

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра агрометеорології та  
агроекології

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: ПОРІВНЯННЯ ПОКАЗНИКІВ ПОСУХИ В УМОВАХ  
ЗМІНИ КЛІМАТУ

Виконала студентка 2 курсу групи МЗА-19  
Спеціальність 103 «Науки про Землю»,  
(шифр і назва)

Освітня програма «Агрометеорологія»

Шуляк Катерина Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

Керівник д. геогр. н., професор

Польовий Анатолій Миколайович

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

Консультант -

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

Рецензент д. геогр. професор

Лобода Наталія Степанівна

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

Одеса 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут \_\_\_\_\_  
Кафедра агromетеорології та агроекології \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність 103 «Науки про Землю» \_\_\_\_\_  
Освітня програма Агromетеорологія \_\_\_\_\_  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
агromетеорології та агроекології

 **Польовий А.М.**  
«26» жовтня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Шуляк Катерині Анатоліївни \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Порівняння показників посухи в умовах зміни клімату \_\_\_\_\_  
керівник роботи Польовий Анатолій Миколайович, д. геогр. н., професор \_\_\_\_\_,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом закладу вищої освіти від « 16 » жовтня 2020 року № 194 «С»
2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до роботи: 1. Фізико-географічний опис Південного Степу;  
2. Критерії посушливих явищ; \_\_\_\_\_  
3. Матеріали багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій Кривий Ріг та Дніпропетровськ (2004-2013 рр.). \_\_\_\_\_
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) Надати короткий фізико-географічний опис території дослідження. 2) Надати характеристику критеріїв посушливих явищ. \_\_\_\_\_  
3) Оцінити динаміку гідротермічного коефіцієнту Селянинова Г.Т., показника атмосферного зволоження Шашко Д.І., випаровуваності за формулою Іванова Н.Н. та водно-термічного коефіцієнта Дмитренко В.П. за роки дослідження. \_\_\_\_\_
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
1. Робота містить 14 рисунків та 16 таблиць.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

## 7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання. Вивчення літературних джерел і підготовка першого та другого розділу магістерської роботи.	26.10.2020 р. - 05.11.2020 р.	9	5 (відмінно)
2	Оформлення текстової частини третього і четвертого розділів магістерської роботи. Виконання розрахунків та їх аналіз.	06.11.2020 р. - 15.11.2020 р.	9	5 (відмінно)
	<i>Рубіжна атестація</i>	<i>16.11.2020 р. – 21.11.2020 р.</i>	9	<i>5 (відмінно)</i>
3	Побудова графічного і табличного матеріалу. Аналіз отриманих результатів. Завершення розрахунків та тексту роботи	22.11.2020 р. – 28.11.2020 р.	9	5 (відмінно)
4	Оформлення всієї роботи. Написання висновків.	29.11.2020 р. – 02.12.2020 р.	9	5 (відмінно)
5	Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновку керівника.	03.12.2020 р. - 07.12.2020 р.	9	5 (відмінно)
6	Підготовка презентаційного матеріалу до публічного захисту.			
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>92,0</b>	

Студентка

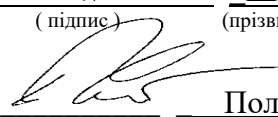


(підпис)

Шуляк К.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Польовий А.М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### Шуляк К. А. «Порівняння показників посухи в умовах зміни клімату»

*Метою* магістерської кваліфікаційної роботи є агрокліматична оцінка виникнення посушливих явищ на території Південного Степу з використанням показників зволоження, сум опадів і запасів продуктивної вологи, оцінка повторюваності суховіїв за теплий період в Південному Степу. В роботі були використані дані метеорологічних і агрометеорологічних спостережень за 2004–2013р. за даними 2-х станцій Південного Степу.

*Об'єктом* дослідження виступають агрометеорологічна агрокліматична оцінка виникнення посушливих явищ на території Південного степу.

Головною причиною посухи в умовах зміни клімату є різниця між надходженням вологи до ґрунту та випаровуванням, яке відбувається в наслідок високих температур впродовж всього вегетаційного періоду більшості рослин. Для сільськогосподарського виробництва необхідний подальший розвиток теорії сільськогосподарської оцінки клімату, а також дослідження впливу агрометеорологічних умов, що склалися та очікуваних на розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі: розрахунок гідротермічного коефіцієнта Селянинова Г.Т. (ГТК), показник атмосферного зволоження Шашко Д.І. (Md), емпірична формула випаровуваності Іванова Н.Н. (E) та водно-термічний коефіцієнт Дмитренко В.П. (ВТК). За допомогою цих коефіцієнтів можна дати характеристику окремих зон, в нашому випадку Південного Степу України, по сухості та виявити у визначеному наближенні імовірності посухи та суховіїв.

На основі багаторічних гідрометеорологічних та агрометеорологічних даних за період з 2004 по 2013 рік проведено числовий експеримент.

Обсяг роботи – 65 сторінок, 14 графіків, 16 таблиць. Магістерська кваліфікаційна робота складається із вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаної літератури, та 16 таблиць в додатках.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** опади, температура повітря, випаровуваність, посуха, суховій, коефіцієнт оцінки посухи.

## SUMMARY

### Shulyak K. A. «Comparison of drought in climate change»

*The purpose* of the master's qualification work is agro-climatic assessment of the occurrence of droughts in the Southern Steppe using the indicators of humidity, precipitation and reserves of productive moisture, assessment of the recurrence of dry winds during the warm period in the Southern Steppe. The data of meteorological and agrometeorological observations for 2004–2013 were used in the work. according to 2 stations of the Southern Steppe.

*The object* of the study is agrometeorological agroclimatic assessment of droughts in the Southern steppe.

*The main cause* of drought in climate change is the difference between the inflow of moisture into the soil and evaporation, which occurs due to high temperatures throughout the growing season of most plants.

Agricultural production requires further development of the theory of agricultural climate assessment, as well as the study of the impact of agrometeorological conditions that have developed and are expected on the development and productivity of crops.

To achieve this goal the following tasks were solved: calculation of the hydrothermal coefficient Selyaninova GT (SCC), the indicator of atmospheric humidity Shashko DI (Md), the empirical formula of evaporation Ivanov NN (E) and water-thermal coefficient Dmitrenko VP (VTK). With the help of these coefficients it is possible to characterize individual zones, in our case of the Southern Steppe of Ukraine, in terms of dryness and to detect in a certain approximation the probability of drought and dry winds.

Based on long-term hydrometeorological and agrometeorological data for the period from 2004 to 2013, a numerical experiment was conducted.

*The volume* of work is 65 pages, 14 graphs, 16 tables. The master's qualification work consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, a list of references, and 16 tables in the appendices.

**KEY WORDS:** precipitation, air temperature, evaporation, drought, dry, drought assessment coefficient.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ.....	8
2 ПОНЯТТЯ ПРО ПОСУХИ І СУХОВІ.....	13
3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУХОВІЇВ .....	18
4 КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ПОСУХИ .....	21
4.1 Коефіцієнт випаровуваності Іванова Н.Н.....	26
4.2 Гідротермічний коефіцієнт Селянинова Г.Т.....	32
4.3 Показник атмосферного зволоження Шашко Д.І.....	37
4.4 Водно-термічний коефіцієнт Дмитренка В.П.....	42
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	47
ДОДАТКИ.....	49
ДОДАТОК А.....	50
ДОДАТОК Б .....	51
ДОДАТОК В .....	52
ДОДАТОК Г .....	53
ДОДАТОК Д .....	54
ДОДАТОК Е .....	55
ДОДАТОК Є .....	56
ДОДАТОК Ж .....	57
ДОДАТОК З .....	58
ДОДАТОК И .....	59
ДОДАТОК І .....	60
ДОДАТОК Ї .....	61
ДОДАТОК Й.....	62
ДОДАТОК К.....	63
ДОДАТОК Л.....	64
ДОДАТОК М .....	65

## ВСТУП

Засухи і суховії є одними з найбільш несприятливих природних явищ і майже щорічно в різних районах України завдають великої шкоди сільському господарству, викликаючи істотне зниження врожаїв. Складні явища засух і суховіїв в перебігу багатьох років служать об'єктом вивчення. Ще з кінця XIX початку XX століть видатні російські агрономи А.А. Ізмаїльський, П.А. Костичев, В.Р. Вільямс, В.В. Докучаєв і К.А. Тімірязєв наполегливо, протягом багатьох років, прагнули розкрити причини, породжують посуху, і знайти шляхи дієвої боротьби з цим явищем [4, 7, 15].

А.А. Ізмаїльський, який працював у другій половині XIX століття на півдні Росії, висловлював думку, що основним заходом боротьби з посухою в степовій зоні є накопичення і збереження вологи в ґрунті. У своїй роботі «Як висохли наші степи» А.А. Ізмаїльський засуджував дрібну оранку, яка поглиблює дію посухи, і звертав увагу на необхідність прояву більшої турботи про поліпшення фізичних властивостей ґрунту. Великий внесок у справу боротьби з посухою зробив великий вчений фізіолог К.А. Тімірязєв. Шляхом глибокого аналізу поведінки рослин під час посухи К.А. Тімірязєв дав правильний напрямок науково-дослідної роботи в цій області. Вказуючи на необхідність вести роботу з відбору посухостійких сортів, він вважав за обов'язок виводити ці сорти на місці, в строго певних ґрунтово-кліматичних умовах. Дотримуючись цих вказівок, російські селекціонери вивели ряд цінних сортів ярої пшениці та інших культур.

Потреба рослин у волозі й реакція їх на посуху визначається багатьма факторами, що ще раз підкреслює складний, комплексний характер посух. До числа факторів слід віднести погодні умови, біологічні особливості культур, забезпеченість рослин поживними речовинами, рівень агротехніки. Особливу увагу серед них заслуговують біологічні властивості рослин.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є агрокліматична оцінка виникнення посушливих явищ на території Південного степу з використанням показників зволоження, сум опадів і запасів продуктивної вологи, оцінка повторюваності суховіїв за теплий період в Південному Степу України. В роботі були використані дані метеорологічних і агрометеорологічних спостережень за 2004–2013рр. по двох гідрометеорологічних станціях – Кривий Ріг і Дніпропетровськ.



## 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Степова зона простягається на південь від Лісостепу до Азово-Чорноморського узбережжя і Кримських гір; з заходу на схід на 1075 км., з півночі на південь — на 500 км. Степова зона займає 40 % території України. Природні відмінності степової зони зумовлюються її розташуванням на півдні Східноєвропейської рівнини, де степові ландшафти утворились у межах різних орографічних одиниць: південних схилів Придніпровської та Подільської височин, Причорноморської низовини, Донецької та Приазовської височин, Північнокримської рівнини [8, 16].

Клімат степової зони помірно-континентальний. Річний радіаційний баланс збільшується від 4100 (на півночі) до 5320 Мдж/м<sup>2</sup> (на півдні). Через це степова зона отримує найбільші теплові ресурси. Безморозний період триває 160–220 днів. Середні річні температури повітря збільшуються з північного сходу на південний захід від + 7,5 до +11 °С. Середні липневі температури збільшуються у південному напрямку від +21,5 до +23 °С. Річні суми опадів падають від 450 мм (на півночі) до 350 мм. (на півдні). Відмінністю степових ландшафтів є велика випаровуваність (від 700 до 1000 мм.). Густота річкової мережі незначна: 0,08—0,05 км/км<sup>2</sup>, через недостатнє атмосферне зволоження. Стік утворюється за допомогою талих снігових вод.

Степові ландшафти формуються в досить теплому кліматі, а водний баланс негативний. За особливими ознаками ландшафтної структури, умовами зволоження і тепловими ресурсами, характером ґрунтового покриву і природної рослинності, особливостями сільськогосподарського користування степова зона поділяється на три під-зони: північно-степову, середньо-степову, сухо-степову. Північно-степова під-зона охоплює травно-ковилові та лучні степи на чорноземах звичайних, майже всі розораних.

Цілинний степ зберігся у гілках Українського степового заповідника - Дольменському та Хомутовському степах. Середньо-степова підзона поєднує низинний і височинний ландшафт з південним чорним кальцієм, що утворюється під овсяницею і бур'янами. Сухо-степова під-зона — це найнижчий точка Причорноморської низовини та степового Криму. В ній головне місце займають сухо-степові ландшафти з темно-каштановими і каштановими ґрунтами, що утворилися під полиново-злаковими степами з ковилою, типчаком, полинами. На південь від сухо-степового Присивашся утворюються південно-степові ландшафти, які простягаються до передгір'їв Кримських гір.

У загальному контексті степового регіону Донецькі височини виділяються із загальних берегових річкових пасовищ та лісових пасовищ на південному сході. (Донецький кряж). Поділ степової зони на фізико-географічні провінції (краї) зумовлений неоднорідністю її тектоніко — орографічної будови, наявністю височинних і низовинних ландшафтів, кліматичними відмінностями.

Дністровсько-Дніпровська північно-степова провінція (край) розташована у північно-західній частині підзони. В її межах виділяють Південно-молдавську, Південно-подільську та Південно-придніпровську області, які завдяки розміщенням провінції на підвищених схилах Молдавської, Подільської та Придніпровської височин. Різниця в ландшафтній структурі яких зв'язана з ерозійним розчленуванням поверхні, розвитком зсувних процесів, врізанням долин у балтські відклади (схили Подільської височини), докембрійські породи (схили Придніпровської височини).

Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північно-степова провінція (край) розділяється на орографічно поділені області: Орільсько-Самарську низовину з привододільно-рівнинними ландшафтами з чорноземами звичайними, терасовими і долинно-балковими місцевостями; Приазовську височину з вододільно-останцевими, привододільними хвилястими, яружно-

балковими місцевостями; Приазовську низовинну з рівнинно-степовими місцевостями з чорноземами звичайними, долинно-терасовими місцевостями, а також давніми морськими терасами і сучасними морськими рівнинами.

Донецька північно-стєпова провінція виділяється великою кількістю вододільних степових місцевостей з чорноземами щєбенюватими на єлювії палеозойських пісковиків і сланців та чорноземів карбонатних на єлювії крейдових мергелів і вапняків, об'єднаних елементів лісостєпових і степових ландшафтів. Виділяються Західно-Донецька схилово-височинна область з привододільно-межирічними, балково-долинними, схиловими, терасовими і заплавними місцевостями, Донецька височинна область з межирічними, перехідними від північно-стєпових до лісостєпових ландшафтів, долинно-балковими місцевостями, урбанізованими і промислово освоєними ландшафтами.

Задонецько-Донська північно-стєпова провінція (край) займає південні відроги Середньоруської височини і показана в межах України Старобільською схилово-височинною областю, ландшафтну структуру якої створюють ландшафтні місцевості почленованих схилів та схилів височин із чорноземами малогумусними, розораними, а також терасові малорозчленовані, яружно-балкові та заплавні місцевості.

Середньо-стєпова під-зона займає Причорноморську низовину, де переважають ландшафти південно-стєпового підтипу, що мають однакову просторову структуру. У цьому субрегіоні виділяються пасовищні провінції (регіони) в центральній частині Чорного моря, які розташовані на периферії Причорноморської низовини з абсолютною висотою 150 м на півночі і до 45 м. на півдні. В її межах виділяються: Задністровсько-Причорноморська низовинна область — акумулятивна приморська рівнина, почленована долинами та балками, з привододільно-рівнинними, терасовими, приморськими галогенними, заплавними і дельтово-плавневими дунайськими ландшафтними місцевостями; Дністровсько-Бузька низовинна

область, що відходить до схилу Причорноморської западини; в її ландшафтній структурі виділяється місцевості привододільних хвилястих рівнин, а також ерозійно-балкові схилів та долинно-терасові місцевості з озерами — лиманами; Бузько-Дніпровська низовинна область з рівнинно-подовими ландшафтними місцевостями з південними чорноземами в тандемі з лучно-чорноземними, дерновими осолоділими глейовими ґрунтами і солодами; в межах Дніпровсько-Молочанської низовинної області рівнинно-подові місцевості з'єднується з долинно-схилівими, ерозійно-балковими, рівнинно-межирічними природно-територіальними комплексами. Західноприазовська схилово-височинна область характеризується поширенням ландшафтних місцевостей останцевих і хвилястих привододільних рівнин, а також яружно-балкових, ерозійно-схилівих, надзаплавно-терасових, заплавних місцевостей, морських рівнин.

Сухо-степова під-зона займає південь Причорноморської низовини, Присивашся, степовий Крим. Більшу частину ландшафту тут займає посушливий луг, з овсяницею та полиновим лугом на солоному ґрунті темно-каштанового кольору, а також солонці та солончаки. У межах підзони виділяється Причорноморсько-Приазовська сухостепова провінція (край), що відноситься до Приазовської частини западини. Це молода акумулятивна рівнина з позначками 50—10 м. У західній частині провінції — Нижньобузько-Дніпровська низовинна приморська область, у ландшафтній структурі якої виділяються місцевості лесових рівнин із западинами й подами, терасових рівнин, еродованих схилів, абразивно-зсувні утворення. Характеристиками Дніпровської терасово-дельтової низовини на загальному тлі зони є пасовисько-піщана горбиста місцевість та рівнинна зона, темно-каштановий та каштановий ґрунт, ґрунт соснової смоли та солончаково-луговий каштановий ґрунт, пасовища, пісковики та супіски. Ландшафтна структура Присивашсько-Приазовської області включає рівнинну територію та південний черешок, чорно-каштановий та

чорноземний ґрунт каштанового ґрунту, а також чорен, ерозійну балку та прибережні води заплави.

Характеристиками Кримської степової провінції (регіону) є те, що пасовищний масив у центральній частині поясу знаходиться на півдні, розподіл гравійного ґрунту, очевидна неоднорідність геології та структури рельєфу та різноманітність ландшафтів. Північна частина Кримської рівнини вкрита Присивасько-Кримською низовинною територією. Велика висота геологічного комплексу розділена на напівпустельну полин у прибережній лагуні, луговий хвойний шар та хвойний алювіальний шар і косу, жовтянична трава. На солоному ґрунті темно-каштанового кольору є хвилеподібні ділянки ковила і різних ковилових злаків. Тарханкутська височинна область на тлі степових ландшафтів помітно відрізняється в рельєфі своєю ярусністю ландшафтів, поширенням привододільних, останцевих, балкових, долинних і приморських місцевостей. Ландшафтна структура рівнини Центральний Крим – це в основному ландшафтна зона басейнової рівнини, включаючи низькогумусний карбонатний рот, річкову рівнину та солоний ґрунт чорного каштана, прибережні рівнини та долини. Керченська горбиста зона – це ландшафтна структура, що складається з горбистих плато, грязьових вулканів, басейнів, балок, лугової солі та напівпустель, прибережних піщаних луків та областей галофітів. У степовій зоні функціонують заповідники Асканія-Нова, Український степовий, Луганський, Чорноморський біосферний, Дунайські Плавні, Азово-Сивашський.

## 2 ПОНЯТТЯ ПРО ПОСУХИ І СУХОВІЇ

Кліматичні умови України є придатними для утворення різних типів посушливих явищ. Які у своєму поєднанні призводять до надлишкової втрати води живими організмами, зокрема рослинами, спричинена геофізичними та біологічними процесами. У випадку впливу несприятливого комплексу температурно-вологих чинників це призводить до вичерпання адаптаційних можливостей рослини, тому настає її зневоднення, в'янення, засихання та загибель. Є певні граничні критерії у кожного посушливого явища, за межами яких воно стає небезпечним [1, 2].

Виокремлюють такі види посушливих явищ: бездощовий період, атмосферна посуха, ґрунтова посуха, загальна посуха, фізіологічна посуха, суховій [2, 3].

Бездощовий період або бездощів'я – це відрізок часу, в якому протягом десяти днів і більше не випадають опади або їх добова кількість не перевищує 1 мм [7].

Тривале бездощів'я з низькою вологістю та високою температурою повітря, на фоні якого виникає атмосферна посуха [7].

Ґрунтова посуха починається при посиленому висушуванні ґрунту, в результаті чого потік води до коренів рослин сповільнюється або припиняється зовсім. Явище ґрунтової посухи часто пов'язане з недостатніми весняними запасами води в метровому шарі ґрунту, адже протягом літніх місяців волога лише витрачається рослинами, але не поповнюється.

При поєднанні рис атмосферної та ґрунтової посухи виникає загальна посуха, яка є особливо небезпечною для рослин через їх нездатність поповнюватися вологою з ґрунту на фоні високих температур повітря.

Фізіологічна посуха виникає в результаті неспроможності рослини забезпечити себе водою при достатніх запасах її в ґрунті. Така посуха може виникнути через низку причин: при пошкодженні кореневої системи

рослини; в умовах низької температури кореневого шару ґрунту та одночасно високої температури та низької вологості повітря; через підвищений вміст солей в ґрунті. За таких умов швидкість всмоктування води кореневою системою відстає від швидкості транспірації, тому порушується процес живлення і розвитку рослини [10 – 12].

Окрім вказаних видів, за рекомендаціями Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) виділяють ще галузеві класифікації посухи: гідрологічні, сільськогосподарські (агрометеорологічні), енергетичні та ін.

За просторовими масштабами посушливі явища поділяються на місцеві, зональні, міжзональні, континентальні та глобальні. Місцеві посухи охоплюють до 10% площі однієї агрокліматичної зони і мають строкатий характер. Зональні посухи можуть охоплювати від 10 до 100% площі в межах однієї агрокліматичної зони. Міжзональні посухи займають не менше двох агрокліматичних зон з охопленням від 10 до 35 % площі у кожній зоні. Континентальні посушливі явища займають не менше трьох агрокліматичних зон із загальним охопленням від 30 %. Глобальні посушливі явища поширюються на значну частину певної півкулі або не менш ніж на 10 % території всіх суміжних континентів [8].

Посушливі явища є комплексним проявом природних процесів, які діють односпрямовано в певний проміжок часу на створення дефіциту зволоження на фоні високих температур. Відома схема розвитку посухи Ф.Ф. Давітая дає наочно стислий механізм, за яким основним чинником, що започатковує формування посухи, є певні макро-циркуляційні атмосферні процеси у вегетаційний період, які через тривале бездощів'я і поєднання з недостатньою вологістю ґрунту призводять до прояву посухи. Оскільки мова йде, перед усім, про агрометеорологічну посуху, в схемі враховуються властивості рослин щодо їх стійкості до високих температур і відсутності опадів, а також відповідність агротехніки до посушливих умов.

Протягом вегетаційного періоду за часом виникнення та тривалістю впливу виділяють три типи посух: весняні, літні, осінні [12, 18].

Весняна посуха характеризується, зазвичай, досить низькими температурами, низькою відотною вологістю повітря, посушливими вітрами. Цей тип посухи затримує фазу сходів, послаблює куціння та укорінення рослин, зменшує кількість закладених колосків в колосі. За достатніх запасів ґрунтової вологи навесні посуха впливає на рослини незначно.

Літня посуха характеризується низькою відотною вологістю повітря, високою температурою, великою випаровуваністю. Звичайно до моменту виникнення літньої посухи в степових та лісостепових районах України бувають недостатніми запаси вологи в орному шарі, тому негативний вплив літньої посухи на сільськогосподарські культури значно більший, ніж весняної. Літня посуха призупиняє накопичення вегетативної маси, приріст коренів, може виникнути щуплість зерна [17].

З усіх несприятливих явищ посухи завдають найбільшої шкоди сільському господарству в нашій країні, тому що близько 70 % усіх посівних площ зернових культур розташовано в зонах недостатнього і нестійкого зволоження. Передвісником посухи є тривалий бездощовий період, за який приймається період тривалістю десять і більше днів, протягом якого не спостерігаються опади або їхня добова кількість не перевищує 1 мм.

Посуха виникає при тривалій відсутності опадів у сполученні з високою випаровуваністю, що сприяє висушуванню шару розповсюдження коріння і порушує нормальне водопостачання рослин. У результаті різкої невідповідності між потребою рослин у волозі та її недостатньому надходженні з ґрунту знижується їхній урожай. При тривалих і інтенсивних по напруженості посухах рослини повністю гинуть ще до сформування урожаю.

Розрізняють три типи посухи: атмосферна, ґрунтова і загальна. Атмосферна посуха звичайно передуює ґрунтовій. Атмосферна посуха (близько 30 %) виникає за процесами зональної циркуляції атмосфери. У цих випадках над південною частиною Північно-східної Європи розташована



зона високого атмосферного тиску, яка зумовлена відрогами Азорського та Середньо-азіатського максимумів або декількома малорухливими антициклонами. Такими посухами охоплюється Південь України, Нижнє Поволжя та Казахстан [14]. Найчастіше (до 70 %) розвиток атмосферних посух відбувається при порушенні зонального переносу, що блокується високими малорухливими антициклонами і гребенями.

Основною ознакою атмосферної посухи вважають стійку, антициклональну погоду з тривалими бездощовими періодами, високою температурою і великою сухістю повітря. Нерідко при цьому спостерігається сухий вітер (суховій). Ґрунтова посуха виникає як наслідок тривалої атмосферної посухи, коли при посиленому випаровуванні запаси вологи у ґрунті швидко зменшуються, і стають недостатніми для нормального росту і розвитку 377 рослин. Настає невідповідність між потребою рослин у волозі і надходженням її з ґрунту. Це викликає істотне зниження урожайності сільськогосподарських культур, які вирощуються у богарних умовах, навіть на полях з високою агротехнікою [10, 14].

Ґрунтова посуха може відмічатися в орному шарі (0–20 см), у шарі зосередження основної кореневої системи рослин (0–50 см), у метровому шарі (0–100 см) і т. п. За початок помірної ґрунтової посухи прийнято вважати запаси продуктивної вологи в ґрунті на рівні 85 % оптимального зволоження для відповідної фази розвитку певної польової культури. Сувора посуха відзначається при 65 % цього зволоження, а дуже сувора – при 35 %. Коли обидва типи посух спостерігаються спільно, настає загальна посуха, яка часто супроводжується пиловими бурями. При тривалому періоді загальної посухи у рослин через нестачу вологи порушуються фізіологічні функції і відбувається ушкодження або загибель рослин.

Суховій – це складне метеорологічне явище, яке характеризується низькою відносною вологістю повітря (менше 30 %), у сполученні з високою температурою повітря (вище 25 °С) і швидкістю вітру не менш 5 м/с. Цей

комплекс факторів викликає високу випаровуваність, яка призводить до порушення водного балансу рослин [15].

Виникнення посух і суховіїв пов'язано з такими потужними атмосферними процесами, які визначають тривалу антициклональну погоду. При проходженні над територією країни сухе прозоре холодне арктичне повітря прогрівається і ще більше висушується. Випаровування ґрунтової вологи підсилюється, опади не випадають, починається посуха. За часом настання розрізняють весняну, літню й осінню посухи.

По інтенсивності посухи умовно підрозділяють на дуже сильні, сильні і середні.

Осіння посуха характеризується невисокою температурою повітря. Вона найбільш небезпечна для посівів озимих культур, які не встигли укоренитися і пройти фазу кущіння й нерідко гинуть у зимовий період. В окремі посушливі осені, коли орний шар не має необхідних запасів продуктивної вологи, посів озимих зернових взагалі недоцільний.

### 3 АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУХОВІЇВ

Суховії в Україні – сухі гарячі вітри, які супроводжуються підвищеною температурою (понад 25 °С) та відчутно пониженою відносною вологістю повітря (нижче ніж 30 %). Суховії часті (від 15 до 24 днів на рік) на півдні та південному сході України [15].

Суховії призводять рослини до пошкодження водного режиму й обміну речовин, яке призводить до зниження урожаю сільськогосподарських культур. Вони є небезпечними на початку літа, коли наливається зерно.

Складність та різноманіття суховійних явищ, що встановлювали велике різноманіття визначень і кількісних характеристик, як зазначають метеорологи [12].

Н.К. Софотеров суховійними приймає дні з максимальною температурою 30 °С і денним дефіцитом вологості 24 мм не зважаючи на швидкість вітру.

М.С. Кулик вказує на поширений наступний критерій суховію: відносна вологість о 13 год < 30 %; температура в той же термін вище 25 °С при швидкості вітру 5 м/с по флюгеру [9]. Цю міру оцінки з деякими змінами використовує І.Є. Бучинський [3].

Е.Е. Федоров (1935) до суховійного періоду відносить безхмарну погоду із середньою добовою температурою вище 27,5 °С при середній, відносній вологості < 60 % незалежно від швидкості вітру, а при середній добовій температурі 22,5–27,5 °С дні із середньою добовою відносною вологістю 40 % і нижче та сильним вітром.

А.А. Камінський (1934) під суховієм приймає «такий вітер, при якому відносна вологість в жоден з термінів спостережень (7, 13 і 21 год) не піднімається вище 50 % при відносно високому мінімумі температури повітря».

Н.Ф. Самохвалов для умов Казахстану в цьому критерії зменшує межу відносної вологості до 20 %, лишаючи такі ж межі температури 25 °С і швидкість вітру 5 м/с, а за температури 30 °С зменшує швидкість вітру до 3 м/с.

Г.Т. Селянинов в 1930 р. запропонував приймати суховійними дні з добовим випаровуванням по випарнику Вільда (випаровуваністю) 8 мм і більше. Він кваліфікує таку величину випаровуваності, як «безсумнівно шкідливе явище», що вона часто прослідковується при середній відносній вологості вище 50 % за добу, але за умови зростання швидкості вітру або при високій температурі. Навесні та восени така випаровуваність зазвичай прослідковується при середній добовій температурі нижче 20 °С, але при сильному вітрі або низькій вологості повітря. Характерно для суховіїв – їх «висушуючу силу», тобто випаровуваність, що вона може бути при різних сполученнях температури, вологості повітря і швидкості вітру [13].

О.О. Цубербіллер показала, що причиною пошкоджень від суховіїв є відмінність між водопостачанням рослин і випаровуваністю, яка під час суховіїв переходить через деяку допустиму для рослин межу. Ця шкідлива для рослин межа непостійна і змінюється в залежності від ряду факторів. Інтенсивність пошкоджень залежить від ступеня цієї невідповідності [9]. О.О. Цубербіллер за показник ушкодження приймає «евапорометричний коефіцієнт» Скворцова

$$K_{\text{евап.}} = \frac{I_{\text{ф}}}{I_{\text{ст}}}, \quad (3.1)$$

Цей коефіцієнт показує співвідношення між фактичним (вимірюваним) випаровуванням із природної поверхні поля  $I_{\text{ф}}$ , і 390 випаровуванням із «стандартної» водної поверхні  $I_{\text{ст}}$ , яке розраховується за формулою Мейера – Тихомирова

$$I_{\text{ст}} = 0,012Д, \quad (3.2)$$

де  $Д$  – дефіцит тиску водяної пари, гПа.

Значення  $K_{\text{свап.}}=1$  показує, що випаровування з поверхні поля дорівнює випаровуванню зі стандартної водної поверхні, при  $K_{\text{свап.}} > 1$  випаровування з поля більше випаровування з тієї ж площі водної поверхні, при  $K_{\text{свап.}} < 1$  процес випаровування з поля йде з більшим або меншим недобором води. При нормальній життєдіяльності зернових культур значення  $K_{\text{свап.}}$  в денні години зберігається в межах 0,8–1,5.

За допомогою показника  $K_{\text{свап.}}$  можна приблизно встановити, яка добова випаровуваність відповідає відповідним градаціям інтенсивності суховіїв і яка кількість води має випаровуватися рослинами для запобігання шкідливої дії суховіїв. Це дає можливість виразити агрометеорологічні показники пошкоджень від суховіїв у зручному для застосування вигляді [10].

Градації суховіїв не заподіюють рослинам істотних ушкоджень, якщо у ґрунті є достатня кількість вологи, яка дає можливість підвищення випаровування відповідно до рівня випаровуваності. Проведені дослідження показали, що ушкодження відсутні, якщо значення  $K_{\text{свап.}}$  в денні години не опускається нижче 0,8, і ушкодження бувають незначні, якщо  $K_{\text{свап.}}$  епізодично досягає значення 0,5. О.О. Цубербіллер сформулювала також визначення і критерій суховіїв у наступному вигляді: суховій характеризується ненормально великим для даного географічного положення і пори року дефіцитом вологості повітря, який перевищує середнє місячне його значення о 13 год. у 1,5 рази (слабкі), у 2 рази – інтенсивні і в 3 рази – дуже інтенсивні суховії [18].

#### 4 КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ПОСУХИ

В кінці XIX століття В.В. Докучаєв для характеристики ступеня посушливості району вживав порівняння опадів з випаровуваністю. Ця ідея знайшла широке визнання і надалі розвивалася і поглиблювалася. Для визначення випаровуваності (потенційно можливого випаровування) і випаровування отримано багато емпіричних формул. Їхнє застосування дозволило дати характеристики окремих зон по сухості і виявити у визначеному наближенні імовірність посух [15].

Г.М. Висоцький у 1905 р. встановив таке відношення між природними зонами і величинами  $r/E$  ( $r$  – опади,  $E$  – випаровуваність): волога лісова область –  $1\frac{1}{3}$ , перехідна лісостепова область – 1; помірно сухий степ –  $2/3$ , південний сухий степ –  $1/3$ . Такий ж метод пізніше застосував А. Пенк у 1910 році. Б. Лівінгстон у 1921 р. широко використовував відношення опадів до випаровування при оцінці сухості клімату в США.

Для характеристики сухості вегетаційного періоду Д.І. Прянішніков запровадив гідротермічний коефіцієнт, розрахований як відношення суми опадів до суми температур. Р.Е. Давід обґрунтував можливість використання дефіцит тиску водяної пари як міру транспірації культурних рослин [4, 7, 15,]. Далі багато науковців застосовували це обґрунтування для оцінки вологозабезпеченості та ступеня посушливості. За формулою Давіда

$$\frac{E-e}{2}=f, \quad (4.1)$$

де  $f$  – випаровуваність, мм;

$E$  – тиск насичення при даній температурі повітря;

$e$  – парціальний тиск водяної пари.

П.І. Колосков у 1925 р. запровадив можливість використання для порівняльної оцінки посушливості відношення річної кількості опадів до

суми середніх добових температур вегетаційного періоду, зменшеної в 100 разів [11].

У 1947 р. П.І. Колосков запровадив уточнений показник зволоженості  $V$ , як відношення кількості опадів  $P$  до різниці тиску насичення  $E$  за даної температури і фактичного тиску водяної пари  $e$ :

$$V = k \frac{P}{E - e} \quad (4.2)$$

де  $k$  – коефіцієнт пропорційності.

Гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянинова (ГТК) показує відношення суми місячних опадів  $\Sigma P$  до суми температур того ж місяця  $\Sigma T$ , зменшеної в 10 разів

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma P}{0,1 \Sigma T}, \quad (4.3)$$

За посушливий вважається період з гідротермічним коефіцієнтом нижче 1,0; сухим – з гідротермічним коефіцієнтом нижче 0,5; ГТК < 0,4 – ознака дуже сильної посухи; ГТК = 0,4-0,5 – сильної, ГТК = 0,5-0,6 – середньої.

В.П. Дмитренко [6] запровадив водно-термічний коефіцієнт, який на відміну від ГТК Селянинова може використовуватись також за позитивної температури повітря нижче 10 °С і за від'ємних її значень. Цей показник має вигляд

$$\text{ВТК} = k_{TR} \frac{\Sigma R}{\Sigma T} = \frac{10Q(T) \Sigma R}{\varphi(T) \Sigma T}, \quad (4.4)$$

де  $k_{TR}$  – термічна функція швидкості вологообміну між атмосферою і підстильною поверхнею;

$\Sigma R$  – кількість опадів за досліджуваний період, мм;

10 – коефіцієнт пропорційності;

$\Sigma T$  – сума температур за той же період окремо позитивних і від'ємних;

$Q(T)$  – функція швидкості випаровування за заданою температурою  $T$ , за правилом Вант-Гоффа, порівняно з початковою швидкістю за деякої фіксованої температури;

$\varphi(T)$  – температурна функція в'язкості води.

Для повної оцінки сухості або вологості клімату застосовується формула, розрахована В.П. Поповим (1948)

$$P = \frac{\sum g}{2,4(t-t')n}, \quad (4.5)$$

де  $P$  – показник сухості клімату;

$\sum g$  – річна кількість ефективних опадів;

$t-t'$  – психрометрична різниця;

$n$  – коефіцієнт, який залежить від тривалості дня.

А.А. Камінський на основі врахування відносної вологості повітря самого сухого місяця о 13 годині і середньої температури вегетаційного періоду отримав шість кліматичних областей.

Н.Н. Івановим була розроблена емпірична формула для розрахунку випаровуваності

$$E = 0,0018(25 + T)^2 (100 - a), \quad (4.6)$$

де  $E$  – випаровуваність за місяць, мм;

$T$  – середня місячна температура повітря, °С;

$a$  – середня відносна вологість повітря за місяць, мм.

За допомогою цієї формули Н.Н. Іванов установив коефіцієнт зволоження, який виражає відношення річної кількості опадів до річної випаровуваності.

За показник атмосферного зволоження  $Md$  Д.І. Шашко [19] застосовує відношення суми опадів  $P$  до суми середніх добових значень дефіциту тиску водяної пари  $E - e$



$$Md = \frac{\Sigma P}{\Sigma(E-e)}. \quad (4.7)$$

Для встановлення початку посухи Н.В. Бова в 1941 р. запропонував таку формулу

$$k = \frac{10(H+Q)}{\Sigma T}, \quad (4.8)$$

де  $k$  – показник посушливості;

$H$  – запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см навесні, мм;

$Q$  – кількість опадів, що випали з весни і до настання посухи, мм;

$\Sigma T$  – сума температур від дати переходу через 0 °С.

Показник  $k$  включає три основних фактори, значною мірою визначальних для умов росту сільськогосподарських культур. Значення  $k$  збільшується при покращенні умов зволоження і зниження з ростом температури. Час встановлення значення  $k$ , рівного 1,5, приймається за початок посухи.

По П.І. Броуну (1904) сума опадів нижче 5 мм за декаду з квітня по грудень є ознакою посушливості.

Для оцінки оцінювання посух (атмосферних і ґрунтових) Є.С. Уланова [17] запропонувала використовувати коефіцієнт зволоження

$$K_1 = \frac{W_B + \Sigma O_{V-VI}}{0,01 \Sigma T_{V-VI}}, \quad (4.9)$$

де  $W_B$  – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту під час стійкого переходу середньої добової температури повітря через 5 °С навесні, мм;

$\Sigma O_{V-VI}$  – сума опадів за травень – червень, мм;

$\Sigma T_{V-VI}$  – сума середніх добових температур повітря за травень – червень.

Значення коефіцієнтів зволоження відповідають:

$K1 < 15$  – дуже сильна посуха;

$15 \leq K1 < 20$  – сильна посуха;

$20 \leq K1 < 25$  – середня посуха.

Низка науковців за основу оцінки інтенсивності посухи беруть зменшення урожайності основної сільськогосподарської культури в районах, які відчують на собі дії посухи. Так, по О.В. Процерову, зменшення середнього урожаю до 20 % – слабка посуха, від 20 до 50 % – середня і більше 50 % – сильна.

О.І. Руденко [7] запропонував використовувати такі показники: дуже сильна посуха – опади до 18 мм за період сходи – колосіння яриці і зниження урожаю більше 50 %; сильна посуха – опади до 30–35 мм за аналогічний період і зниження урожаю на 20–50 %; середня посуха – опади більш 35 мм і зменшення урожаю до 20 %.

В.М. Обухов, О.А. Дроздов, А.В. Мещерська кваліфікують атмосферні посухи по сумі опадів у відсотках середньої багаторічної (кліматичної норми). Дуже сильна посуха відмічається при сумі опадів менше 50 % норми, сильна – при 50...70 %, середня – при 71...80 % норми.

На відміну від найбільш надійних показників посухи – дані про вологість ґрунту. Зменшення весняних запасів продуктивної вологи у метровому шарі до 60 мм є ознакою загрозовано низьких умов забезпеченості вологою рослин на протязі літньої вегетації навіть при високих літніх опадах. Весняні запаси продуктивної вологи в степових і лісостепових районах менш 100 мм також у більшості випадків призводять до незадовільної вологозабезпеченості сільськогосподарських культур. Висушування верхніх шарів ґрунту в період вегетації – найважливіший показник при характеристиці посухи [17]

За даними М.С. Кулика, зменшення запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту до 19 мм варто прийняти за початком посушливого періоду, а до 9 мм – початком сухого періоду. Декади, за яких запаси

продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–20 см становлять < 20 мм, відносяться до посушливих, а декади з запасами вологи < 10 мм – до сухих [9].

Три найбільш сухі декади в період кушіння – молочна стиглість є ознака посухи, чотири -п'ять декад є ознака сильної посухи. Якщо три сухі декади варто вважати показником сильної посухи, а чотири – п'ять сухих декад – дуже сильної посухи.[17]

#### 4.1 Коефіцієнт випаровуваності Іванова Н.Н.

Експериментальні дані основних показників, які в найбільшій мірі визначають вплив погодних умов кожного вегетаційного періоду, наведено згідно спостережень метеорологічної станції в м. Ізмаїл Дунайської Гідрометеорологічної обсерваторії. Вплив погодно-кліматичних умов на зміну водного балансу екологічних систем існуючих агроландшафтів Українського Придунав'я вивчали шляхом визначення трьох основних показників: потенційного випаровування або випаровуваності, дефіциту водоспоживання і коефіцієнта зволоження.

Оцінку випаровуваності за досліджувані роки проводили за середньомісячними показниками температури й відносної вологості повітря і кількості атмосферних опадів за Н.Н. Івановим

$$E = 0,0018(25 + T)^2 (100 - a) \quad (4.10)$$

Дефіцит водоспоживання визначали як різницю між потенційним випаровуванням  $E_0$  і опадами  $\sum P$ , тобто  $(E_0 - \sum P)$ , а коефіцієнт зволоження  $K_3$  – як відношення суми опадів  $\sum P$  за вегетаційний період до випаровуваності  $E_0$ . Згідно прийнятої в кліматології класифікації для різних зон України прийнято:

при  $K_3 = 1,1-1,3$  – зона Полісся,

$K_3 = 1,0-1,2$  – Лісостеп,

$K_3 = 0,8-1,0$  – Степ,

у тому числі:  $K_3 = 0,6-0,8$  – Південний Степ,

$K_3 = 0,4-0,6$  – Сухий Степ,

$K_3 = 0,1-0,3$  – Напівпустеля ,

$K_3 < 0,1$  – Пустеля.

Використовуючи данні з кліматичного кадастру за 10 років 2004–2013 роки, нами було виявлено:

- середньо декадні суми коефіцієнта випаровуваності Іванова Н.Н. за період 10 років, на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ. Данні наведенні в таблицях Додаток А, Додаток Б (Кривий Ріг) і Додаток В та Додаток Г (Дніпропетровськ);

- самий посушливий та самий вологий роки на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ.

### ***Коефіцієнт випаровування Іванова Н.Н. (E) по станції Кривий Ріг***

На станції Кривий Ріг найбільш засушливим роком був 2004 рік.

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період квітень – вересень на станції Кривий Ріг. В першій декаді квітня значення  $E$  дорівнює 57,7 мм, а другій декаді це значення збільшується до 109 мм, в третій декаді значення збільшується до 117,7 мм. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 107,1мм, в другій декаді значення зменшується до 90,6 мм, в третій декаді значення  $E$  дорівнює 84,4 мм. В червні значення  $E$  в першій декаді збільшуються до 115,5 мм, в другій декаді 119,3 мм, в третій декаді – 99,8 мм. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 111 мм, друга декада – 80,5 мм, третя декада – 126,5 мм. В серпні значення коефіцієнта  $E$  в першій декаді зменшується до 83,4 мм, в другій декаді збільшується до 120,8мм, в третій декаді – 126,2 мм. В вересні 96,4 мм – перша декада, в другій декаді – 107,3 мм, третя декада- 51,9мм. Мінімальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період складають 57,7 мм в першій декаді квітня. Максимальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період 126,5 мм

спостерігались в третій декаді липня. Середні значення коефіцієнта  $E$  – 72,5 мм. Сума значень  $E$  за вегетаційний період становить 1805,18 мм.

Зміну коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова по декадах за 2004 рік зображено на рис. 4.1.

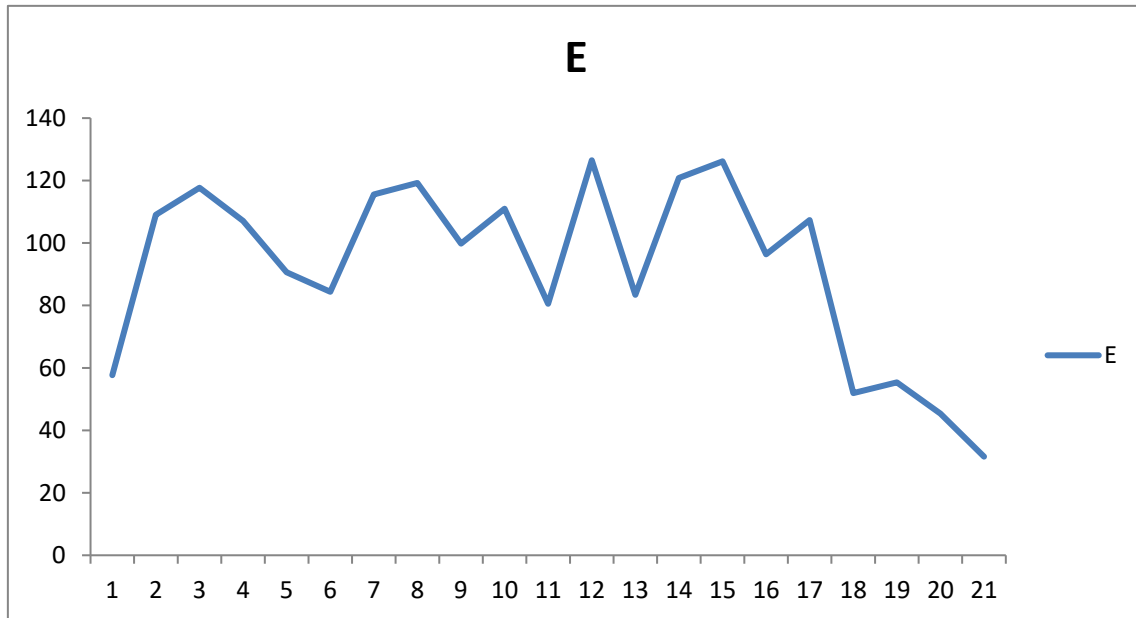


Рисунок 4.1 – Зміна коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова в найпосушливіший 2004 рік по декадах на станції Кривий Ріг.

Найбільш вологим роком на станції Кривий Ріг за показником коефіцієнта випаровуваності Іванова є 2012 рік.

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період квітень - вересень на станції Кривий Ріг. В першій декаді квітня значення  $E$  дорівнює 51,7 мм, а другій декаді це значення збільшується до 81 мм, в третій декаді значення збільшується до 164,2 мм. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 178,3 мм, в другій декаді значення зменшується до 146,6 мм, в третій декаді значення  $E$  дорівнює 131 мм. В червні значення  $E$  в першій декаді збільшуються до 150,4 мм, в другій декаді 214,3 мм, в третій декаді – 207,1 мм. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 216,6 мм, друга декада – 183,6 мм, третя декада- 286,7 мм. В серпні значення

коефіцієнта  $E$  в першій декаді зменшується до 278,5 мм, в другій декаді зменшується до 127 мм, в третій декаді – 129,5 мм. В вересні 137,7 мм – перша декада, в другій декаді – 159,0 мм, третя декада – 75,1 мм. Мінімальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період були 51,7 мм в першій декаді квітня. Максимальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період 286,7 мм спостерігались в третій декаді липня. Середні значення коефіцієнта  $E$  – 125,9 мм. Сума значень  $E$  за вегетаційний період становить 3021,66 мм.

Зміну коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова по декадах за 2012 рік наведено на рис. 4.2.

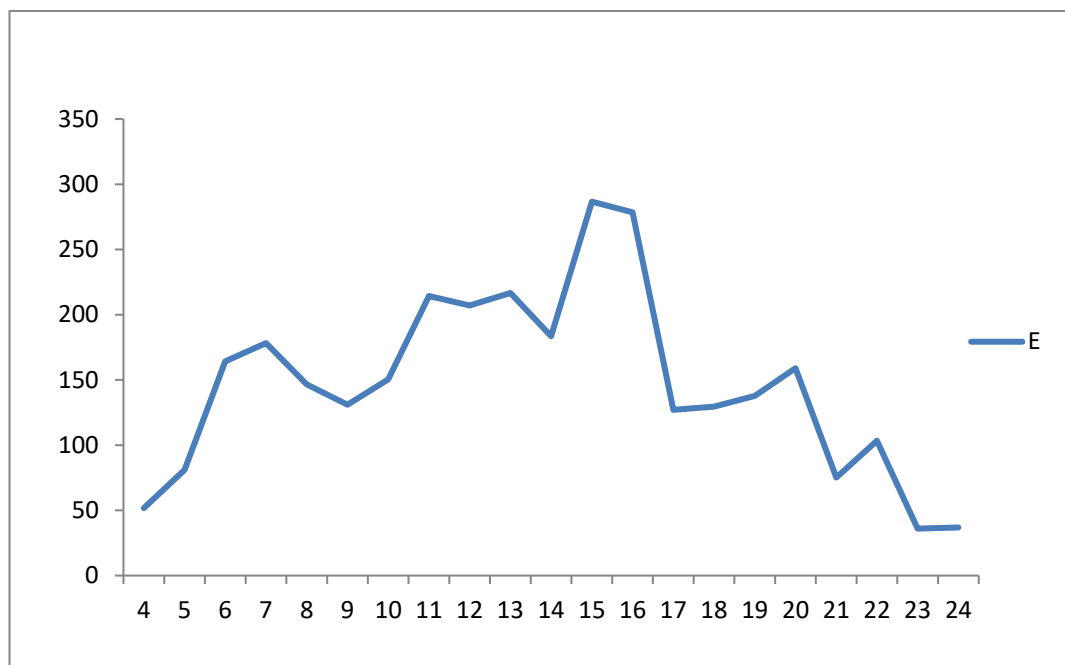


Рисунок 4.2 – Зміна коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова в найвологіший 2012 рік по декадах на станції Кривий Ріг.

### ***Коефіцієнт випаровування Іванова ( $E$ ) по станції Дніпропетровськ***

На станції Дніпропетровськ найбільш засушливим роком був 2004 рік. Розглянемо більш детально весь вегетаційний період квітень – вересень на станції Дніпропетровськ. В першій декаді квітня значення  $E$  дорівнює 57,3 мм, а другій декаді це значення збільшується до 102,6 мм, в третій декаді

значення зменшується до 100,7 мм. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 104,7 мм, в другій декаді значення зменшується до 77,2 мм, в третій декаді значення  $E$  дорівнює 79,3 мм. В червні значення  $E$  в першій декаді збільшуються до 92,8 мм, в другій декаді 89,3 мм, в третій декаді до 55,7 мм. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 106,1 мм, друга декада – 69,7 мм, третя декада – 116,1 мм.

Зміну коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова по декадах за 2004 рік наведено на рис. 4.3.

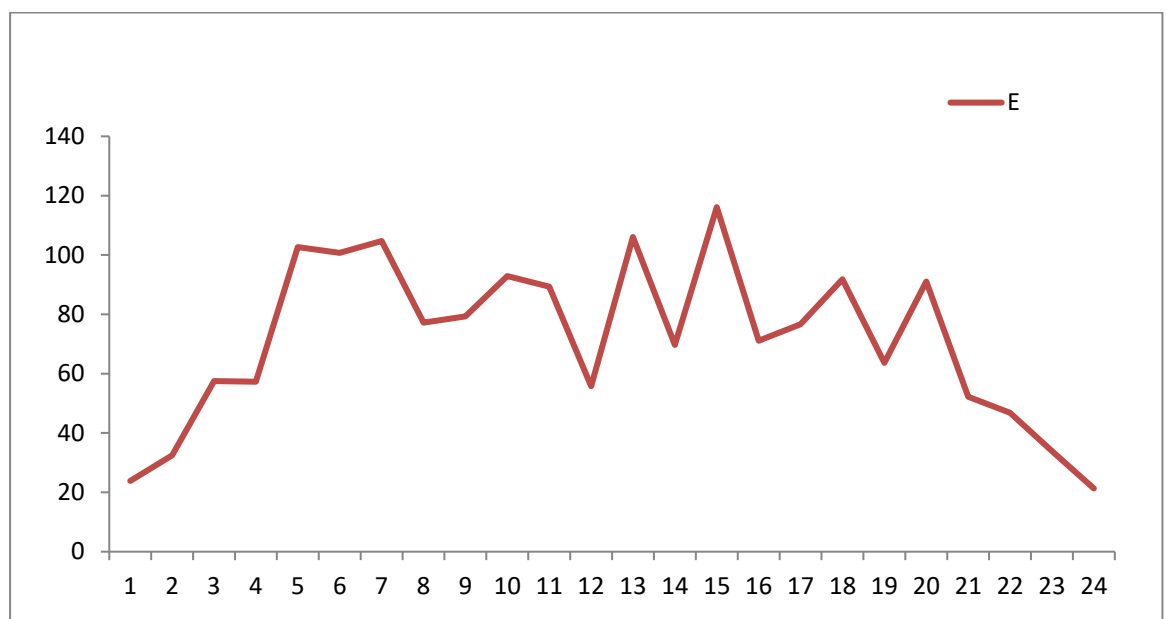


Рисунок 4.3 – Зміна коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова в найпосушливій 2004 рік по декадах на станції Дніпропетровськ

В серпні значення коефіцієнта  $E$  в першій декаді зменшується до 71,1 мм, в другій декаді – 76,6 мм, в третій декаді – 91,8 мм. В вересні 63,6 мм – перша декада, в другій декаді – 91,0 мм, третя декада – 52,1 мм. Мінімальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період 52,1 мм спостерігались в третій декаді вересня, максимальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період 116,1 мм – в третій декаді липня. Середні значення коефіцієнта  $E$  – 62,4 мм. Сума значень  $E$  за вегетаційний період становить 1498,33 мм.

Найбільш вологим роком на станції Дніпропетровськ за показником коефіцієнта випаровуваності Іванова Н.Н є 2007 рік.

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період квітень-вересень на станції Дніпропетровськ . В першій декаді квітня значення  $E$  дорівнює 82,3 мм, а другій декаді це значення зменшується до 81,8 мм, в третій декаді значення збільшується до 94,2 мм. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 90 мм, в другій декаді значення збільшується до 191,2 мм, в третій декаді значення  $E$  дорівнює 236 мм. В червні значення  $E$  в першій декаді зменшується до 184,5 мм, в другій декаді 168,0 мм, в третій декаді – 122,4 мм. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 168,1 мм, друга декада – 223,2 мм, третя декада- 201,2 мм.

Зміну коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова Н.Н. по декадах за 2007 рік наведено на рис. 4.4.

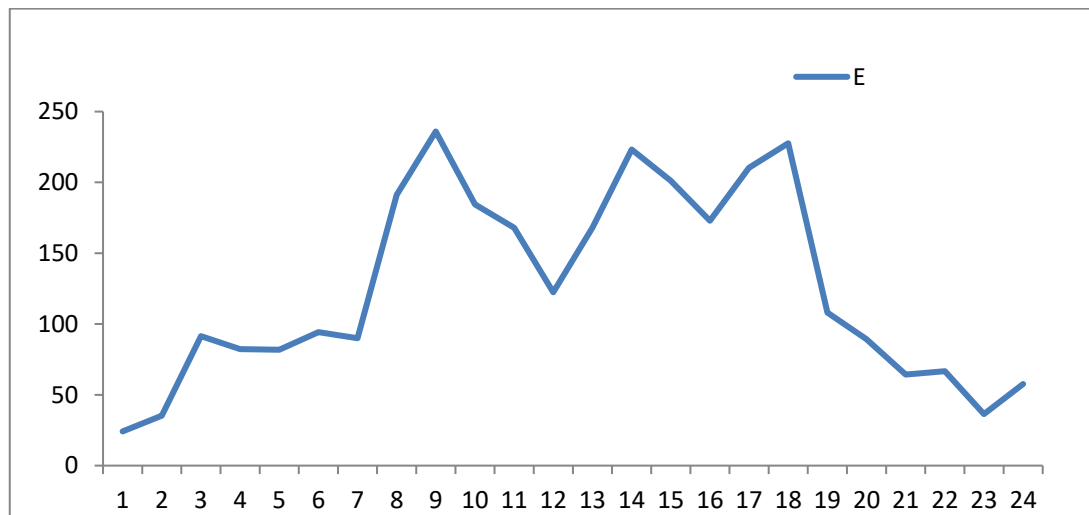


Рисунок 4.4 – Зміна коефіцієнта випаровуваності  $E$  Іванова в найбільш вологий 2007 рік по декадах на станції Дніпропетровськ

В серпні значення коефіцієнта  $E$  в першій декаді зменшується до 172,9 мм, в другій декаді збільшується до 210,3 мм, в третій декаді – 227,7 мм. В вересні 108,0 мм – перша декада, в другій декаді – 89,3 мм, третя



декада – 64,3 мм. Мінімальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період 64,3 мм спостерігались в третій декаді вересня, максимальні значення коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період 277,7 мм – в третій декаді серпня. Середні значення коефіцієнта  $E$  – 113,1 мм. Сума значень  $E$  за вегетаційний період становить 2715,34 мм.

#### 4.2 Гідротермічний коефіцієнт Селянинова

ГТК представляє відношенням суми опадів  $\sum r$  в мм за період з середньодобовими температурами повітря вище 10 °С до суми температур  $\sum T$  за той же час, зменшеної в 10 разів. Чим нижче показник ГТК, тим посушливіша місцевість.

Ізолінія ГТК, що дорівнює 1 відн.од., проходить північним кордоном степової зони. ГТК використовують при сільськогосподарській оцінці клімату задля виділення зон з різним вологозабезпеченням для окремих культурних рослин.

$$\text{ГТК} = \frac{\sum P}{0,1 \sum T}. \quad (4.11)$$

Посушливим вважається період з гідротермічним коефіцієнтом нижче 1,0; сухим – з гідротермічним коефіцієнтом нижче 0,5; ГТК < 0,4 – ознака дуже сильної посухи; ГТК = 0,4-0,5 – сильної, ГТК = 0,5-0,6 – середньої.

Використовуючи данні з кліматичного кадастру строком 2004-2013 рр., нами було виявлено:

- середньо декадні суми ГТК Селянинова за період 10 років, на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ.
- найпосушливий та найвологіший роки на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ. Розрахункові данні наведенні в ДОДАТКУ Д, Е (Кривий Ріг) та ДОДАТКУ Є, Ж (Дніпропетровськ).

### *Гідротермічний коефіцієнт Селянинова на станції Кривий Ріг*

На станції Кривий Ріг найбільш засушливим роком є 2011 рік (рис.4.5).

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень – серпень на станції Кривий Ріг. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 0,47 відн. од., в другій декаді значення зменшується до 0,14 відн. од., в третій декаді значення ГТК також дорівнює 0,14 відн. од.. В червні значення ГТК в першій декаді зменшується до 0,04 відн. од., в другій декаді 0,52 відн. од., в третій декаді – 1,61 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 0,48 відн. од., друга декада – 0,04 відн. од., третя декада – 0,69 відн. од.. В серпні значення коефіцієнта ГТК в першій декаді зменшується до 0,05 відн. од., в другій декаді збільшується до 0,74 відн. од., в третій декаді дорівнює 0 відн. од..

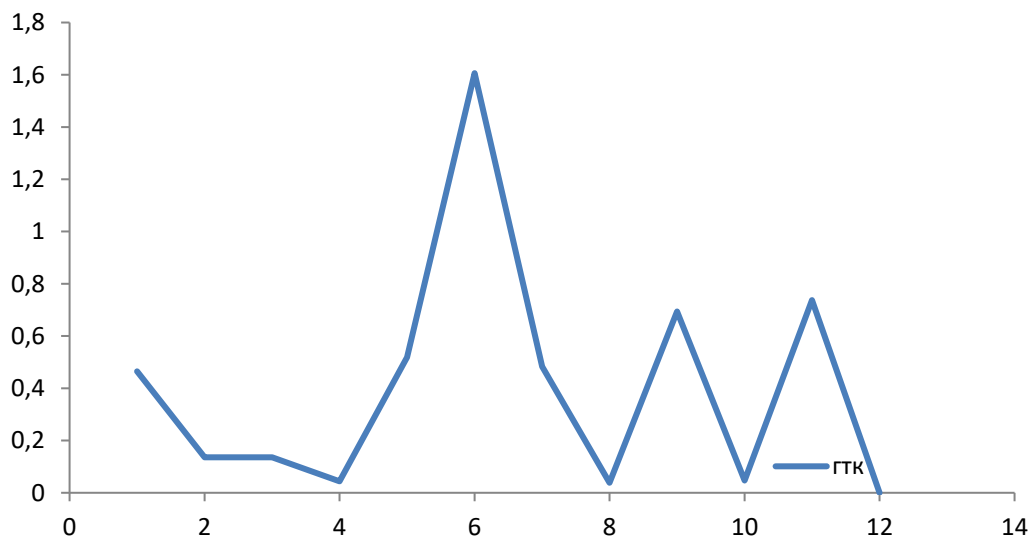


Рисунок 4.5 – Зміна ГТК по декадах в найбільш засушливий 2011 рік по станції Кривий Ріг

Мінімальні значення коефіцієнта ГТК за вегетаційний період сягає 0 відн. од. в третій декаді серпня, максимальні значення коефіцієнта ГТК за

вегетаційний період 1,61 відн. од. – в третій декаді червня. Середні значення коефіцієнта ГТК – 0,41 відн. од..

На станції Кривий Ріг найбільш вологим був 2008 рік (рис.4.6).

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень -серпень на станції Кривий Ріг. В травні значення змінюються таким чином: перша декада 1,45 відн. од., в другій декаді значення збільшується до 2,53 відн. од., в третій декаді значення ГТК також дорівнює 2,53 відн. од.. В червні значення ГТК в першій декаді зменшується до 0,71 відн. од., в другій декаді значення значно підвищується до – 3,96 відн. од., в третій декаді значення відсутнє, через відсутність одного з розрахункових показників. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 1,03 відн. од., друга декада – 1,40 відн. од., третя декада 0,12 відн. од.. В серпні значення коефіцієнта ГТК в першій декаді зменшується до 0,10 відн. од., в другій декаді значення відсутнє, через відсутність одного з розрахункових показників, в третій декаді дорівнює 0,41 відн. од..

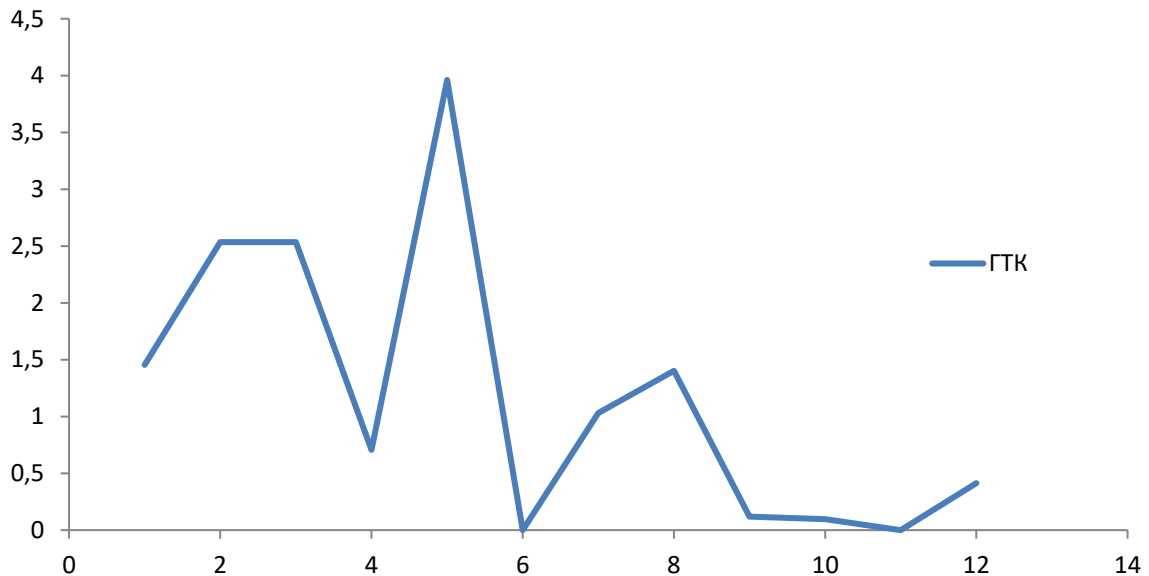


Рисунок 4.6 – Зміна ГТК по декадах в найвологіший 2008 рік по станції Кривий Ріг

Мінімальні значення коефіцієнта ГТК за вегетаційний період 0,10 відн. од. спостерігались в першій декаді серпня, максимальні значення коефіцієнта ГТК за вегетаційний період 3,96 відн. од. – в другій декаді червня. Середні значення коефіцієнта ГТК – 1,47 відн. од.. Сума значень ГТК за вегетаційний період становить 13,83 відн. од..

### *Гідротермічний коефіцієнт Селянинова по станції Дніпропетровськ*

На станції Дніпропетровськ найбільш посушливим роком є 2013, результати нанесені на рис. 4.7.

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень- серпень на станції Дніпропетровськ. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 0,82 відн. од., в другій декаді значення дорівнює також 0,82 відн. од., в третій декаді значення ГТК також дорівнює 0,19 відн. од.. В червні значення ГТК в першій декаді збільшується до 0,70 відн. од., в другій декаді зменшується до 0,30 відн. од., в третій декаді – 0,12 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 1,61 відн. од., друга декада – 0,41 відн. од., третя декада – 0,15 відн. од..

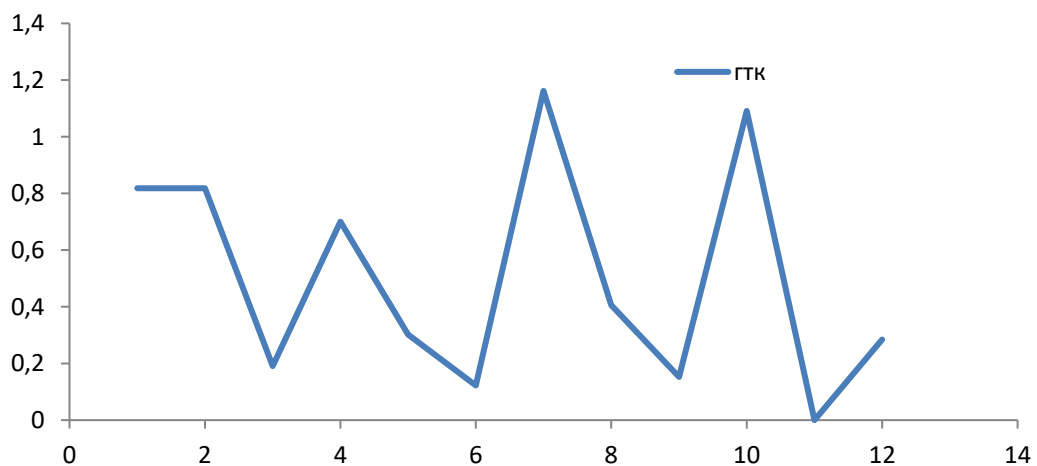


Рисунок 4.7 – Зміна ГТК Селянинова по декадах в найпосушливіший 2013 рік по станції Дніпропетровськ.

В серпні значення коефіцієнта ГТК в першій декаді збільшується до 1,09 відн. од., в другій декаді значення відсутнє, через відсутність одного з розрахункових показників, в третій декаді дорівнює 0,28 відн. од.. Мінімальні значення коефіцієнта ГТК за вегетаційний період 0,12 відн. од. спостерігались в третій декаді червня, максимальні значення ГТК за вегетаційний період 1,61 відн. од. – в першій декаді липня. Середні значення коефіцієнта ГТК – 0,33 відн. од.. Сума значень ГТК за вегетаційний період становить 4,92 відн. од..

Найвологішим роком на станції Дніпропетровськ був 2004 рік (рис. 4.8).

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень-серпень на станції Дніпропетровськ. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 1,78 відн. од., в другій декаді значення збільшується до 2,13 відн. од., в третій декаді значення ГТК також дорівнює 2,13 відн. од.. В червні значення ГТК в першій декаді зменшується до 0,19 відн. од., в другій декаді 1,05 відн. од., в третій декаді – 4,47 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 0,81 відн. од., друга декада – 2,26 відн. од., третя декада- 0,71 відн. од.

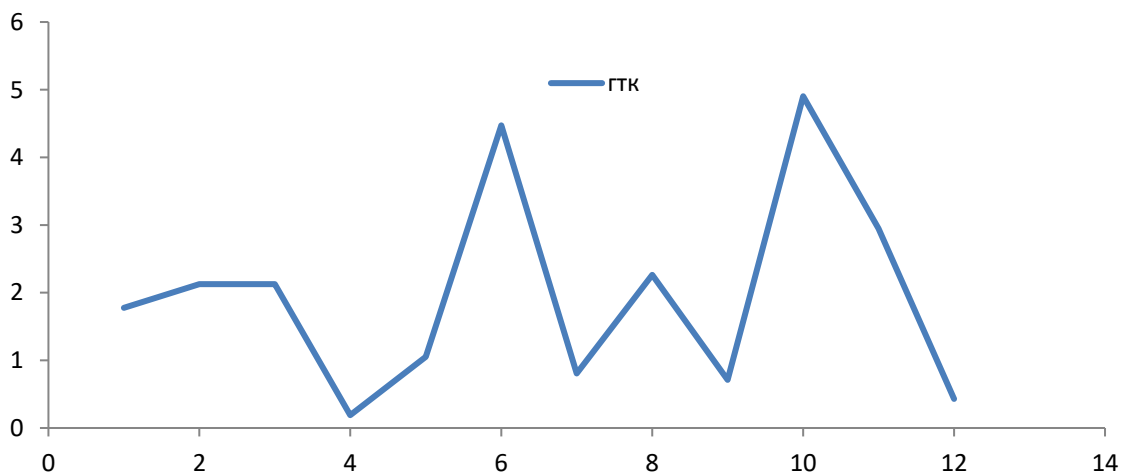


Рисунок 4.8 – Зміна ГТК Селянинова по декадах в найвологіший 2004 рік по станції Дніпропетровськ.

В серпні значення коефіцієнта ГТК в першій декаді різко збільшується до 4,90 відн. од., що є максимальним значенням за досліджуваний період, в другій декаді зменшується до 2,95 відн. од., в третій декаді дорівнює 0,43 відн. од.. Мінімальним значенням коефіцієнта ГТК за вегетаційний період 0,19 відн. од. спостерігались в третій декаді червня. Середні значення коефіцієнта ГТК – 1,32 відн. од.. Сума значень ГТК за вегетаційний період становить 23,81 відн. од..

#### 4.3 Показник атмосферного зволоження Д.І. Шашко

За показник атмосферного зволоження  $Md$  Шашко Д.І. використовує відношення суми опадів  $P$  до суми середніх добових значень дефіциту тиску водяної пари  $E - e$

$$Md = \frac{\sum P}{\sum (E - e)} . \quad (4.9)$$

Використовуючи данні з кліматичного кадастру за 2004 –2013 роки, нами було виявлено:

- середньо декадні суми гідротермічного коефіцієнта  $Md$  Шашко за період 10 років, на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ. Розрахункові дані наведено в ДОДАТКАХ 3, И (Кривий Ріг) та ДОДАТКАХ I, ІІ (Дніпропетровськ);
- найзасушливий та найвологіший роки на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ.

#### ***Показник атмосферного зволоження ( $Md$ ) Шашко по станції Кривий Ріг***

На станції Кривий Ріг найбільш засушливим роком є 2004 рік (рис. 4.9). Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень – серпень на станції Кривий Ріг. В травні значення змінюються таким чином: перша

декада – 0,22 відн. од., в другій декаді значення зменшується до 0,01 відн. од., в третій декаді значення  $Md$  дорівнює 0,02 відн. од.. В червні значення  $Md$  в першій декаді - 0,12 відн. од., в другій декаді збільшується до 0,71 відн. од., в третій декаді – 0,08 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 0,15 відн. од., друга декада – 0,04 відн. од., третя декада- 0,09 відн. од.. В серпні значення коефіцієнта  $Md$  в першій декаді збільшується до 0,27 відн. од., в другій декаді – 0,11 відн. од., в третій декаді дорівнює 0,01 відн. од..

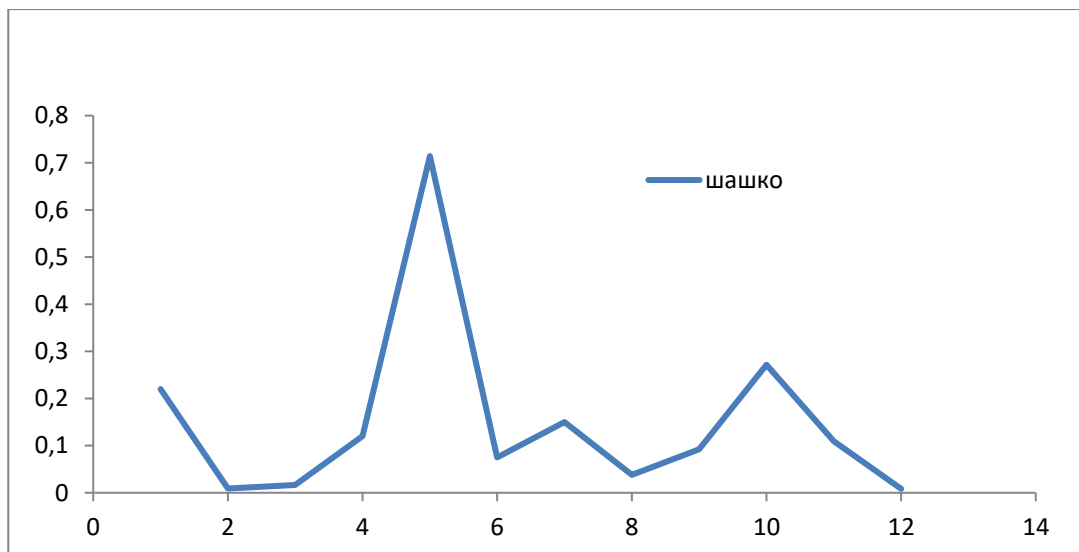


Рисунок 4.9 – Значення  $Md$  Шашко за найсушліший 2004 рік по станції Кривий Ріг

Мінімальні значення коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період 0,01 відн. од. спостерігались в третій декаді серпня. Максимальні значення коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період 0,71 відн. од. – в третій декаді червня. Середні значення коефіцієнта  $Md$  – 0,09 відн. од.. Сума значень  $Md$  за вегетаційний період становить 1,83 відн. од..

Самим вологим роком по станції Кривий Ріг був 2011 рік (рис. 4.10).

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень-серпень на станції Кривий Ріг. В травні значення змінюються таким чином: перша декада - 0,32 відн. од., в другій декаді значення також дорівнює 0,32 відн. од., в третій декаді значення  $Md$  збільшується до 0,77 відн. од.. В червні

значення  $Md$  в першій декаді зменшується до 0,13 відн. од., в другій декаді значення  $Md$  дорівнює 1,71 відн. од., в третій декаді – 0 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 0,29 відн. од., друга декада – 0,44 відн. од., третя декада 0,03 відн. од.. В серпні значення коефіцієнта  $Md$  в першій декаді зменшується до 0,02 відн. од., в другій декаді відповідає 0 відн. од., в третій декаді дорівнює 0,41 відн. од..

Значення  $Md$  Шашко по декадах за найвологіший 2011 рік по станції Кривий Ріг наведено на рис.4.10.

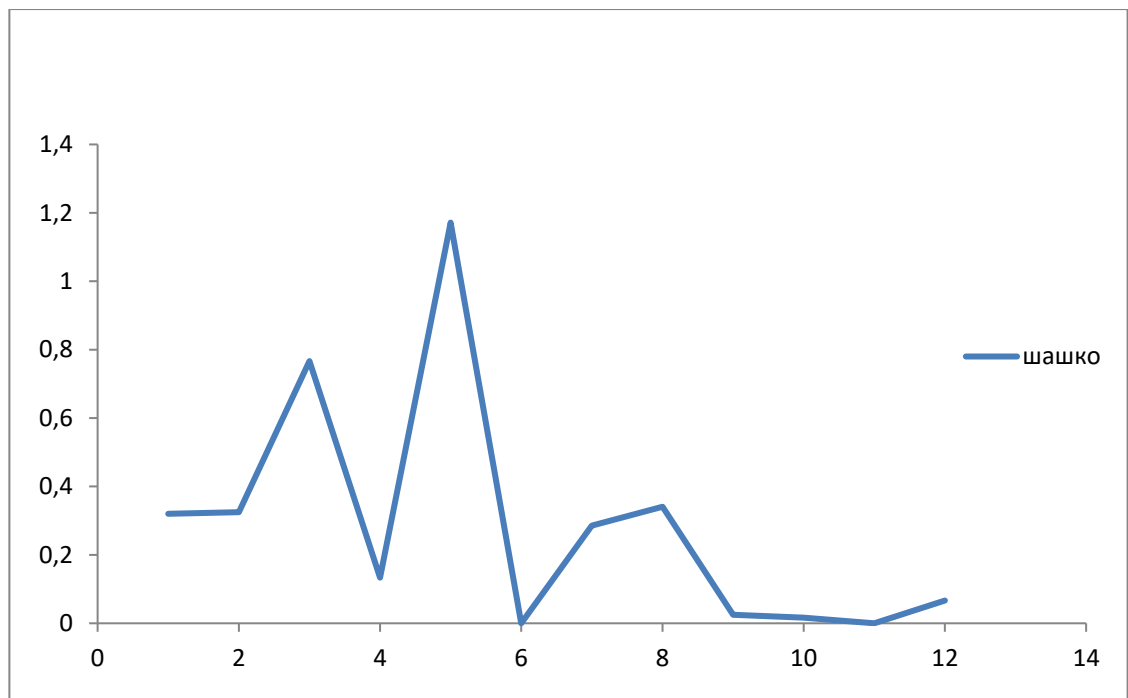


Рисунок 4.10 – Значення  $Md$  Шашко за найвологіший 2011 рік по декадах на станції Кривий Ріг

Мінімальним значенням коефіцієнта ГТК за вегетаційний період – 0 відн. од. в другій декаді серпня та в третій декаді червня. Максимальним значенням коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період – 1,71 відн. од. в третій декаді червня. Середнім значенням коефіцієнта  $Md$  – 1,47 відн. од.. Сума значень  $Md$  за вегетаційний період становить – 4,44 відн. од..



### **Показник атмосферного зволоження ( $Md$ ) Шашко по станції Дніпропетровськ**

На станції Дніпропетровськ найбільш вологим роком був 2004 рік. На рис. 4.11 наведено значення  $Md$  по декадах..

Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень- серпень на станції Дніпропетровськ. В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 0,39 відн. од., в другій декаді значення збільшується до 1,49 відн. од., в третій декаді значення  $Md$  дорівнює 0,60 відн. од.. В червні значення  $Md$  в першій декаді зменшується до 0,05 відн. од., в другій декаді 0,30 відн. од., в третій декаді – 1,70 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 0,19 відн. од., друга декада – 0,78 відн. од., третя декада- 0,18 відн. од.. В серпні значення коефіцієнта  $Md$  в першій декаді збільшується до 1,68 відн. од., в другій декаді збільшується до 1,02 відн. од., в третій декаді дорівнює 0,14 відн. од.. Мінімальним значенням коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період – 0,05 відн. од. в третій декаді серпня. Максимальним значенням коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період – 1,70 відн. од. в третій декаді червня. Середнім значенням коефіцієнта  $Md$  – 0,53 відн. од.. Сума значень  $Md$  за вегетаційний період становить – 8,57 відн. од..

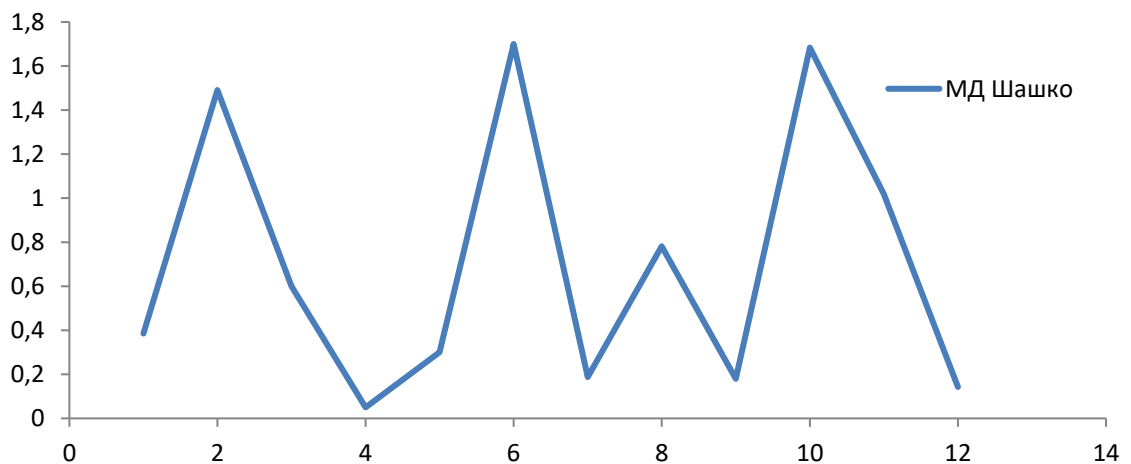


Рисунок 4.11 – Значення  $Md$  Шашко за найбільш вологий 2004 рік по декадах на станції Дніпропетровськ

Найбільш сухим роком на станції Дніпропетровськ є 2007 рік. Розглянемо більш детально весь вегетаційний період травень- серпень на станції Дніпропетровськ . В травні значення змінюються таким чином: перша декада – 0,10 відн. од., в другій декаді значення зменшується до 0,02 відн. од., в третій декаді значення  $Md$  також дорівнює 0,05 відн. од.. В червні значення  $Md$  в першій декаді зменшується до 0 відн. од., в другій декаді 0,15 відн. од., в третій декаді – 0,62 відн. од.. Липневі значення мають такий вигляд: перша декада – 0,05 відн. од., друга декада – 0 відн. од., третя декада- 0,06 відн. од.. В серпні значення коефіцієнта  $Md$  в першій декаді зменшується до 0,15 відн. од., в другій декаді збільшується до 0,02 відн. од., в третій декаді дорівнює 0,09 відн. од..

Зміну коефіцієнта  $Md$  Шашко Д.І. по декадах за 2007 рік наведено на рис. 4.12.

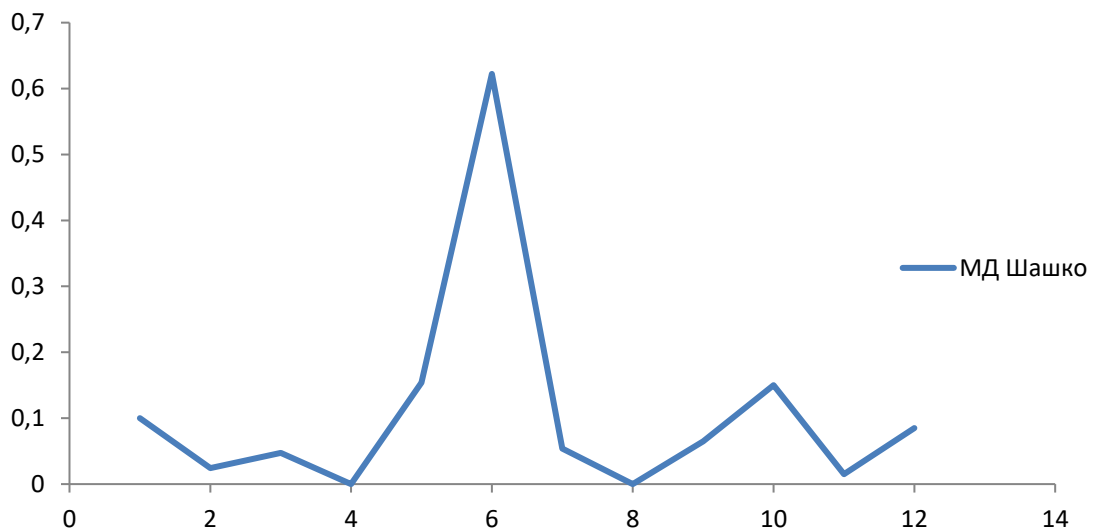


Рисунок 4.12 – Значення  $Md$  Шашко за самий сухий 2007 рік по станції Дніпропетровськ

Мінімальним значенням коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період – 0 відн. од. в першій декаді червня та в другій декаді липня. Максимальним значенням коефіцієнта  $Md$  за вегетаційний період – 0,62 відн. од. в третій декаді червня. Середнім значенням коефіцієнта  $Md$  – 0,07 відн. од.. Сума значень  $Md$  за вегетаційний період становить – 1,31 відн. од..

#### 4.4 Водно-термічний коефіцієнт Дмитренко В.П.

В.П. Дмитренко у 2003 р. запропонував водно-термічний коефіцієнт, який на відмінність від ГТК Селянинова може застосовуватись також за позитивної температури повітря нижче 10 °С і за від'ємних її значень. Цей показник має вигляд:

$$ВТК = k_{TR} \frac{\sum R}{\sum T} = \frac{10Q(T) \sum R}{\varphi(T) \sum T}, \quad (4.13)$$

де  $k_{TR}$  – термічна функція швидкості вологообміну між атмосферою і підстильною поверхнею;

$\sum R$  – кількість опадів за досліджуваний період, відн. од.;

$\sum T$  – сума температур за той же період окремо позитивних і від'ємних, °С;

$Q(T)$  – функція швидкості випаровування за заданою температурою  $T$ , за правилом Вант-Гоффа, порівняно з початковою швидкістю за деякої фіксованої температури;

$\varphi(T)$  – температурна функція в'язкості води;

10 – коефіцієнт пропорційності.

Використовуючи данні з кліматичного кадастру за 2004–2013 роки, нами було виявлено:

- середньо декадні суми коефіцієнта випаровуваності В.П Дмитренко. за період 10 років, на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ. Розрахункові значення *ВТК* наведено в таблицях Додатків Й, К та Додатку Л, М.

- найпосушливий та найвологіший роки на станціях Кривий Ріг та Дніпропетровськ.

#### ***Водно-термічний коефіцієнт (ВТК) Дмитренко В.П. по станції Кривий Ріг***

На відміну від вище зазначених коефіцієнтів, ми оцінюємо посушливість за весь вегетаційний період і за кожен декаду за допомогою водно-термічного коефіцієнта (ВТК) Дмитренко В. П.

Самим посушливим роком за коефіцієнтом ВТК Дмитренка на станції Кривий Ріг є 2011 рік, показник ВТК становить 4,05 відн. од. Найбільш вологим роком на станції Кривий Ріг є 2008 рік, ВТК становить 12,26 відн. од. Розглянемо більш детально всі десять років. На станції Кривий ріг починаючи з 2004 року – 7,23 відн. од., в 2005 році ВТК знижується до 4,93 відн. од., 2006 р.- 8,69 відн. од.. В 2007 році ВТК становить 6,99 відн. од., 2008 рік -12,26 відн. од., що є максимальним значенням, тобто 2008 рік найбільш вологий. В 2009 році знижується 6,48 відн. од., 2010 рік - 8,03 відн. од., 2011 р. значення ВТК становить 4,05 відн. од. – це мінімальне значення, тобто найбільш сухий рік. 2012 та 2013рр. – значення ВТК зростає до 7,44 відн. од. та 8,73 відн. од. відповідно.

Таблиця 4.1 – Динаміка коефіцієнта (ВТК) Дмитренка В.П. за досліджуваний період 10 років на станції Кривий Ріг.

Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ВТК	7,23	4,93	8,69	6,99	12,26	6,48	8,03	4,05	7,44	8,73

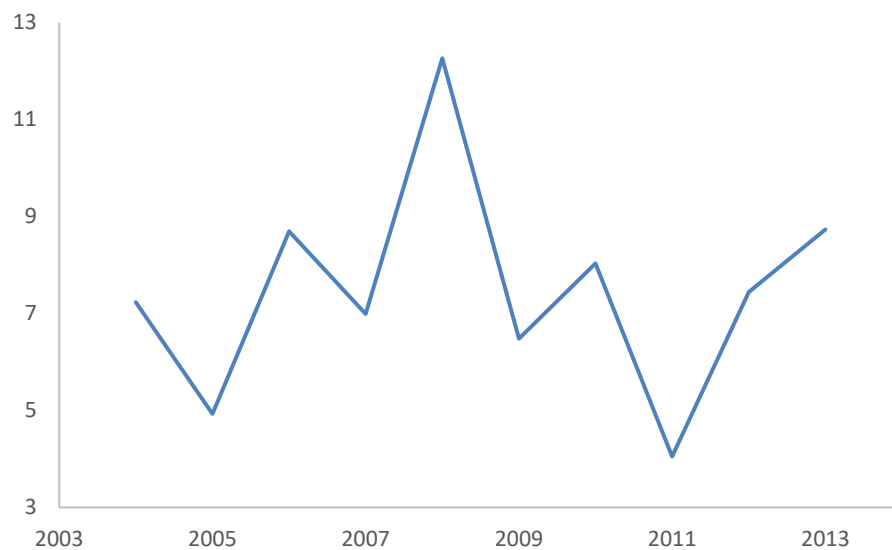


Рисунок 4.13 – Відношення ВТК Дмитренка за 2004–2013 роки на станції Кривий Ріг

### **Коефіцієнт (ВТК) Дмитренко В.П по станції Дніпропетровськ**

Самим посушливим роком за коефіцієнтом ВТК Дмитренка В.П. на станції Дніпропетровськ є 2011 рік, показник ВТК становить 7,23 відн. од. Найбільш вологим роком на станції Дніпропетровськ є 2004 рік, ВТК становить 13,47 відн. од.

Розглянемо більш детально всі десять років. На станції Дніпропетровськ починаючи з 2004 року – 13,47 відн. од., що є максимальним значенням – найбільш вологий рік, 2005 році ВТК знижується до 7,39 відн. од., 2006 р.- 9,5 відн. од.. В 2007 році ВТК становить 7,49 відн. од., 2008 рік -11,16 відн. од.. В 2009 році знижується 8,41 відн. од., 2010 рік - 8,35 відн. од., 2011 р. значення ВТК становить 7,23 відн. од. – це мінімальне значення, тобто най більш сухий рік. 2012 та 2013рр. – значення ВТК зростає до 10,64 відн. од. та 8,64 відн. од. відповідно.

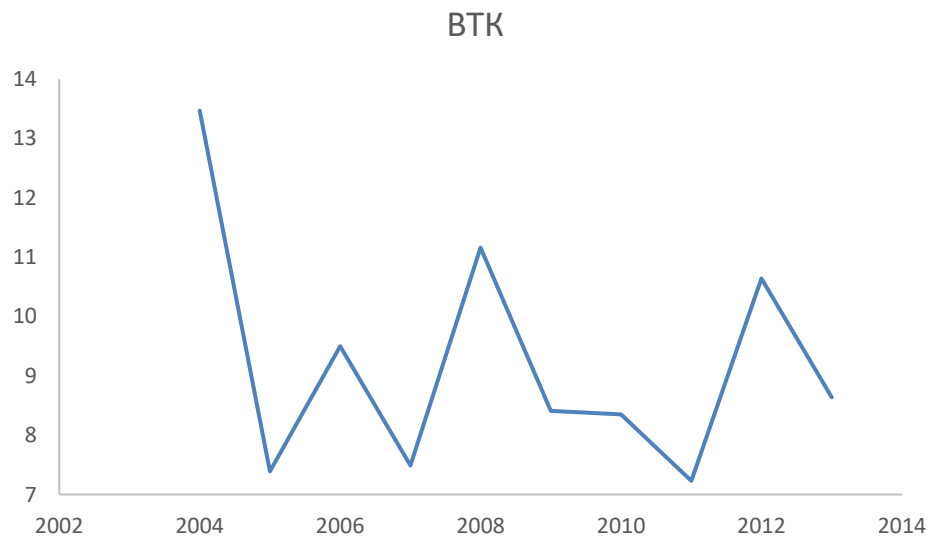


Рисунок 4.14 – Відношення ВТК Дмитренка за 2004–2013 роки на станції Дніпропетровськ.

Таблиця 4.2 – Динаміка коефіцієнта ВТК Дмитренка за досліджуваний період 10 років на станції Дніпропетровськ

Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ВТК	13,47	7,39	9,5	7,49	11,16	8,41	8,35	7,23	10,64	8,64

## ВИСНОВКИ

На основі багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій Дніпропетровськ та Кривий Ріг виконано оцінку посушливості вегетаційних періодів в період 2004–2013 рр. за допомогою чотирьох показників посушливості:

За коефіцієнтом випаровуваності Н.Н. Іванова по гідрометеорологічній станції Кривий Ріг найбільш засушливим роком був 2004 рік. Мінімальним значенням коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період – 57,7 мм в першій декаді квітня. Найбільш вологим роком на станції Кривий Ріг за показником коефіцієнта випаровуваності Іванова Н.Н. - 2012 рік з мінімальним значенням коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період – 51,7 мм в першій декаді квітня.

За коефіцієнтом випаровуваності Н.Н. Іванова по гідрометеорологічній станції Дніпропетровськ найбільш засушливим роком є 2004 рік з мінімальним значенням коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період – 52,1 мм в третій декаді вересня. Найбільш вологим роком був 2007 рік з мінімальним значенням коефіцієнта  $E$  за вегетаційний період – 64,3 мм в третій декаді вересня.

За критерієм ГТК Селянинова на станції Кривий Ріг найбільш засушливим роком є 2011 рік з мінімальним значенням коефіцієнта ГТК за вегетаційний період – 0 відн. од. в третій декаді серпня, найбільш вологим є 2008 рік з максимальним значенням ГТК 2,53 відн. од. в третій декаді травня.

За критерієм ГТК Селянинова на станції Дніпропетровськ найпосушливішим роком є 2013 з мінімальним значенням ГТК 0,12 відн.од. в третій декаді червня, а найвологішим роком був 2004 з максимальним значенням 2,13 відн.од. в першій декаді травня.

За критерієм показника атмосферного зволоження Д.І. Шашко на станції Кривий Ріг найбільш засушливим роком є 2004 рік з мінімальним

значенням критерію 0,01 відн.од в другій декаді травня, максимальне значення дорівнювало 1,71 відн.од в третій декаді червня.

За критерієм показника атмосферного зволоження Д.І. Шашко на станції Дніпропетровськ найсухішим роком є 2004 рік з мінімальним значенням коефіцієнта  $M_d$  за вегетаційний період – 0,05 відн. од. в третій декаді серпня. Максимальним значенням коефіцієнта  $M_d$  за вегетаційний період – 1,70 відн.од. в третій декаді червня.

За водно-термічним коефіцієнтом Дмитренко В.П. на станції Кривий Ріг самим посушливим роком за коефіцієнтом ВТК Дмитренка В.П. на станції Кривий Ріг є 2011 рік , показник ВТК становить 4,05 відн.од., найбільш вологим роком на станції Кривий ріг був 2008 рік, ВТК становить 12,26 відн. од..

За водно-термічним коефіцієнтом Дмитренка В.П. на станції Дніпропетровськ самим посушливим роком за коефіцієнтом оцінювання Дмитренка В.П. є 2011 рік , показник ВТК становить 7,23 відн.од. Найбільш вологим роком на станції Дніпропетровськ є 2004 рік, ВТК становить 13,47 відн.од..

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алпатьев А.М О показателе засухи / А.М. Алпатьев // Метеорология и гидрология. 1955. № 6. С. 40-49.
2. Барабаш М.Б., Емельянова Ж.Л. Закономерности пространственно-временного распределения засушливых условий на Украине / М.Б. Барабаш, Ж.Л. Емельянова // Труды УкрНИГМИ. 1990. Вып. 238. С. 94-101.
3. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи / И.Е. Бучинский. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 214 с.
4. Бучинский И.Е. Засухи, суховеи и пыльные бури на Украине и борьба с ними / И.Е. Бучинский. К.: Урожай, 1970. 236 с.
5. Давитая Ф.Ф. Засухи в СССР и научное обоснование мер борьбы с ними по природным зонам // Вопросы земледелия и борьба с эрозией почв в степных и лесостепных районах СССР. Саратов: 1959.Т. 1. С. 54-58.
6. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур / В.П. Дмитренко. К.: «Ніка-Центр», 2010. 618 с.
7. Засухи в СССР, их происхождение, повторяемость и влияние на урожай / Под ред. А.И. Руденко. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 206 с.
8. Клімат України // За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
9. Кулик М.С. Погода и минеральные удобрения / М.С. Кулик М.: Гидрометеиздат, 1966. 138 с.
10. Пасечнюк Л.Е., Сенников В.А. Агрометеорологическая оценка суховеев и продуктивность яровой пшеницы / Л.Е. Пасечнюк, В.А. Сенников. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 128 с.
11. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 318 с.
12. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса: ТЕС, 2012. – 612 с.



13. Селянинов Г.Т. Оценка агрометеорологических условий понимания засух и суховеев и их распространение на Европейской территории СРСР // В кн.: Засухи и их происхождение, повторяемость и влияние на урожай. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 179 с.
14. Семенова І.Г. Синоптичні та кліматичні умови. Формування посух в Україні. 2017. С. 6-10.
15. Суховеи, их происхождение и борьба с ними. М.: Изд-воАН СССР, 1957. 367 с.
16. Украинская Советская Социалистическая Республика: Энцикл. справ./ Гл. редкол.: Кудрицкий А. В. (отв. ред.) К.: Гл. ред. УСЭ, 1987. 516 с.
17. Уланова Е.С. Методы оценки агрометеорологических условий и прогнозов урожайности зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 53 с.
18. Цубербиллер Е.А. Суховеи, их агрометеорологическая сущность и пути борьбы с ними. М.: Фонды ГМУ СССР, 1968. 111 с.
19. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.

## ДОДАТКИ



















Таблиця 9 - Розрахунок коефіцієнта Md Шашко сухий 2011 рік на станції Кривий Ріг

Місяць декада	Травень			Червень			Липень			Серпень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
D	5	10	18	10	7	8	8	12	13	14	10	12
$\Sigma r$	11	1	3	12	50	6	12	5	12	38	12	1
$\Sigma d$	50	110	180	100	70	80	80	132	130	140	110	120
Md	0,22	0,01	0,02	0,12	0,71	0,08	0,15	0,04	0,09	0,27	0,11	0,01
$\Sigma Md$ , відн.од.	0,09											

## Додаток И

Таблиця 10 - Розрахунок коефіцієнта Md Шашко за вологий 2008 рік на станції Кривий Ріг

Місяць декада	Травень			Червень			Липень			Серпень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
D	5	7	6	9	7	9	7	8	12	12	22	15
$\Sigma r$	16	25	46	12	82	0	20	30	3	2	0	10
$\Sigma d$	50	77	60	90	70	90	70	88	120	120	242	150
Md	0,32	0,32	0,77	0,13	1,17	-	0,29	0,34	0,03	0,02	-	0,07
$\Sigma Md$ , відн.од.	0,16											





Додаток Й

Таблиця 13 - Розрахунок коефіцієнта ВТК Дмитренко В.П. сухий 2011 рік на станції Кривий Ріг

Місяць	Березень			Квітень			Травень			Червень		
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\sum T$	4,2	6,2	6,1	9,4	11,7	11,2	11	14,8	16,5	17	20,7	20,3
$\sum R$	8	16	13	21	4	38	16	25	46	12	82	0
10Q(T)	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	20	20
$\phi(T)$	1,8	1,8	1,8	1,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1
ВТК,відн.од.												

Продовження таблиці 13

Місяць	Липень			Серпень			Вересень			Жовтень			Сума
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
$\sum T$	19,4	21,4	22,9	20,7	26,6	22	20,5	12,1	12,5	13,8	11,4	8	360
$\sum R$	20	30	3	2	0	10	3	71	39	5	5	0	469
10Q(T)	10	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	5	12
$\phi(T)$	1,3	1	1	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,3
ВТК,відн.од.													12,3

## Додаток К

Таблиця 14 - Розрахунок коефіцієнта ВТК Дмитренко В.П. вологий 2008 рік на станції Кривий Ріг

Місяць	Березень			Квітень			Травень			Червень		
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1												
$\sum T$	3,4	2,3	4,8	7,2	7	13,4	12,9	17,2	20,1	22,8	21,2	19,3
$\sum R$	2	0	9	15	12	0	6	1	3	1	11	31
10Q(T)	5	5	5	5	5	10	10	10	20	20	20	10
$\phi(T)$	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,3	1,3	1,3	1,00	1	1	1,3
ВТК,відн.од.												

## Продовження таблиці 14

Місяць	Липень			Серпень			Вересень			Жовтень			Сума
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
$\sum T$	20,7	26	24,9	21,4	21,7	21	17,9	18,1	15,1	15	6,2	3,9	364
$\sum R$	10	1	19	1	16	0	5	4	6	5	2	0	160
10Q(T)	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	5	5	12,3
$\phi(T)$	1	1	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,33
ВТК,відн.од.													4,06



## Додаток Л

Таблиця 15 - Розрахунок коефіцієнта ВТК Дмитренко В.П. сухий 2011 рік на станції Дніпропетровськ

Місяць	Березень			Квітень			Травень			Червень		
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\sum T$	0,1	3	9,4	5,6	10,6	12,4	15,2	12,2	15,4	15,8	17,1	19
$\sum R$	14	15	11	9	1	4	27	82	36	3	18	85
10Q(T)	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10
$\phi(T)$	1,8	1,8	1,8	1,8	1,3	1,3	1,3	1,3	1,30	1,3	1,3	1,3
ВТК,відн.од.												

## Продовження таблиці 15

Місяць	Липень			Серпень			Вересень			Жовтень			Сума
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
$\sum T$	18,6	19	23	20,6	19	21,1	15,1	15,4	16,3	10,2	6,5	9,4	330
$\sum R$	15	43	18	101	56	10	14	0	24	4	26	1	617
10Q(T)	10	10	20	20	10	20	10	10	10	10	5	5	10
$\phi(T)$	1,3	1,3	1	1	1,3	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,39
ВТК,відн.од.													13,48

## Додаток М

Таблиця 16 - Розрахунок коефіцієнта ВТК Дмитренко В.П. за вологий 2004 рік на станції Дніпропетровськ

Місяць	Березень			Квітень			Травень			Червень		
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\sum T$	4,2	1,3	3,6	6,3	7	14,2	14,2	18	20,8	23,4	21,5	19
$\sum R$	6	1	20	11	13	0	5	6	18	0	25	75
10Q(T)	5	5	5	5	5	10	10	10	20	20	20	10
$\phi(T)$	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,3	1,3	1,3	1,00	1	1	1,3
ВТК,відн.од.												

Продовження таблиці 16

Місяць	Липень			Серпень			Вересень			Жовтень			Сума
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
$\sum T$	20,9	25,2	25,4	21,4	22,5	20,9	18,1	17,2	14,8	14,3	7,4	4,3	366
$\sum R$	21	12	17	3	11	7	13	6	4	2	11	0	287
10Q(T)	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	5	5	12,3
$\phi(T)$	1	1	1	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,33
ВТК,відн.од.													7,23