонами серпень найчастіше був посушливим, зі зростанням повторюваності до 33% у Лісостепу. Виділяється відхилення від стандартного розподілу і на другому місяці за посушливістю квітень – 62%, повторюваність за станціями дефіциту опадів перевищує показники червня та липня, знову висока частка посушливості у Лісостепу – 28%. Травень досліджуваного п'ятиріччя був досить вологим, в середньому 44%. Найчастіше перезволоження відмічалось на станціях у жовтні – 52% з найвищими показниками для всіх агрокліматичних зон. Опади в межах кліматичної норми у місячному розподілі за станціями мають досить значну амплітуду - 10-31%. Найчастіше зволоження, близьке до стандартної норми, відмічалось на станціях у червні – 31%.
4. Максимальні місячні суми опадів відмічалися у жовтні 2016 р. на ряді станцій. Критична сума опадів випала на МС Одеса - 180 мм, це 692% норми, МС Кропивницький – 141 мм, 523%. Аномальні суми опадів склалися за рахунок кількох діб при виході західного та південних циклонів і впливу на їх траєкторії та активність блокуючого антициклону.
5. Найбільша посушливість відзначалася у серпні 2018 р. Під впливом хвилі тепла у системі блокуючого антициклону над Центральною та Східною Європою виникли умови для посиленої спеки. На сході, південному сході та півдні України опадів у серпні зовсім не було.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базалєєва Ю. О., Балабух В. О. Повторюваність, тривалість та інтенсивність блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 268. С.44-51.
2. Балабух В. О. Зміна кліматичних умов в Україні та її вплив на сільськогосподарське виробництво. *Всеукраїнський аграрний журнал «Агроеліта»*. 2017. №5(52). С.12-14.
3. Балабух В. О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2008. Вип.257. С.61-72.
4. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / С. П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко / ред. С. П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
5. Івус Г. П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди: навчальний посібник. Одеса: «Екологія», 2007. 402 с.
6. Клімат України / під ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ. Вид–во Раєвського, 2003. 343 с.
7. Кліматичний Кадастр України. Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ, 2006.
8. Краковська С. В., Паламарчук Л. В., Гнатюк Н. В., Шпиталь Т. М., Шедеменко І. П. Зміна поля опадів в Україні у ХХІ ст. за даними ансамблю регіональних кліматичних моделей. *Геоінформатика*. 2017. 4(64). С.62-74.
9. 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*. 2013. Вип.1 (69). С.127-138.
10. Лялько В. І., Єлістратова Л. О., Апостолов О. А. Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2014. Вип.2. С.18-28.

- 11.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*. 2015. Вип.6. С.33-84.
- 12.Мартазинова В. Ф., Иванова Е. К., Щеглов А. А. Тенденция современного температурно-влажностного режима Украины к аномальности за счёт атмосферных процессов в летний сезон. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 268. С.15-24.
- 13.Мартазинова В. Ф., Щеглов А. А. Характер экстремальных осадков начала ХХІ столетия на территории Украины. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. Вип.22. С.36-45.
- 14.Писаренко В. В. Посухи в контексті змін клімату України / В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко, О. О. Горб, Т. О. Чайка. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1(24). С.134–147.
- 15.Семенова І. Г. Синоптичні та кліматичні умови формування посух в Україні: монографія / Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 236 с.
- 16.Татарчук О. Г., Тимофєєв В. Є. Сильні зливи на території України на рубежі ХХ–ХХІ століть. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка*. Географія. 2017. Вип. 1(66)/ 2(67). С.89-93.
- 17.Шевченко О. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Київ: КФСП, 2014. 63 с.
- 18.<https://meteopost.com/weather/climate/>
- 19.<https://www.severe-weather.eu/>
- 20.<https://www.wetterzentrale.de/rean>

ДОДАТОК

Додаток А

Середня місячна кількість опадів і її відношення до норми у теплий період
2016-2020 рр. на території України

Таблиця А.1 – Вихідні дані за 2016 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Середня місячна кількість опадів (мм) і її відношення до норми (%)													
		квітень		травень		червень		липень		серпень		вересень		жовтень	
		R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %
Степ	Дніпро	65	170	85	185	49	83	51	91	22	59	43	120	52	163
	Запоріжжя	78	204	80	174	50	83	12	25	8	20	39	122	48	177
	Кропивницький	33	92	87	193	67	101	11	15	70	149	0	0	141	523
	Миколаїв	52	162	73	165	46	85	26	45	29	71	31	80	94	427
	Одеса	69	204	47	121	55	131	3,4	7	75	220	114	317	180	692
	Сімферополь	58	176	100	228	68	128	38	69	25	61	6	17	29	91
	Херсон	57	173	66	157	35	78	47	96	27	71	33	83	74	265
Лісостеп	Вінниця	31	62	53	84	54	62	44	48	32	47	6	12	56	166
	Київ	68	139	142	269	15	21	46	52	28	41	3	7	91	278
	Полтава	64	161	120	235	34	57	55	77	94	204	2,1	5	43	102
	Суми	50	128	95	173	64	94	70	91	121	195	3,4	8	65	172
	Тернопіль	24	52	42	61	48	59	27	29	35	56	26	49	97	294
	Харків	46	128	142	295	54	93	92	151	63	126	15	36	42	119
	Хмельницький	35	72	48	75	85	81	50	47	20	29	11	21	138	459
	Черкаси	35	93	119	321	76	121	29	38	90	170	2,5	7	119	385
	Чернівці	19	33	69	89	115	109	34	33	79	129	43	84	144	450
Полісся	Луцьк	33	86	43	71	59	87	41	54	79	193	15	27	81	219
	Житомир	12	27	122	209	25	33	74	77	15	20	7	15	45	132
	Ів.-Франківськ	70	130	93	106	98	104	60	58	38	47	34	65	123	342
	Львів	66	129	47	61	116	126	47	46	33	43	39	68	177	376
	Рівне	54	131	35	63	65	80	36	43	35	56	6	13	113	296
	Чернігів	36	85	123	272	39	49	34	43	51	76	9	20	132	377
	Ужгород	21	46	39	55	50	57	80	93	39	55	60	112	149	298

Таблиця А.2 – Вихідні дані за 2017 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Середня місячна кількість опадів (мм) і її відношення до норми (%)													
		квітень		травень		червень		липень		серпень		вересень		жовтень	
		R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %
Степ	Дніпро	102	268	18	39	38	64	45	80	13	35	37	104	36	114
	Запоріжжя	94	247	8	18	37	62	37	77	8	20	44	136	45	167
	Кропивницький	32	89	12	27	16	24	68	94	6	12	35	92	47	173
	Миколаїв	48	151	36	81	8	15	21	36	30	73	3,7	9	24	107
	Одеса	59	172	42	108	52	124	97	198	46	135	22	62	43	167
	Сімферополь	73	222	72	164	57	107	52	95	19	46	0,9	2	47	147
	Херсон	88	266	26	61	11	24	41	84	5	13	0,7	2	11	39
Лісостеп	Вінниця	37	74	31	50	20	23	51	55	36	53	90	196	30	89
	Київ	28	53	23	43	28	38	62	70	58	84	43	92	78	223
	Полтава	37	92	32	63	12	20	32	45	8	17	20	46	51	120
	Суми	14	35	30	55	30	44	83	108	15	24	19	42	52	131
	Тернопіль	21	45	58	84	50	62	53	58	56	89	71	137	50	152
	Харків	37	104	34	72	17	29	38	62	11	22	24	58	46	131
	Хмельницький	31	64	31	49	70	67	37	35	38	55	96	188	59	198
	Черкаси	11	29	26	69	36	57	46	61	13	25	25	70	53	172
	Чернівці	27	47	70	90	94	90	55	53	14	23	81	159	52	163
Полісся	Луцьк	20	51	64	107	38	56	104	137	34	83	94	168	65	175
	Житомир	20	46	38	65	29	38	72	75	45	60	51	100	55	162
	Ів.-Франківськ	31	57	71	81	76	81	83	80	51	63	174	329	52	146
	Львів	48	95	69	90	31	34	74	73	41	54	138	238	62	129
	Рівне	30	74	59	105	69	85	96	114	63	100	100	209	73	191
	Чернігів	19	44	25	56	44	56	67	84	53	79	40	93	91	259
	Ужгород	42	92	65	91	75	85	97	115	116	163	88	162	44	88

Таблиця А.3 – Вихідні дані за 2018 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Середня місячна кількість опадів (мм) і її відношення до норми (%)													
		квітень		травень		червень		липень		серпень		вересень		жовтень	
		R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %
Степ	Дніпро	17	45	32	68	53	89	80	142	0	0	74	207	23	71
	Запоріжжя	12	33	14	30	20	33	72	150	1	3	45	141	18	65
	Кропивницький	11	30	18	41	25	38	130	180	6	13	59	154	12	43
	Миколаїв	2	6	32	72	22	41	69	119	0,8	2	78	201	8	35
	Одеса	2,7	8	27	69	30	71	62	126	0	0	60	166	5	19
	Сімферополь	4,3	13	35	78	9	17	91	166	0,1	0	46	206	40	126
	Херсон	1,5	5	37	88	19	43	95	194	0	0	44	109	10	36
Лісостеп	Вінниця	15	30	14	22	159	183	114	123	22	33	39	84	31	91
	Київ	9	18	39	74	77	105	121	137	33	32	60	127	17	49
	Полтава	28	69	47	92	69	114	99	140	1,4	3	84	190	18	44
	Суми	35	90	23	41	67	98	44	58	3	5	26	59	30	79
	Тернопіль	12	26	48	70	84	104	89	96	34	53	42	81	31	94
	Харків	13	37	28	37	39	67	51	83	0	0	48	118	20	58
	Хмельницький	20	42	22	35	106	101	110	103	27	38	38	74	44	148
	Черкаси	17	45	38	103	68	108	112	147	13	25	109	302	23	75
	Чернівці	13	23	53	69	197	187	93	90	29	48	19	38	17	53
Полісся	Луцьк	19	49	18	31	65	95	125	164	35	57	39	69	26	71
	Житомир	17	38	15	27	50	66	197	206	40	53	52	102	33	98
	Ів.-Франківськ	20	37	44	50	136	139	98	94	29	36	43	82	22	62
	Львів	22	44	52	68	153	156	97	95	84	110	76	131	66	140
	Рівне	11	27	33	60	52	64	87	104	15	24	21	45	19	49
	Чернігів	8	18	22	48	96	122	151	189	15	22	32	74	12	33
	Ужгород	36	79	66	93	103	117	61	71	27	38	42	40	29	58

Таблиця А.4 – Вихідні дані за 2019 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Середня місячна кількість опадів (мм) і її відношення до норми (%)													
		квітень		травень		червень		липень		серпень		вересень		жовтень	
		R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %
Степ	Дніпро	30	80	51	112	30	51	59	106	58	158	19	53	75	233
	Запоріжжя	68	178	39	84	26	43	41	86	125	313	21	64	39	144
	Кропивницький	37	103	54	120	28	42	23	32	16	34	20	54	23	86
	Миколаїв	46	143	55	125	78	144	26	45	54	133	1,4	4	32	144
	Одеса	37	108	44	113	31	73	11	23	63	185	6	17	52	198
	Сімферополь	34	103	13	30	71	135	21	38	33	81	17	37	16	51
	Херсон	55	168	73	173	93	206	46	95	22	57	13	32	63	225
Лісостеп	Вінниця	36	74	141	223	89	102	40	43	9	13	28	60	24	70
	Київ	48	99	82	155	67	92	71	81	48	66	23	48	14	39
	Полтава	32	79	64	125	38	63	44	62	2,6	6	22	50	43	103
	Суми	23	58	45	82	21	31	57	74	8	13	42	92	32	84
	Тернопіль	54	114	126	183	75	92	19	20	12	20	12	23	8	23
	Харків	36	99	72	150	18	31	59	97	8	16	29	70	72	207
	Хмельницький	30	63	156	244	81	78	60	56	39	57	17	3	12	38
	Черкаси	31	82	23	62	28	44	11	14	7	12	12	33	20	65
	Чернівці	48	82	127	165	99	94	75	73	36	58	25	49	17	52
Полісся	Луцьк	55	141	117	195	72	106	41	53	55	90	16	28	20	54
	Житомир	49	111	153	263	45	59	62	65	11	15	26	51	19	55
	Ів.-Франківськ	25	47	216	248	54	55	77	74	17	20	47	89	33	92
	Львів	37	72	155	202	41	42	66	65	96	127	42	73	37	79
	Рівне	35	84	102	183	48	59	53	63	75	118	32	67	18	47
	Чернігів	28	67	76	168	16	20	62	78	43	65	31	71	30	85
	Ужгород	58	125	91	128	27	30	77	90	28	39	32	60	36	71

Таблиця А.5 – Вихідні дані за 2020 р.

Агрокліматичні зони/ Метеостанції		Середня місячна кількість опадів (мм) і її відношення до норми (%)													
		квітень		травень		червень		липень		серпень		вересень		жовтень	
		R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %	R, мм	ΔR, %
Степ	Дніпро	11	29	64	140	48	82	20	35	24	64	3,8	11	39	121
	Запоріжжя	5	13	66	143	134	223	56	117	20	51	6	19	51	187
	Кропивницький	6	17	69	154	48	72	29	41	0	0	50	132	45	167
	Миколаїв	3,7	12	61	138	81	150	26	46	4,4	11	16	41	39	178
	Одеса	2,5	7	80	205	29	68	18	36	18	53	41	114	8	31
	Сімферополь	17	51	552	118	31	58	54	99	35	85	35	95	28	87
	Херсон	2,4	7	28	66	40	90	57	116	25	67	17	43	30	105
Лісостеп	Вінниця	32	64	121	192	69	80	28	30	29	42	46	101	75	222
	Київ	37	75	102	192	48	63	53	60	32	47	25	53	97	277
	Полтава	25	63	107	209	72	120	38	54	16	35	13	30	37	87
	Суми	11	27	82	149	64	94	72	93	16	25	16	36	8	22
	Тернопіль	18	37	67	97	119	147	38	41	30	48	90	172	77	232
	Харків	22	61	125	261	79	137	100	163	13	27	0,6	1	37	104
	Хмельницький	10	21	62	97	149	142	54	50	14	20	60	117	78	258
	Черкаси	19	49	60	163	44	70	55	72	4,6	9	17	48	25	81
	Чернівці	19	32	111	145	138	131	77	75	27	44	103	202	58	182
Полісся	Луцьк	1,7	4	76	126	97	142	91	120	52	85	61	108	55	148
	Житомир	11	24	120	207	99	130	66	69	57	76	46	91	80	234
	Ів.-Франківськ	13	24	111	128	238	243	117	113	22	27	107	202	91	253
	Львів	7	14	101	132	142	145	81	79	39	51	94	162	56	119
	Рівне	4	10	109	194	131	162	70	83	54	86	43	89	74	194
	Чернігів	6	15	117	260	80	101	56	70	46	68	37	85	61	175
	Ужгород	18	39	46	65	126	143	130	152	87	122	52	97	100	201