

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Сезонний багаторічний стік річок суббасейну Сіверського Дінця

Виконав студент групи ГО-18
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньої програми «Гідрометеорологія»
Корніловська Дар'я Владиславівна

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач
Гопцій Марина Володимирівна

Консультант

Рецензент канд. геогр. наук, доц.
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)
Освітня програма Гідрометеорологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

д-р геогр. наук., проф. Шакірманова Ж.Р.

Шакірманова “ 02 ” березня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту(ці) Корніловській Дар’ї Владиславівні
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи Сезонний багаторічний стік річок суббасейну Сіверського Дінця
керівник роботи Гопцій Марина Володимирівна канд. геогр. наук, ст. викладач
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “ 21 ” грудня 2021 року № 267 «С»

2. Строк подання студентом роботи 05.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи середньомісячні, найбільші та найменші витрати води річок суббасейну Сіверський Донець по 2015 рік, включно; основні гідрографічні характеристики водозборів річок

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Фізико-географічні фактори формування стоку річок суббасейну Сіверського Дінця по сезонах. 2. Аналіз міжсезонної мінливості водності річок в суббасейні Сіверського Дінця. 3. Сезонний розподіл стоку річок суббасейну Сіверського Дінця.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
Карто-схеми: фізико-географічне положення водозборів суббасейну Сіверського Дінця в Україні; ґрунтовий покрив та рослинність; гідрологічної мережі; хронологічні графіки максимальних та мінімальних витрат води річок суббасейну Сіверського Дінця; різницево-інтегральні криві максимальних та мінімальних витрат води річок в суббасейні Сіверського Дінця; діаграми внутрішньорічного розподілу стоку води за типовою схемою та за моделями характерних років; графіки зміни об’ємів сезонного стоку за багаторічний період, суміщений графік середньорічного та екстремального стоку

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 02.03.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ за/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Фізико-географічні фактори формування стоку річок суббасейну Сіверського Дінця по сезонах	02.03-10.03.2022	82	<i>добре</i>
2	Аналіз міжсезонної мінливості водності річок в суббасейні Сіверського Дінця	11.03-16.03.2022	93	<i>відмінно</i>
3	Типовий розподіл стоку річок досліджуваного регіону	17.03-20.03.2022	93	<i>відмінно</i>
	Рубіжна атестація			
4	Сезонний розподіл стоку річок суббасейну Сіверського Дінця	23.05-29.05.2022	93	<i>відмінно</i>
5	Висновки. Перелік джерел посилань. Додатки	30.05-31.05.2022	94	<i>відмінно</i>
	Оформлення роботи	01.06-05.06.2022		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	06.06-07.06.2022		
	Підготовка доповіді, презентації	07.06-14.06.2022		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапах)		91	<i>відмінно</i>

Студент(ка) _____

(підпис)

Корніловська Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Гопцій М.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1 Фізико-географічні фактори формування стоку річок суббасейну Сіверського Дінця по сезонах	7
1.1 Орографічні фактори формування стоку	7
1.2 Ґрунтово-рослинний покрив водозборів	11
1.3 Кліматичні фактори формування стоку	15
1.4 Господарська діяльність в суббасейні Сіверського Дінця	18
2 Аналіз міжсезонної мінливості водності річок в суббасейні Сіверського Дінця	20
2.1 Особливості розподілу стоку річок протягом року по сезонах	20
2.2 Гідрографічна вивченість та мережа спостережень за стоком річок	21
2.3 Аналіз мінливості екстремального стоку на річках суббасейну Сіверського Дінця	24
2.3.1 Тренди та циклічність у часових рядах екстремального стоку річок суббасейну Сіверського Дінця	25
2.3.2 Статистичні характеристики екстремального стоку річок суббасейну Сіверського Дінця	35
3 Сезонний розподіл стоку річок суббасейну Сіверського Дінця	40
3.1 Внутрішньорічний розподіл стоку по сезонах за типовою схемою	40
3.2 Мінливість об'ємів сезонного стоку за багатолітній період	46
Висновки	49
Перелік джерел посилання	51
Додатки	53

ВСТУП

Величина стоку за кожен сезон має важливе значення для народного господарства, тому потребує надійної оцінки та детального аналізу його мінливості. В останні роки спостерігається перерозподіл стоку в межах року, який пов'язаний зі змінами клімату на території України згідно досліджень провідних вітчизняних вчених [1].

За даними Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів (<https://www.sdbuvr.gov.ua/>) календарні зими 2018-2019 рр., 2019-2020 рр., 2020-2021 рр. на річках в суббасейні Сіверського Дінця були аномально теплими з дефіцитом опадів. Тому в останні роки вже не вперше на річках регіону відсутні сприятливі умови для формування весняного водопілля.

В останні роки осінні запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту розподілились вкрай нерівномірно по території регіону, що можна оцінити, як недостатні.

Середня місячна водність річок у 2018-2020 рр. на більшості річок регіону (у порівнянні з місячною нормою) становила 35-90 %. Низька водність зберігалась тривалий період на р. Сухий Торець (Донецька область), у межах 20-30 % норми (2019р. та 2020 р.).

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є визначення особливостей розподілу річного стоку по сезонах для річок суббасейну Сіверського Дінця та аналіз коливань екстремального стоку за багаторічний період спостережень.

Об'єкт дослідження – річки суббасейну Сіверського Дінця.

Предмет дослідження – часові ряди середньорічних, максимальних та мінімальних (періоду відкритого русла та зимового періоду) витрат води на річках суббасейну Сіверського Дінця за весь період інструментальних спостережень.

Завдання:

- дослідити фізико-географічні та кліматичні фактори формування сезонного стоку в суббасейні Сіверського Дінця;

- створити базу даних середньорічних, максимальних та мінімальних (періоду відкритого русла та зимового періоду) витрат води річок суббасейну Сіверського Дінця;

- проаналізувати тренди і циклічність коливань величин середньорічних, максимальних та мінімальних витрат води;

- визначити типовий внутрішньорічний розподіл стоку;

- дослідити мінливість змін сезонних об'ємів стоку за багаторічний період.

Апробація результатів дослідження кваліфікаційної роботи:

- доповіді на студентських гуртках кафедри гідрології суші у 2020/2021 н.р. та 2021/2022 н.р.

- доповіді на студентській конференції ОДЕКУ 2021-2022 рр.

- за результатами досліджень підготовлена наукова робота для участі у I турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності «Науки про Землю (Гідрометеорологія)» 2020/2021 н.р., яка відзначена дипломом II ступеня та рекомендована для участі у II турі

Публікації:

1. Гопцій М.В., Акіньшина К.О., Корніловська Д.В. Моніторинг дат настання екстремальних гідрометеорологічних явищ в суббасейні Сіверського Дінця за багаторічний період. Другий Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд: тези доповідей. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 7-9 жовтня 2021 року. С. 47-48.

2. Корніловська Д.В. Умови формування сезонного стоку в суббасейні р. Сіверський Донець // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету 19-23 квітня 2021р., ОДЕКУ, Одеса, 2021. С.177.

3. Корніловська Д.В. Аналіз міжсезонної мінливості водності річок в суббасейні Сіверського Дінця (в межах України) // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету 11-18 травня 2022 р., ОДЕКУ, Одеса, 2022. С. 232-233.

4. Корніловська Д.В. Аналіз багаторічної мінливості екстремального стоку на річках сбасейну Сіверського Дінця // Матеріали VI-го Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук, 25-26 червня 2022 р. Одеса: ОДЕКУ, 2022. *до друку*

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ СТОКУ РІЧОК СУББАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ ПО СЕЗОНАХ

1.1 Орографічні фактори формування стоку

Суббасейном називають частину річкового басейну, з якої вода стікає через водойми та водотоки до основного річкового басейну або водогосподарської території нижче за течією. Розглядаючи територію суббасейну річки Сіверський Донець можна сказати що він цілісний. Границя суббасейну річки проходить вздовж державного кордону з Російською Федерацією та населеними пунктами вздовж вододілу [2]. Згідно Водної рамкової директиви (https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text) суббасейн Сіверського Дінця розташований в районі басейну Дону (рис. 1.1).

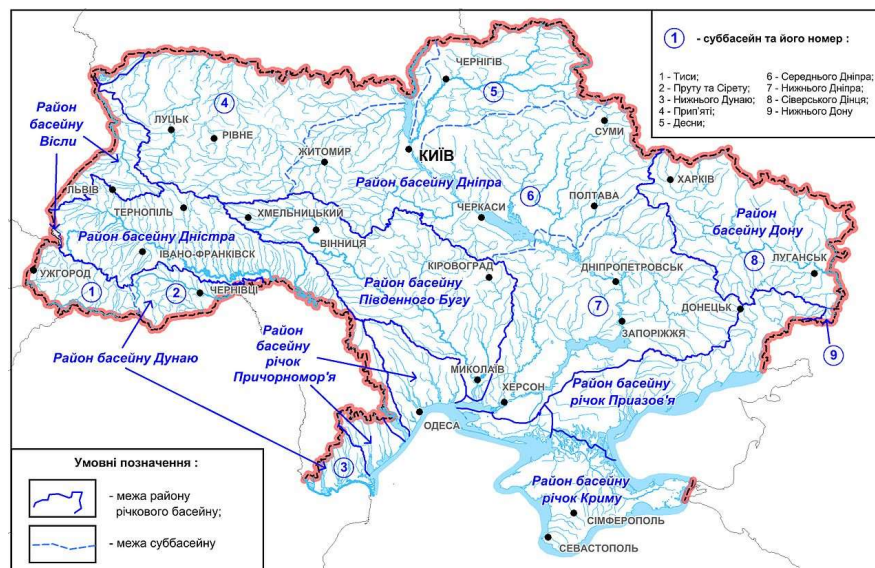


Рисунок 1.1 – Гідрографічне районування України [2]

Річка Сіверський Донець входить в Україну на 102 км своєї протяжності біля селища Огірцеве у Вовчанському районі Харківської області. Після впадіння у неї р. Вовча, на території України розташовано Печенізьке водосховище. Нижче цього водосховища до Сіверського Дінця впадають притоки р. Уди (права) і

найбільша притока Сіверського Дінця - річка Оскіл (ліва). Далі долина розширюється, в заплаві з'являється багато стариць. У середній течії Сіверський Донець підживлюється водами р. Дніпра через канал Дніпро-Донбас, нижче відгалужується канал Сіверський Донець-Донбас. Сіверський Донець простягається за межі України до Росії на 802 км вздовж с. Кружилівка Краснодарського району Луганської області. В районі Донецька Ростовської області річка перетинає Донецький хребет (рис. 1.2), протікає у вузькій долині з крутими і скелястими схилами.



--- - межі суббасейну Сіверського Дінця

Рисунок 1.2 – Фізико-географічна карта України [4]

Нижня течія Сіверського Дінця шлюзована, тут повільна течія, ширина русла близько 100–200 м. Поблизу гирла річка розгалужується на три рукави [3].

На більшій частині Сіверський Донець має широку долину: від 8–10 км у верхів'ях до 20–26 км - у нижній течії. Долина здебільшого асиметрична. Правий берег високий (інколи зустрічаються крейдяні скелі), дуже розчленований ярами.

Лівий - пологий, на ньому розміщується заплава з чисельними старицями, озерами і болотами, найбільше з яких оз. Лиман (у Зміївському районі Харківської області). Русло річки звивисте, особливо до впадіння р. Оскіл. На річці (у верхній і середній течії) багато перекатів, бистрин, невеликих порогів, завалів.

Ліві притоки Сіверського Дінця: Вовча, Оскіл, Великий Бурлук, Жеребець, Красна, Борова, Айдар, Євсуг, Деркул (в Україні), Глибока, Калитва, Бистра (в Росії); а праві — Берека, Уди, Мож, Казенний Торець, Бахмутка, Лугань, Луганчик (в Україні), Велика Кам'янка, Кундрюча [3].

В геоморфологічному плані описувана територія розташована в межах двох областей (рис.1.3): структурно-денудаційні рівнини південного і південно-західного схилів Середньоруської височини і територій, прилеглих до західних і північних околиць Донбасу; структурно-денудаційні області Донецького кряжа.



— — — — — - межі суббасейну Сіверського Дінця

Рисунок 1.2 – Геологічна карта України [5]

Ці ділянки тектонічно відповідають південно-західному схилу Воронежського кристалічного масиву, Придонецької западини та зони зчленування Дніпровсько-Донецької западини з північно-західними околицями Донбасу, включаючи прилеглі Кальміус-Торецьку та Бахмутську западини [3].

Басейн Сіверського Дінця розташований уздовж південно-західної межі Східноєвропейської платформи, де поверхня фундаменту ускладнена Донецькою та Чорноморською западинами. Потужність осадового покривного шару збільшується з середньої – 1 км на Євразійській платформі в північно-східній частині басейну Сіверського Дінця – до 5-10 км у південно-західній частині.

Межа між цими двома геологічними утвореннями приблизно відповідає долині головної річки Сіверського Дінця. У западині над фундаментом знаходиться шар верхньопалеозойських порід потужністю близько 5000 м, які на платформі не зустрічаються. В свою чергу глибокі відклади вкриті мезозойськими та кайнозойськими породами потужністю до 1500 м, покривають фундамент у північно-східній частині басейну Сіверського Дінця, але на платформі їх товщина становить лише кілька сотень метрів. Наймолодші відклади складаються з пліоценових, плейстоценових і голоценових алювіальних пісків та нанесених вітром лесів і лесовидних суглинків плейстоцену, які охоплюють більшу частину басейну.

Ці відклади мають потужність від декількох метрів на голоценових заплавах річок до перших десятків метрів на древніх алювіальних терасах та вододілах і являють собою продукти континентальної стадії розвитку території, тоді як ерозія супроводжувалася накопиченням теригенного матеріалу, заповненого різними терасами [3].

1.2 Ґрунтово-рослинний покрив водозборів

Басейн Сіверського Дінця можна підрозділити на три частини (рис. 1.4): 1) верхню (північну) - лісостепову, 2) середню правобережну Кряжеву (власне Донбас) і 3) середню Лівобережну (заднецьку).



--- - межі суббасейну Сіверського Дінця

Рисунок 1.4 – Ґрунтовий покрив України [5]

Північна частина басейну Сіверського Дінця простягається від верхів'їв до гирла річки Оскіл і далі на захід, приблизно до гирла р. Берестової. Це типово лісостепова, найбільш зволожена частина басейну річки, простягається на північно-східному схилі Дніпровсько-Донецької геологічної структури - западині і лише частково (в південно-західному куті) до її найбільш глибокої осьової зони. В межах описаної території, корінні породи не відіграють значної ролі в

грунтоутворенні. У цьому відношенні вирішальну роль відіграють четвертинні відкладення. Низька густина дуже давньої і добре виробленої водною ерозією мережі (річковий і яружної) зумовлює домінування майже на всій території широкохвильового рельєфу, який лише подекуди змінюється вузькохвильовим. У зв'язку з цим поверхневий стік незначний (помірний) і відносно відзначається невисокою інтенсивністю ерозійних процесів, а отже, невеликі і площі змитих і розмитих земель. Долини річок, особливо головної артерії Сіверського Дінця зазвичай добре терасовані [3].

З таким однотипним рельєфом поєднується дуже однорідний покрив четвертинних, в тому числі ґрунтоутворюючих порід або лесові породи. На корінному плато і високих терасах вони представлені типовим карбонатними незасоленими пилюватосередніми і тяжкосуглинистими лесами, на низьких терасах - лесовидними прісноводними суглинками. Монотонність лесового покриву порушується виходами до четвертинних, лише на сильно еродованих схилах, а також алювіальних відкладень в заплавах на піщаних терасах.

Ґрунтовий покрив в північній частині басейну досить барвистий і складний. Площі найбільш представлені типовими чорноземами. Вони переважають на вододілах корінного плато і на високих лесових терасах. Головний їх представник – потужний середньогумусний чорнозем. Серед його особливостей насамперед можна віднести глибокий гумусовий профіль, який може досягати 100-120 см у товщу і поступово зменшується на південь та схід. У південно-східній перед-степовій смузі він трансформується в перехідний до звичайних чорноземів із загальною потужністю профілю близько 80-100 см. Але в тому ж південно-східному напрямку прогресивно зростає процентний вміст перегною. На більшій частині описуваного району панують середні гумусові чорноземи з 6-7 % гумусу у верхньому горизонті; в східній смузі утримування перегною зростає до 8-8,5 %.

Друге місце по займаним площам займають опідзолені ґрунти. Вони або вкраплені більш і менш великими плямами в основний чорноземний фон, або розташовуються суцільними смугами вздовж високих схилах річок, маркуючи собою або нині існуючі лісові масиви, або ареали їх поширення в минулому. У

генетичному і агрономічному відношенні вони чітко поділяються на дві помітно відмінні групи: слабо опідзолені ґрунти і сильно опідзолені [4]. До першої групи належать опідзолені чорноземи і темно-сірі опідзолені ґрунти, до другої - сірі і світло-сірі опідзолені ґрунти. Найбільш близький до типових є опідзолений чорнозем. Верхній його горизонт містить приблизно 3-5 % гумусу. Але загальна потужність гумусованої частини його профілю вже помітно менше (80-90 елі), що трохи знижує загальні резерви цієї найважливішої складової частини ґрунту і укладених в ній поживних речовин - фосфору і особливо азоту. Польова вологоємність і запаси продуктивної вологи близькі до вище описаним типовим потужним чорноземам. Загалом же опідзолені чорноземи в описуваній частині басейну пилувато середні та важко суглинисті. Другий представник слабо опідзолених ґрунтів є темно-сірий опідзолений ґрунт. Приурочені вони переважно до високих, помітно еродованих прирічкових смуг та вузьких міжрічкових вододілах. Темно-сірі опідзолені ґрунти помітно менше гумусовані, ніж опідзолені та особливо типові чорноземи. Загалом навіть незначна кислотність цих ґрунтів поєднується з відносно високою насиченістю поглиненими підставами, що збільшується в міру ваги механічного складу (у верхньому горизонті від 80-93% на середньосуглинкових до 90-96% у суглинкових). Так само як, і опідзолені чорноземи, темно-сірі опідзолені ґрунти представлені на вододілах двома основними видами за механічним складом – пилувато середніми (в північній частині району) і пилувато важко суглинистими (в південній). Темно-сірі опідзолені ґрунти помітно бідніше типових опідзолених чорноземів не тільки азотом, а значною мірою фосфором і навіть калієм. Загальний дефіцит азоту в темно-сірих опідзолених ґрунтах посилюється пригніченістю процесів його мобілізації (нітрифікації) в зв'язку з малими запасами органічної речовини і несприятливими умовами його мінералізації (кислотність, погана аерація), що пригнічують життєдіяльність нітрифікаторів і азотофікаторов. У темно-сірих опідзолених ґрунтах фосфору в 1,5-2 рази менше в порівнянні з чорноземами. На описуваній території значну площу займають реградовані ґрунти. Реградації схильні майже всі опідзолені ґрунти, але частіше опідзолені чорноземи і темно-

сірі опідзолені ґрунти. Особливо часті реградовані чорноземи, які при високих ступенях окультуреності наближаються в агрономічному відношенні до типових чорноземів [3]. Описані вище ґрунти, особливо типові, опідзолені і реградовані чорноземи, певною мірою і темно-сірі опідзолені та реградовані ґрунти, складають основний фон північної частини басейну Сіверського Дінця. У заплавах Сіверського Дінця і в заплавах річок правобережної частини його басейну, що беруть початок на схилах Донецького кряжа, поширені лугові потужні ґрунти і лугові чорноземи на алювіально-делювіальних відкладах. В межах крейдяного плато заплавні ділянки з зазначеними ґрунтами найбільш великі. Лугові чорноземи і лугові потужні ґрунти мають глибокий профіль, що досягає 1,5 м і навіть 2 м, поступово зменшується гумусування донизу. Тут же зазначається невисока хлоридно-сульфатне засолення. Ґрунти які знаходяться на схилах Донецького кряжа більш рідкісні. В межах кряжових району територія має нижчу розораність порівняно з іншими частинами басейну Сіверського Дінця через несприятливі якості дернових ґрунтів. Однак місцями розорані і дернові ґрунти, що значно посилює ерозію. Ліси і лісовидні суглинки покривають всю територію Задонецького степу, за винятком заплав і першої тераси. Потужність лісової товщі на вододілах корінного плато досягає від 20 м до 25 м.

Значні площі широколистяних лісів збереглися на підвищених ділянках правого берега Сіверського Дінця та його приток річок Уди, Лопань, Харків та ін. (рис. 1.5). Вони також зустрічаються на невеликих ділянках і на вододілах плато. В суббасейні переважають кленово-липово-дубові ліси, представлені переважно групою кленово-липово-дубових асоціацій з осокою, кореневищем, двоярусним насадженням. У заплавах річок зустрічаються невеликі ділянки ожини, кропиви, струнких і трав'янистих дубів. Невеликими ділянками в руслових частинах заплави є боровик звичайний, вербена, бадьян та осика [3].



Рисунок 1.5 – Карта рослинності України [5]

1.3 Кліматичні фактори формування стоку

Клімат напівсухий континентальний з теплим літом та холодною зимою [6]. Температурний режим нестійкий і протягом року характеризується значними коливаннями (рис.1.6).

Температурний режим басейну Сіверського Дінця нестійкий як видно за представленим графіком на рис. 1.6. Різниця між середніми багаторічними температурами в північних і південних районах території досягає 1-3 °C і більше. Нерідко спостерігаються входження холодних арктичних мас повітря. Ці процеси викликають значні похолодання, з ними пов'язані і найнижчі мінімальні температури. Періоди морозної погоди часто змінюються тривалими відлигами через вихід південних або південно-західних циклонів в Україні. За час відлиг

температура повітря піднімається до 0°C і вище, часто майже повністю сходять сніговий покрив [6].

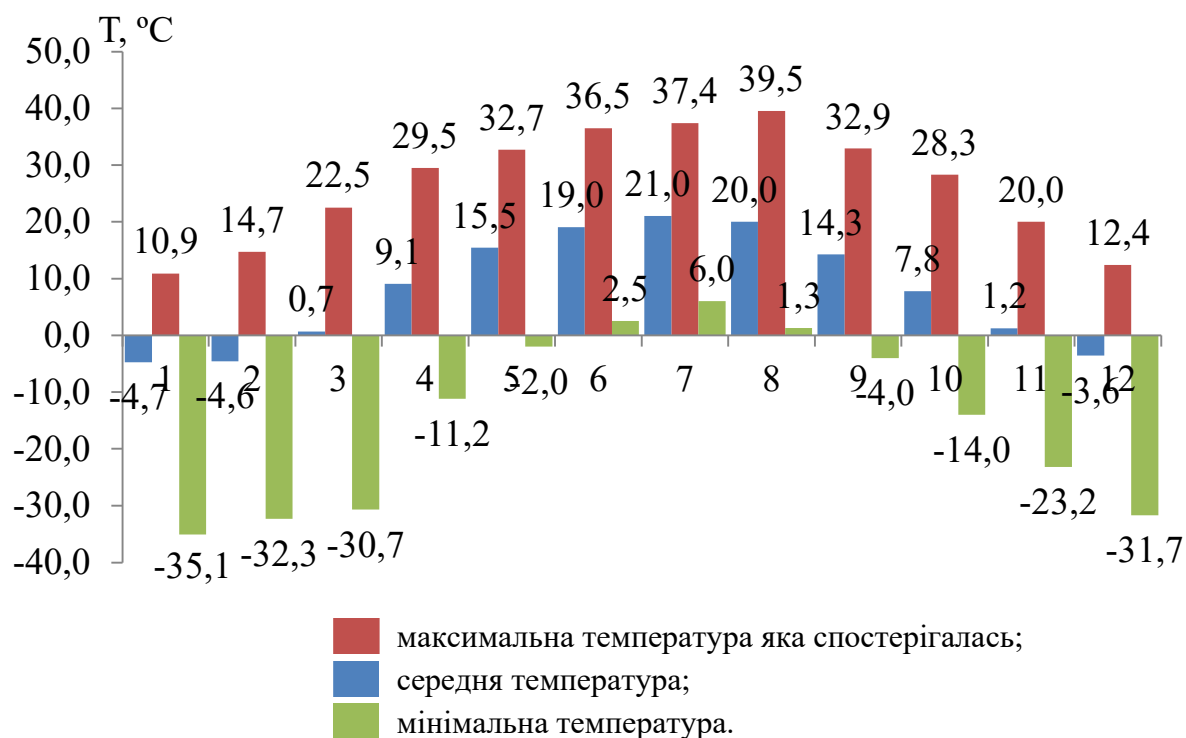


Рисунок 1.6 – Графіки розподілу середньомісячної, найменшої та найбільшої у місяць температур повітря за багаторічний період спостережень в межах суббасейну Сіверського Дінця

Найхолодніший місяць - січень, найтепліший - липень. Середня річна температура за багаторічний період складає 7,8 °C (рис. 1.7). Річна кількість опадів – 550-650 мм (рис. 1.8). Найбільш вологі місяці – червень та липень з нормою опадів 61 мм. Найбільш сухі місяці – лютий-квітень [6].

Річна кількість опадів не однаково розподіляється по всьому басейну річки. На півночі і південному сході їх приблизно 600-650 мм, в центральній частині басейну – 550-600 мм, а на сході ще менше – 450-500мм.

До просторових коливань опадів також додаються сезонні відмінності з відносним сніговим покривом і опадами на Донецьких пагорбах (селище Дар'ївка) взимку та навесні, що зумовлено теплими вологими вітрами з

Азовського моря, та відносно високими літніми та осінніми в Середньоруській височині (Золочів) через регіональні західні вітри [6].

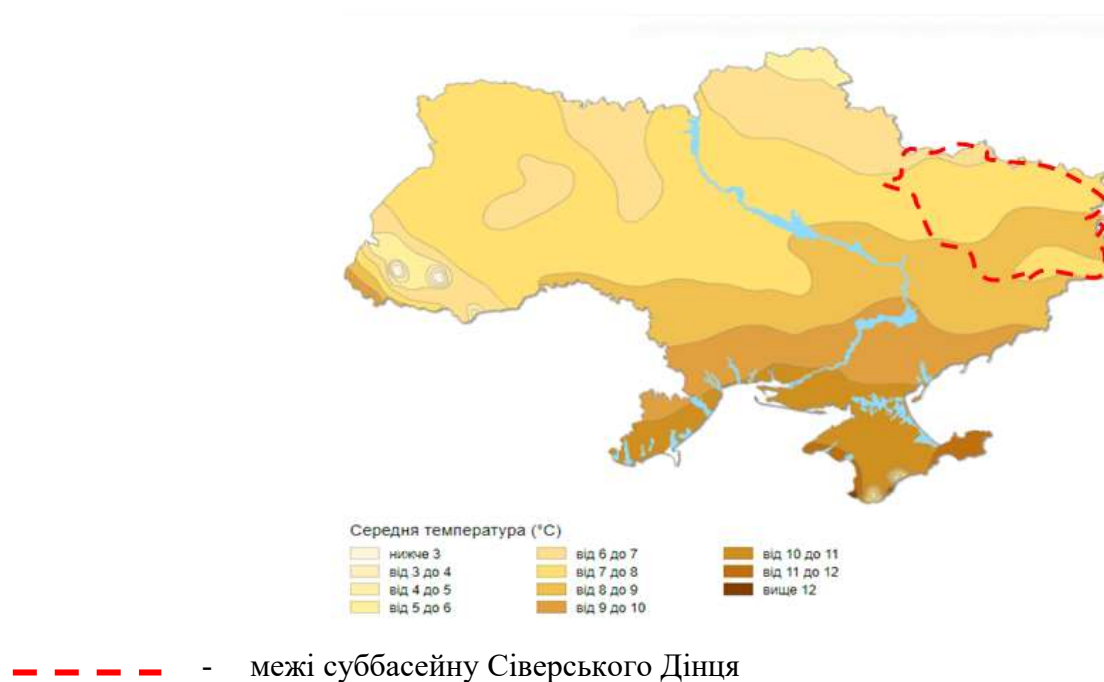


Рисунок 1.7 – Середньорічна температура повітря [5]

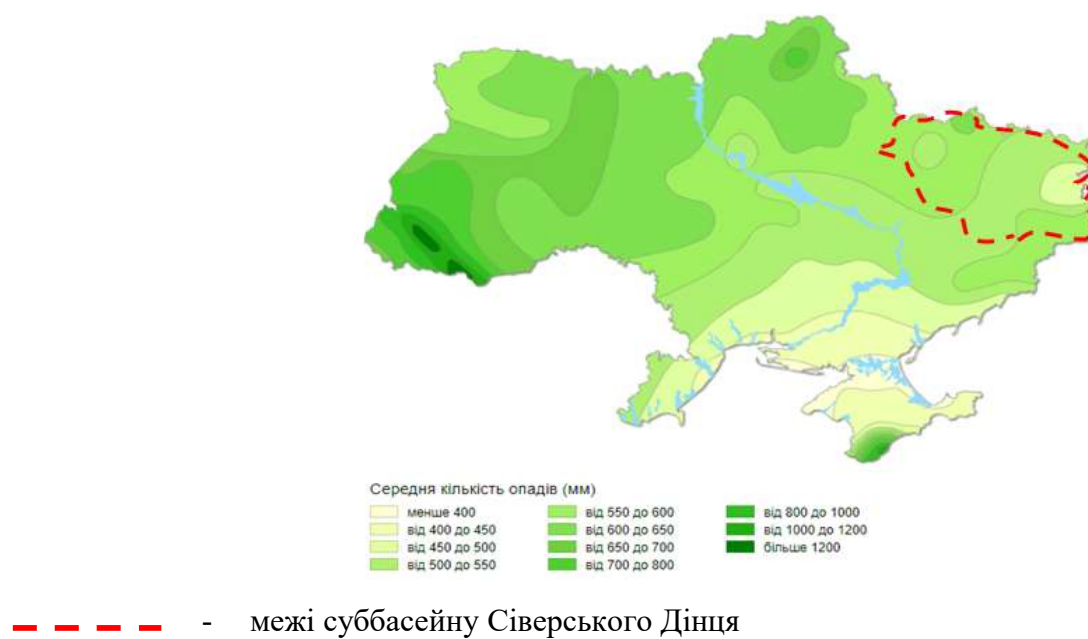


Рисунок 1.8 – Річні суми опадів (мм) [5]

1.4 Господарська діяльність в суббасейні Сіверського Дінця

Води річок суббасейну Сіверського Донець дуже інтенсивно використовують в народному господарстві. Кожного року використовують понад 2 км³ води річок суббасейну Сіверського Дінця, половина з яких повертається у вигляді забруднених скидів, що еквівалентно зменшенню стоку на 32 м³/с. Тому 20 % стоку річки безповоротно споживаються, а ще 20 % сильно забруднюється, тоді як для інших великих річок України цей показник не перевищує 5 % [3].

Водність річок та якість води в суббасейні Сіверського Дінця зазнали значних змін ще в XVIII столітті, коли повирубували вікові дуби, що росли уздовж русел, а також у XIX столітті в період видобутку корисних копалин на Донбасі, в результаті чого різко змінився рівень підземних вод. Разом, ці два фактори привели до обміління річки і припинення судноплавства. З п'ятдесятих років XIX століття загальна довжина річки скоротилася на 20 км. До середини XIX століття в Сіверському Дінці було багато риби (сом європейський, судак звичайний, щука звичайна, лящ, короп звичайний), але систематичне надходження до неї стічних вод призвели до різкого зниження річкової фауни. Індекс забруднення води (ІЗВ) коливається за течією Дінця від IV (забруднена) до V (брудна). Основні речовини, які забруднюють води в суббасейні Сіверського Дінця - це добрива, нафтопродукти, феноли, цинк, мідь. У річках на території Харківської області вода забруднена відходами від підприємств Белгорода і Шебекіно, стічними водами із очисних споруд Харкова (через р. Уди), Харківської ГРЕС-2 (с-ще Есхар), підприємств м. Балаклія та м. Ізюм, але частково очищаються Печенізьким водосховищем. В Донецькій та Луганській областях різко зростає кількість промислових підприємств через що різко зростає забруднення вод р. Сіверський Донець. Особливо забрудненими води р. Сіверський Донець стає після м. Лисичанськ та м. Сєверодонецьк (430 км від гирла). Деякі притоки Сіверського Дінця (Казенний Торець, Бахмут, Лугань) настільки забруднені, що в них небезпечно навіть рибна ловля [3].

Найчистіші ділянки Сіверського Дінця - від витoku до Белгорода і від Печеніг до Чугуєва. Мінералізація води в р. Сіверський Донець становить від 650 мг/л до 750 мг/л, а в зимовий час досягає 1000 мг/л, що, головним чином, викликане скидами відпрацьованих вод промислових підприємств.

В суббасейні Сіверського Дінця чисельність населення складає 7,3 млн чол., з яких 85 % – у містах, 4 млн чол. мешкає у 9 великих урбанізованих районах, де побутові стічні води скидаються у річкову систему та водосховища через систему каналізації, яка налічує близько 20 очисних споруд. Крім того, 3,3 млн людей мешкає у багатьох невеликих містах та селищах, де стічні води скидаються безпосередньо в річки або через відстійники в невеликі струмки чи в ґрунт.

В суббасейні Сіверського Дінця очисні споруди є головними джерелом скиду хімічних речовин та металів, які потрапляють у воду з точкових джерел. До хімічних речовин належать здебільшого нафтопродукти/жири та СПАР, а також метали у вигляді оксидів заліза та Cr^{6+} , які є токсичними. Це свідчить про те, що металургійна промисловість та гальвановиробництво значно впливають на якість води, що надходить до очисних споруд. Очисні споруди стічних вод скидають великі об'єми хлоридів та сульфатів, що частково може бути пов'язано з високою концентрацією солей у річковій воді, яка використовується для питних цілей і скидається через каналізацію [3].

2 АНАЛІЗ МІЖСЕЗОННОЇ МІНЛИВОСТІ ВОДНОСТІ РІЧОК В СУББАСЕЙНІ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

2.1 Особливості розподілу стоку річок протягом року по сезонах

Водний режим річок суббасейну Сіверського Дінця визначається закономірностями внутрішньорічних змін основних складових водного балансу – опадів та випаровування. Рівневий режим характеризується весняним водопіллям, стійкою меженню, що переривається паводками, і невеликим підйомом рівнів в осінньо-зимовий період.

На річках суббасейну Сіверського Дінця стік весняного водопілля в багатоводні роки випадках становить 70-80 % річного стоку, в середні по водності роки 60-70 %, а в маловодні 50-60 %. Паводковий стік в багатоводні роки на цих річках зазвичай відсутня і меженний стік становить 20-30 % річного. В середні і маловодні роки паводковий стік становить 10-20 % річного стоку. Співвідношення рідких і твердих опадів в різні за водністю роки підтверджує, що снігове і дощове живлення річок розглянутого району становить приблизно рівні частини. Так, наприклад, в багатоводні роки тверді опади складають 25-45 % річної суми в суббасейні Сіверського Дінця та 15-30 % у суббасейнах правих приток Сіверського Дінця нижче впадання річки Береки. В середні і маловодні роки тверді опади складають 15-30 % річної суми в басейнах усіх річок даної території [3].

Початок підйому рівня весняного водопілля зазвичай відбувається на малих і середніх річках суббасейну Сіверського Дінця в першій - початку другої декади березня; на правих притоках Сіверського Дінця, нижче впадання Береки, - в кінці другої-третьої декаді лютого. На всіх річках басейну Сіверського Дінця, виключаючи його праві притоки нижче впадіння р. Береки, зазвичай найвищі рівні повені, перевищують найвищі рівні дощових паводків і тільки на самих малих річках, найвищі рівні дощових паводків перевищують найвищі рівні весняного водопілля [7].

За допомогою комплексу АРМ-гідро (автоматизоване робоче місце гідролога) [8] побудовані комплексні графіки стоку р. Сіверський Донець - с. Огірцеве (рис. 2.1) за роки різної забезпеченості водності, визначеною за емпіричною кривою:

а) 2002 рік оцінюється як рік 96,5 % забезпеченості по водності. Можна відмітити, що за зиму 2001-2002 рр. не було утворено стійкого льодового покриву. Погодні умови не сприяли накопиченню снігу на водозборі, за рахунок якого сформувалася би весняна повінь, проте були опади, які викликали короточасні підйоми рівнів протягом усього року;

б) 2006 р., забезпеченістю 38,6 % водності року. У цей рік було формування льодового покриву. Погодні умови були сприятливими для накопичення снігу на водозборі, танення якого призвело до підйом рівнів та формуванню весняного водопілля. Протягом року також відмічаються опади, які спричиняли підйоми рівнів води на посту;

в) 2012 р., забезпеченістю 70 % водності року. У зимовий період спостерігався стійкий льодовий покрив. Погодні умови зими 2011-2012 рр. сприяли накопиченню снігу на водозборі. Весною відбувався підйом рівні води за рахунок танення снігу та випадіння опадів, що були у другій половині весни. Тому на гідрографі стоку після проходження піку весняного водопілля спостерігається повільне зниження рівнів у весняно-літній період.

2.2 Гідрографічна вивченість та мережа спостережень за стоком річок

У гідрографічному відношенні суббасейн Сіверського Дінця можна поділити на 2 частини: лівобережну, де найбільші річки беруть початок на південно-західних і південних схилах Середньоруської височини, і правобережну, де річки стікають із західних, північних і східних схилів Донецького Кряжу [3].

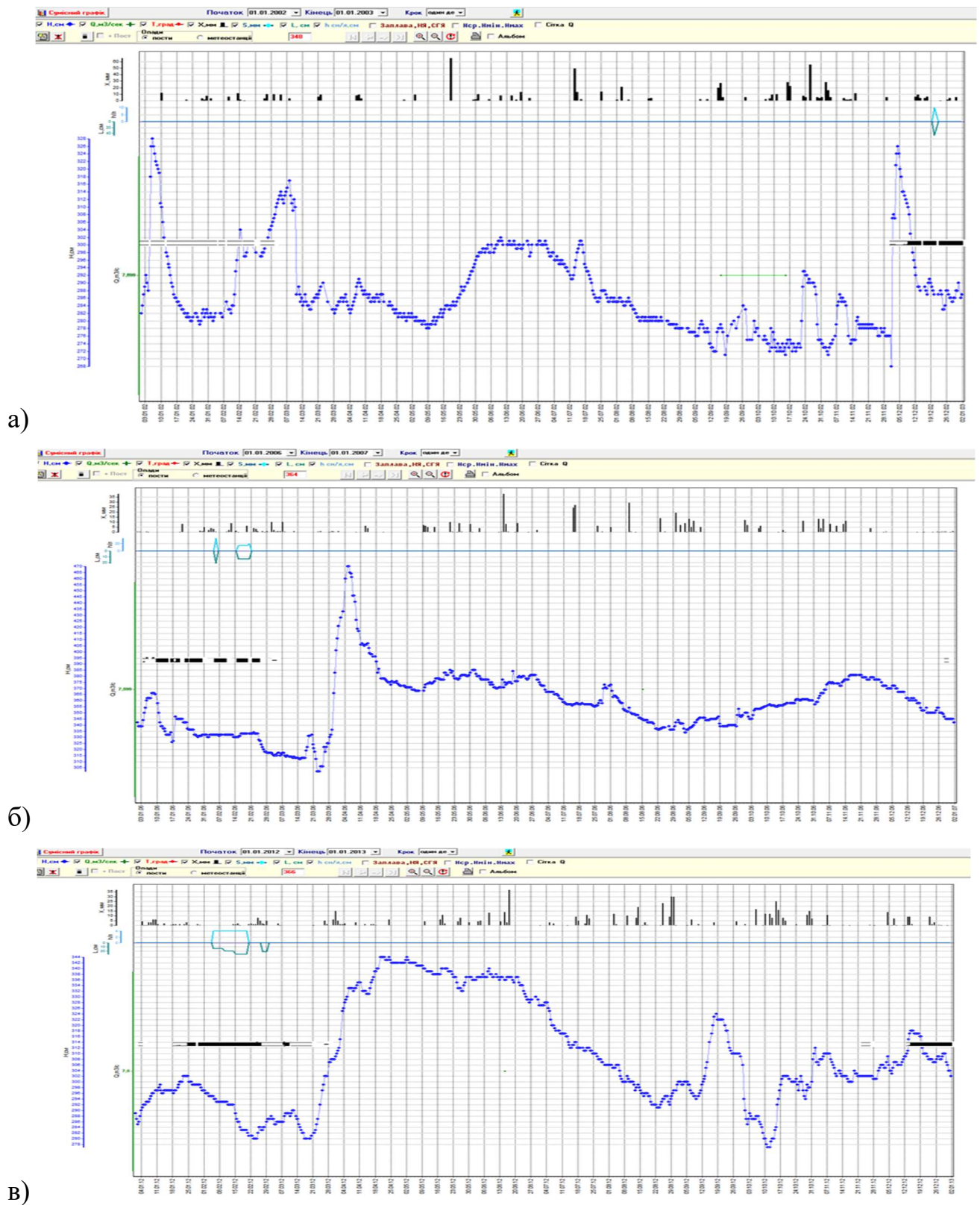


Рисунок 2.1- Комплексні графіки стоку р. Сіверський Донець – с. Огурцове за роки різної забезпеченості: а) 2002 рік (96,5 % забезпеченості водності року); б) 2006 рік (38,6 % забезпеченості водності року); в) 2012 рік (69,0 % забезпеченості водності року)

Річка Сіверський Донець – четверта за величиною річка України, яка поділяється на 3 ділянки: верхня (від витоків до м. Ізюм), середня (від м. Ізюм до станиці Гундоровської) і нижня (від станиці Гундоровської до гирла) [9].

На досліджуваній території протікає більше 3 тис. дуже малих, малих, середніх, великих річок загальною довжиною 21 тис. км². Більше половини всіх річок (57 %) довжиною менше 25 км, 25 % мають довжину до 100 км і близько 15% довжиною до 500 км. Середня густина річкової мережі 0,21 км/км² [3], [9].

Гідрографічна мережа (рис. 2.2) розвинена досить нерівномірно. В деяких районах суббасейну Сіверського Дінця можна бачити простір з досить скудною річковою мережею, проте є й райони із значною кількістю малих і дуже малих річок [3].

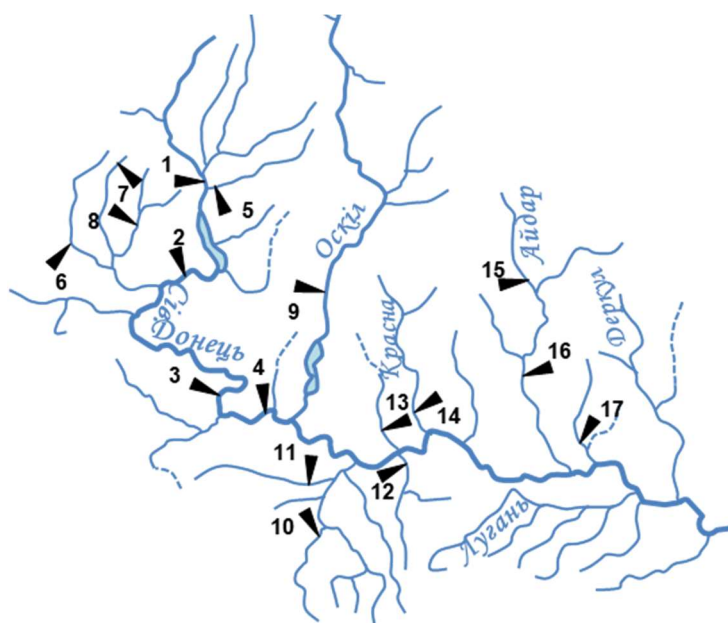


Рисунок 2.2 – Гідрологічна мережа суббасейну Сіверського Донця [5]

Для дослідження екстремального стоку сформована база вихідної інформації по 17 водозборах з площею від 189 км² (р. Лопань – смт Козача Лопань) до 22600 км² (р. Сіверський Донець – м. Ізюм) та періодом спостережень від 51 до 70 років.

В табл. 2.1 приведено розподіл водозборів за площею та роками спостережень згідно класифікації наведеної у Водній Рамковій Директиві ЄС [1], де 5 водозборів відносяться до категорії середніх річок (100-1000 км²), 8 – великих (1000-10000 км²) та 4 – дуже великих (>10 тис. км²) річок.

Таблиця 2.1 – Розподіл водозборів річок суббасейну Сіверського Дінця за площею згідно класифікації, наведеної у Водній Рамковій Директиві ЄС (2000 р.)

Річки	<20	21-40	41-50	51-70	71-100	>100	Усього
Малі (10-100 км ²)	-	-	-		-	-	
Середні (100-1000км ²)	-	-	1	4	-	-	5
Великі (1000-10000км ²)	-	-	1	7	-	-	8
Дуже великі (>10тис.км ²)	-	-	1	2	1	-	4
Усього	-	-	3	13	1	-	17

2.3 Аналіз мінливості екстремального стоку на річках суббасейну Сіверського Дінця

Стрімке глобальне потепління клімату за останні 100-150 років можна вважати надійно встановленим емпіричним фактом. Вважають, що сучасний лінійний тренд приземної температури нашої планети (з коефіцієнтом близько 0,5 °С за 100 років) – результат антропогенного підсилення глобального атмосферного парникового ефекту, спричиненого, головним чином, викидами вуглекислого газу при спалюванні викопного палива (кам'яного вугілля, нафти, газу) та, в меншій мірі, змінами в господарському використанні земельних ресурсів [1].

Оскільки протягом року стік на річках не однаковий, то можемо спостерігати прояви як високого стоку, так і низького. Їх частота та мінливість досить різняться по річках на досліджуваній території.

Найбільші витрати води спостерігаються на річках суббасейну Сіверський Донець в період весняного водопілля у січні-квітні (табл. А.1 дод. А). За багаторічний період можна відмітити, що найбільші витрати води спостерігалися також і у період паводків. Найбільша кількість таких випадків відмічається на р. Казенний Торець - смт Райське, р. Жеребець - с. Торське, р. Сіверський Донець - м. Чугуїв особливо в останні роки [11].

Мінімальні витрати води можуть спостерігатись на річках як у період відкритого русла так і у зимовий, тобто коли річки вкриті кригою. З табл. А.2 (дод. А) видно, що період відкритого русла часто може тривати до середини зими (календарної), а тому мінімальні значення можуть спостерігатись протягом усього року [11]. Що стосується ранніх дат, то мінімальні витрати води періоду відкритого русла спостерігалися 07.01 на річці Айдар - смт Білоуцьк, а піздня дата – 25.12 р. Оскіл - м. Куп'янськ (табл. А.2, дод. А).

У період зимової межені мінімальними витрати води (табл. А.2, дод. А) спостерігалися в основному у грудні та січні, окрім посту р. Сіверський Донець - с. Огірцеве, де сама рання дата спостерігалася 13.11, а найпізніша – 16.03 [11].

2.3.1 Тренди та циклічність у часових рядах екстремального стоку річок суббасейну Сіверського Дінця

Дослідження закономірностей коливань річного стоку у часі та по території дозволяють судити про можливість і доцільність використання водних ресурсів держави для забезпечення її потреб [9].

Загальною закономірністю змін елементів водного балансу по рівнинній території України є зменшення їх величин з півночі на південь внаслідок широтних змін зональних кліматичних факторів: опадів, температур, випаровування. На цьому загальному фоні в деяких районах відмічається вплив

азональних факторів [2]: геолого-геоморфологічних умов, ґрунтово-рослинного покриву, заболоченості та ін.

Річний стік є базовою характеристикою при розробці нових методів гідрологічних розрахунків. Насамперед для річного стоку розробляється більшість гідрологічних моделей, досліджуються питання циклічності коливань стоку річок, наслідки впливу антропогенних чинників, включаючи глобальне потепління, а вже потім відбувається перехід до визначення характеристик стоку у внутрішньорічні фази його формування (весняне водопілля, дощові паводки, зимова та літня або літньо-осіння межінь).

Циклічність являє собою послідовну зміну угруповань років підвищеної та зниженої водності. До років підвищеної водності відносяться ті, у які стік перевищував середню багаторічну величину річного стоку. Роками зниженої водності є роки, у які річний стік був менше середньої багаторічної величини.

Угруповання років підвищеної водності складає багатоводний період коливань водності або додатну фазу, угруповання років зниженої водності – маловодний період або від'ємну фазу. Основними чинниками, які впливають на формування угруповань років однієї і тієї ж водності, вважаються наступні: загальна циркуляція атмосфери, яка обумовлена розподілом сонячної радіації навколо земної кулі; обертання Землі навколо своєї осі та навколо Сонця; зміни сонячної активності.

Одним з методів визначення фаз водності є розрахунок ординат різницево-інтегральних кривих. При побудові яких аналіз цих к різницевих інтегральних кривих дає можливість виділити маловодні та багатоводні фази стоку протягом періоду спостережень. Наявність всередині виділених маловодних (або багатоводних) фаз одного або декількох багатоводних (маловодних) років інколи є підставою для поділу цих фаз на групи меншої тривалості. Однак, при виявленні найбільш виражених і тривалих маловодних (багатоводних) угруповань ці переломні точки є несуттєвими і можуть не враховуватись.

Особливості багаторічних коливань водності річок залежать від коливань атмосферної циркуляції. Зміна типу атмосферної циркуляції над досліджуваною

територією супроводжується зміною фази коливань водності. Тісний кореляційний зв'язок між річним стоком та показниками сонячної активності має місце лише в 40 % розглянутих випадків [9].

По рядах екстремального стоку для всіх досліджуваних водозборів побудовані різницево-інтегральні криві (рис. 2.3-2.5) з метою визначення наявних циклів та фаз водності:

- по різницево-інтегральних кривих річних максимальних витрат води (рис. 2.3) річок суббасейну Сіверського Дінця по всіх приведених водозборах з кінця 1970-х років спостерігається маловодна фаза, окрім р. Євсуг – смт Петрівка, де чітка маловодна фаза настала з 2006 року;
- по різницево-інтегральних кривих мінімальних витрат води (рис. 2.4) за зимовий період на річках суббасейну Сіверського Дінця відмічається як багатоводна фаза (р. Айдар – смт Білолуцьк з 1980 р., р. Вовча – м. Вовчанськ з 2012 р., р. Сів.Донець – с. Огірцеве з 2005 р.) так і маловодна фаза, які розпочалися у різні роки;
- по різницево-інтегральних кривих мінімальних витрат води (рис. 2.5) за період відкритого русла на річках суббасейну Сіверського Дінця відмічається маловодна фаза, яка почалася як з 2004 р. для р. Уди – смт Пересічне, так і з 2012 р. для р. Сів.Донець – с. Огірцеве.

З метою перевірки наявності трендів у часових рядах спостережень за екстремальним стоком побудовані хронологічні графіки максимальних та мінімальних витрат води на річках суббасейну Сіверського Дінця (рис. 2.6-2.8, дод. Б).

Для всіх часових рядів побудовані лінії тренду та перевірені їх значущість, за допомогою коефіцієнтів кореляції r . Коефіцієнт кореляції r вважається значущим, якщо виконується умова:

$$r \geq 2\sigma_r \dots \dots \dots (2.1)$$

де σ_r - середня квадратична похибка емпіричного коефіцієнта кореляції.

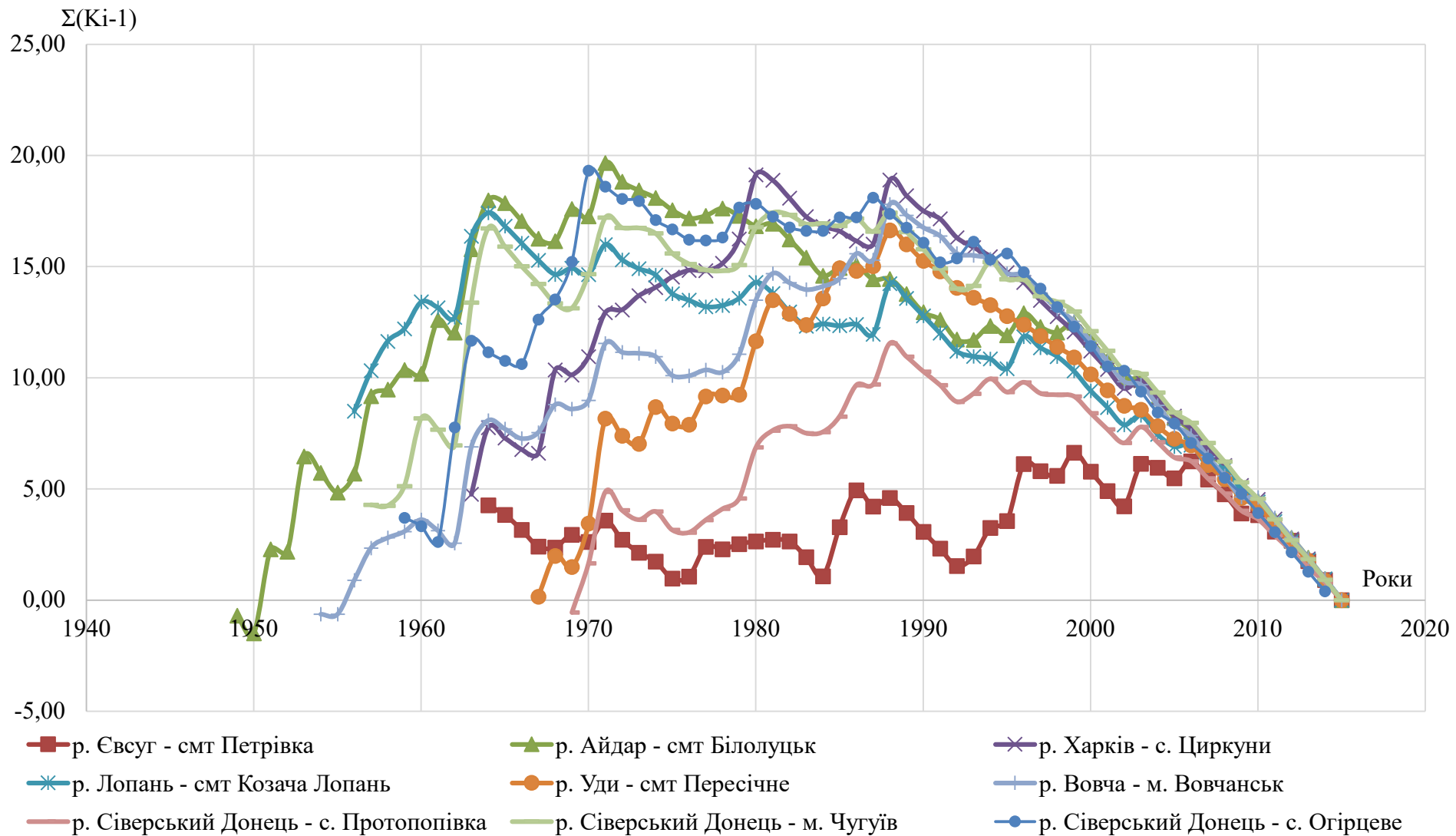


Рисунок 2.3 – Різницево-інтегральні криві річних максимальних витрат води на річках суббасейну Сіверського Дінця

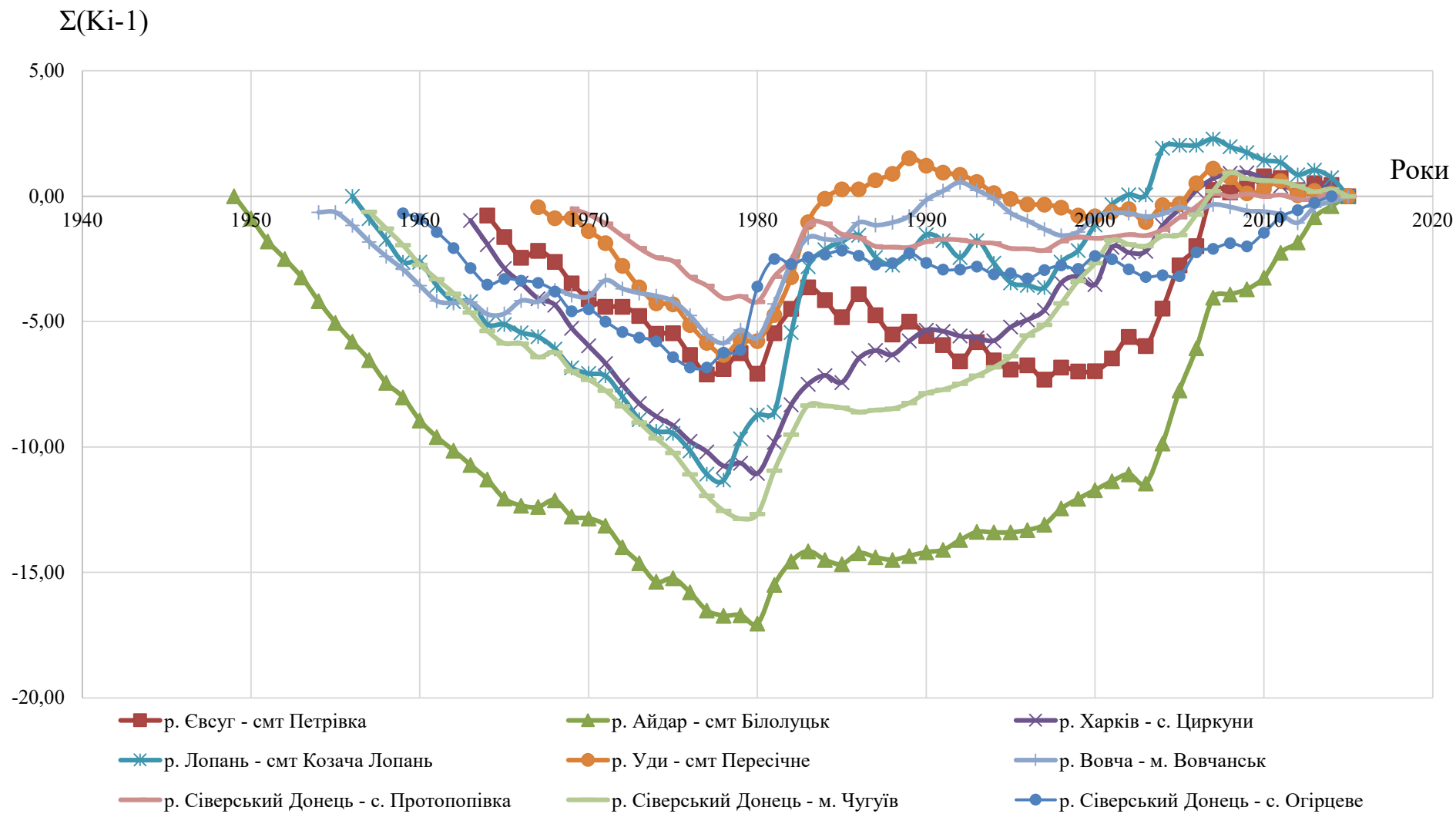


Рисунок 2.4 – Різницево-інтегральні криві мінімальних витрат води за зимовий період на річках суббасейну Сіверського Дінця

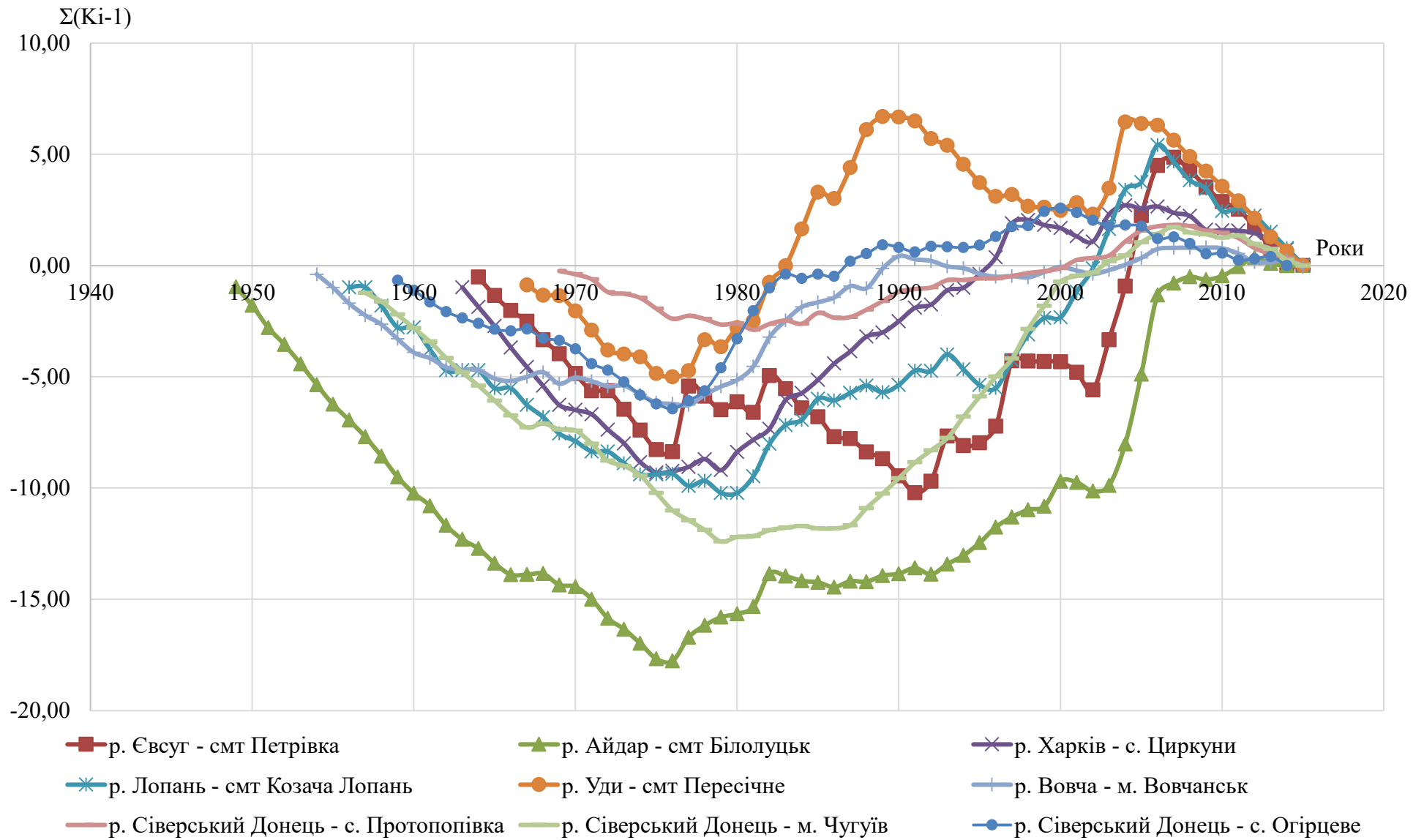
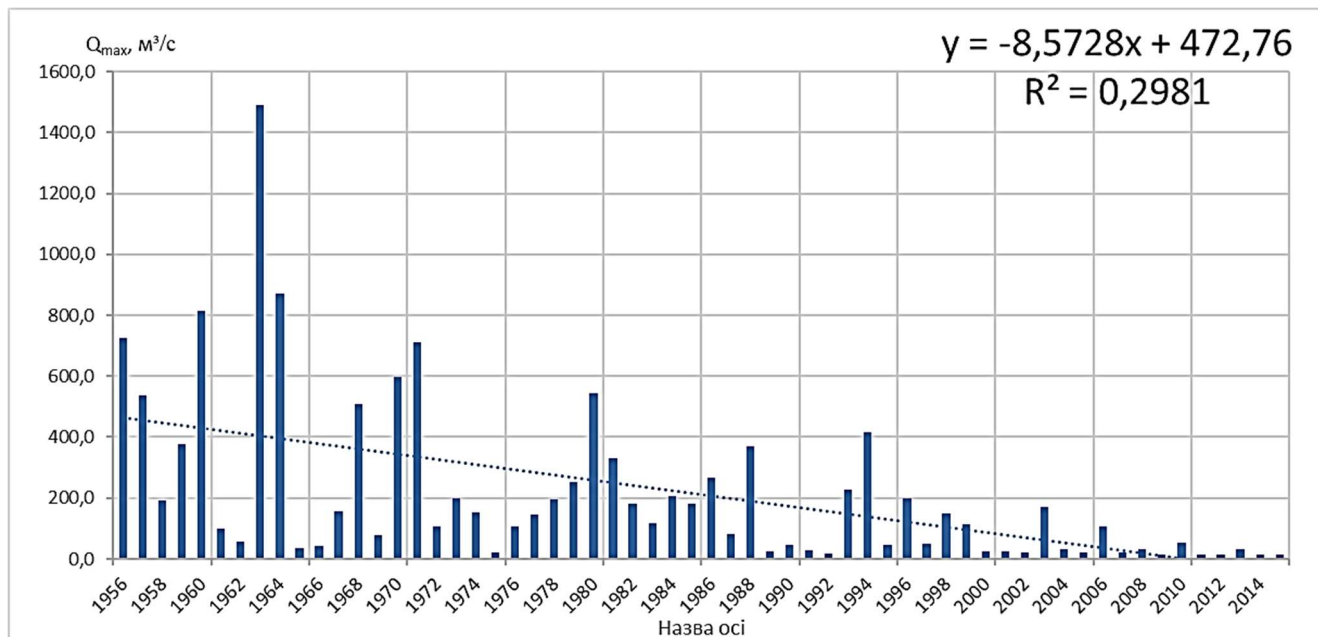


Рисунок 2.5 – Різницево-інтегральні криві мінімальних витрат води за період відкритого русла на річках суббасейну Сіверського Дінця

а) р. Сіверський Дінець – м. Чугуїв



б) р. Оскіл - м. Куп'янськ

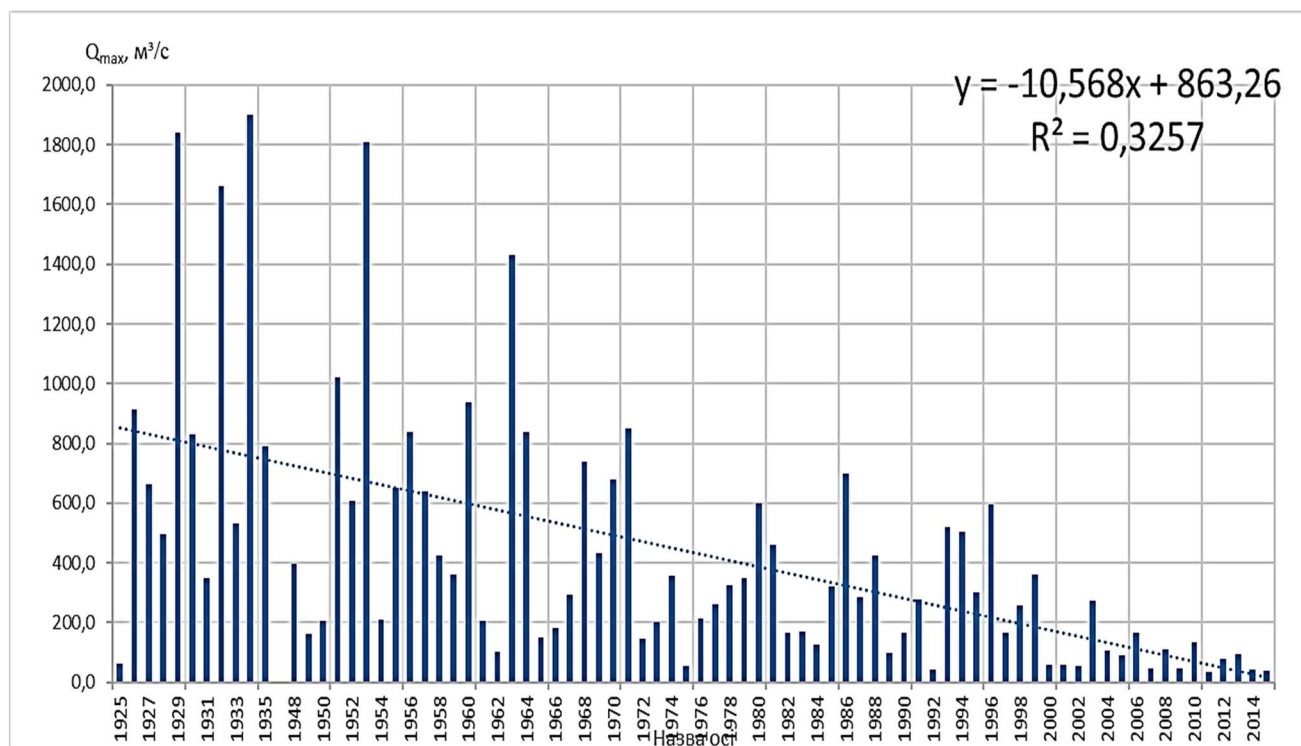
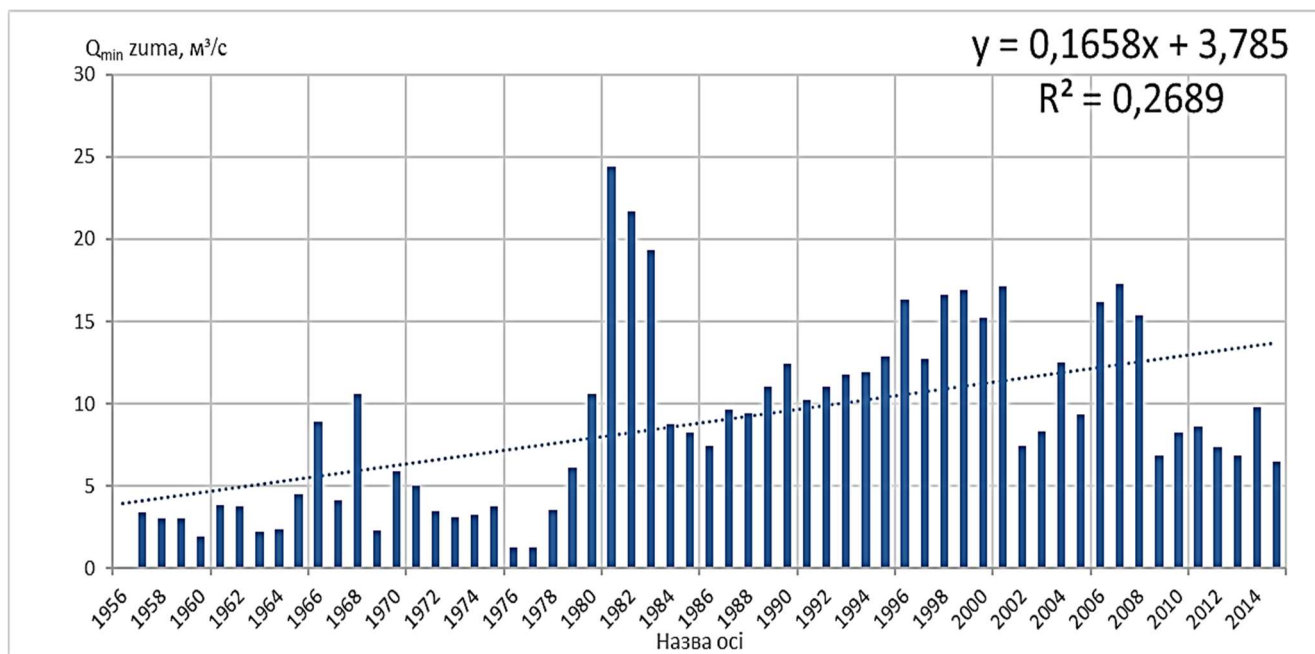


Рисунок 2.6 – Хронологічний графік максимальних річних витрат води в суббасейні Сіверського Дінця

а) р. Сіверський Дінець – м. Чугуїв



б) р. Оскіл - м. Куп'янськ

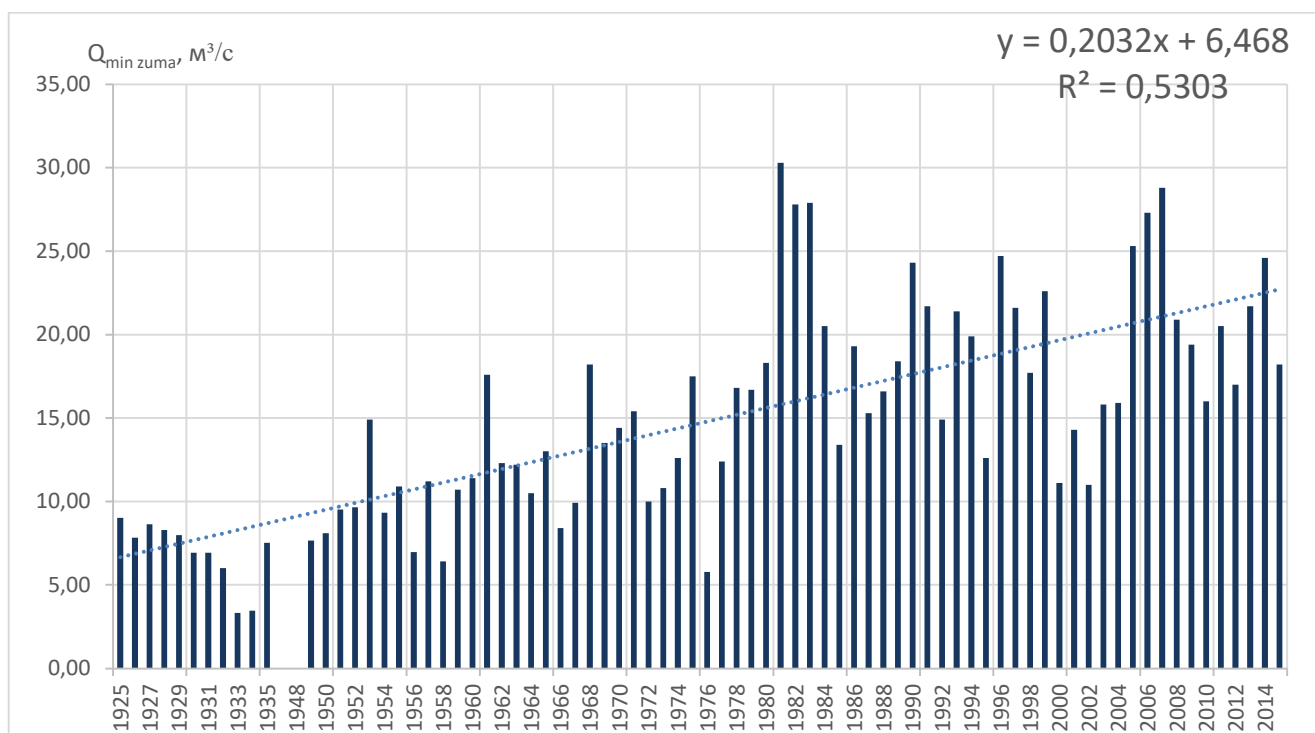
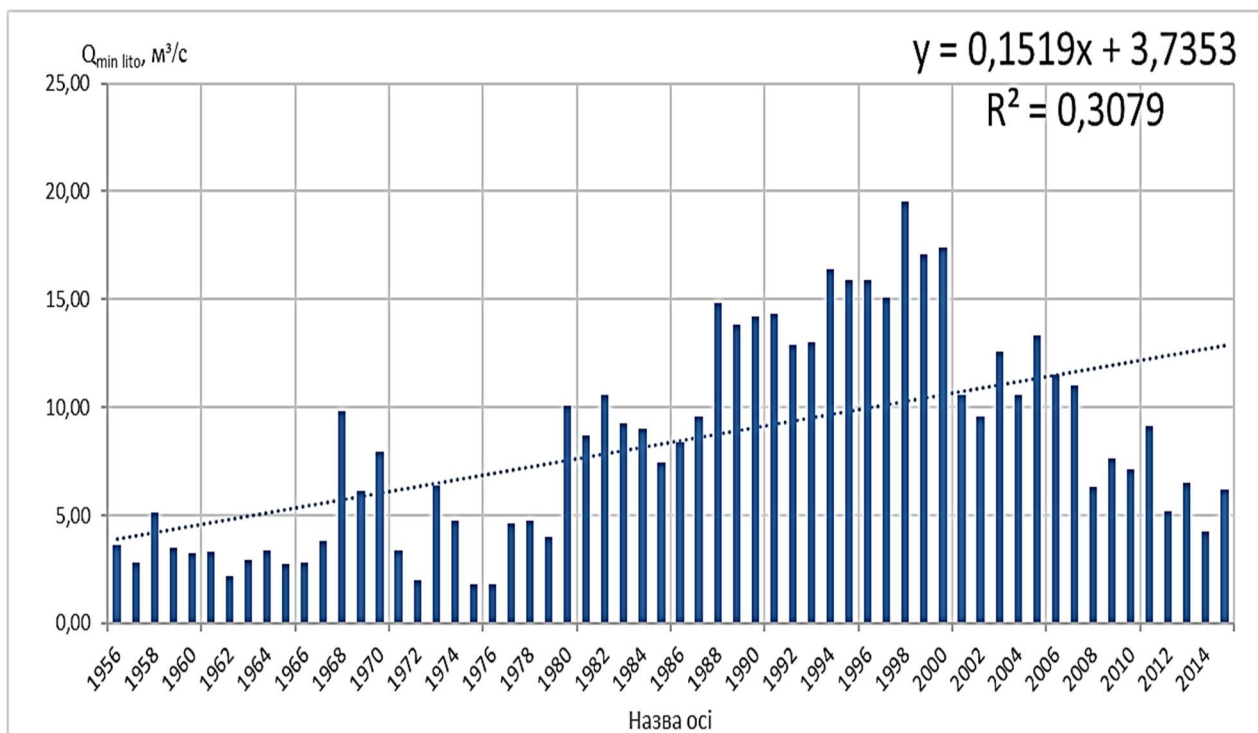


Рисунок 2.7 – Хронологічний графік мінімальних витрат води за зимовий період в суббасейні Сіверського Дінця

а) р. Сіверський Дінець – м. Чугуїв



б) р. Оскіл - м. Куп'янськ

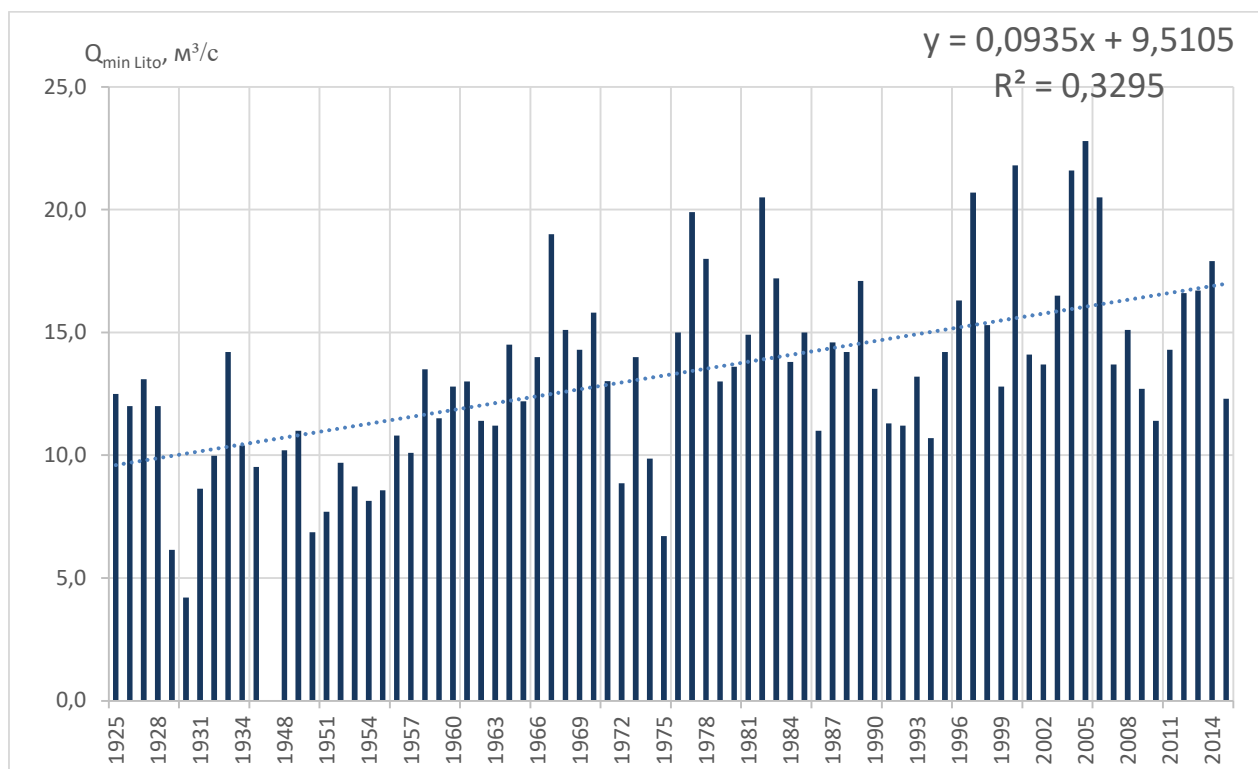


Рисунок 2.8 – Хронологічний графік мінімальних витрат води за період відкритого русла в суббасейні Сіверського Дінця

В результаті перевірки часових рядів максимальних витрат води на річках суббасейну Сіверського Дінця встановлено, що по 16 із 17 водозборів відмічається значущий до зменшення тренд (табл. 2.2).

Для часових рядів мінімальних витрат води за зимовий період по 14 із 17 водозборів відмічаються значущі до збільшення тренди (табл. В.1 дод. В), а для найменших річних витрат води за період відкритого русла - по 13 із 17 (табл. В.2 дод. В).

2.3.2 Статистичні характеристики екстремального стоку річок суббасейну Сіверського Дінця

Найважливішим елементом статистичного аналізу є оцінка параметрів розподілу, прийнятих описи аналізованої сукупності випадкових величин. При вирішенні гідрологічних задач використовуються наступні методи визначення оцінок параметрів розподілу: 1) метод моментів; 2) метод найбільшої правдоподібності.

Поняття про методи моментів перенесено в статистику з розділу фізики «Механіка», де момент є добутком сили на плече. Плече - це відстань від точки, де прикладена сила, до точки її опори. Значення дискретної випадкової величини розглядається як матеріальна точка на числовій осі з масою, пропорційною ймовірності появи цієї випадкової величини. Якщо відстань від нуля числової осі до матеріальної точки розглядати як важіль, то такі статистичні моменти називаються початковими. Коли для визначення статистичного моменту беруть відстань від математичного очікування до розглянутої матеріальної точки, статистичний момент називають центральним.

У роботі широко використовують для опису властивостей кривих розподілу початкові та центральні моменти. Початкові моменти s -го порядку дискретної величини X являють собою суму:

Таблиця 2.2 - Визначення трендів у рядах найбільших річних витратах води на річках суббасейну Сіверського Дінця

	Річка-пост	Плща водозбору, F км ²	п, роки спостережень	Рівняння тренду	r ²	r	σr	2σr	Висновок
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	5 540	56	$y = -8,2065x + 412,29$	0,3055	0,55	0,09	0,19	значущий
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	10 300	60	$y = -8,5728x + 472,76$	0,2981	0,55	0,09	0,18	значущий
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	19 400	47	$y = -6,6745x + 371,55$	0,2195	0,47	0,11	0,23	значущий
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	22 600	70	$y = -9,5028x + 740$	0,2939	0,54	0,08	0,17	значущий
5	Вовча - м. Вовчанськ	1 330	62	$y = -2,2849x + 141,96$	0,2966	0,54	0,09	0,18	значущий
6	Уди - смт Пересічне	905	49	$y = -1,2037x + 56,811$	0,3179	0,56	0,10	0,19	значущий
7	Лопань - смт Козача Лопань	189	52	$y = -0,5029x + 30,046$	0,2902	0,54	0,10	0,20	значущий
8	Харків - с. Циркуни	890	53	$y = -1,9901x + 92,518$	0,2894	0,54	0,10	0,20	значущий
9	Оскіл - м. Куп'янськ	12 700	80	$y = -10,568x + 863,26$	0,3257	0,57	0,08	0,15	значущий
10	Казенний Торець - смт Райське	936	55	$y = -0,4729x + 40,29$	0,0445	0,21	0,13	0,26	незначущий
11	Сухий Торець - смт Черкаське	1 310	52	$y = -1,5111x + 90,267$	0,1444	0,38	0,12	0,24	значущий
12	Бахмут - м. Сіверськ	1 560	57	$y = -1,3152x + 84,699$	0,1106	0,33	0,12	0,24	значущий
13	Жеребець - с. Торське	857	54	$y = -0,8483x + 55,396$	0,144	0,38	0,12	0,23	значущий
14	Красна - с. Червонопопівка	2 540	61	$y = -2,9826x + 189,71$	0,2411	0,49	0,10	0,19	значущий
15	Айдар - смт Білолуцьк	2 250	67	$y = -4,3708x + 292,68$	0,2547	0,50	0,09	0,18	значущий
16	Айдар - с. Новоселівка	6 370	65	$y = -7,7791x + 518,72$	0,2038	0,45	0,10	0,20	значущий
17	Євсуг - смт Петрівка	784	50	$y = -0,4076x + 36,641$	0,0707	0,27	0,13	0,26	значущий

$$\alpha_s = \sum_{i=1}^N x_i^s p_i \quad (2.2)$$

Для безперервної випадкової величини сума записується через інтеграл

$$\alpha_s = \int_{-\infty}^{\infty} x^s f(x) dx. \quad (2.3)$$

Таким чином, для дискретної випадкової величини оцінка початкового моменту s -го порядку розраховується за формулою

$$\bar{\alpha}_s = \sum_{i=1}^n x_i^s p_i^*, \text{ де } p_i^* = \frac{1}{n}. \quad (2.4)$$

Квадратний корінь із дисперсії називається середнім квадратичним відхиленням σ_x . Для оцінки середнього квадратичного відхилення розраховується рівняння наступним чином

$$\bar{\sigma}_x = \sqrt{D_x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.5)$$

Оцінки другого центрального моменту мають від'ємне зміщення. Для його усунення в вводиться поправочний коефіцієнт $\sqrt{n} / (n - 1)$, з урахуванням якого рівняння приймає вигляд

$$\bar{\sigma}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.6)$$

Для порівняння мінливості різномасштабних випадкових величин використовують безрозмірну характеристику σ_x / \bar{x} , яка має назву коефіцієнта варіації

$$C_v = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}. \quad (2.7)$$

Оцінка коефіцієнта варіації знаходиться за виразом

$$\bar{C}_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{x^2(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - \bar{k})^2}{n-1}}. \quad (2.8)$$

Як і оцінка параметру C_V , оцінка коефіцієнта асиметрії за виразом, є зміщеною відносно відповідного параметра генеральної сукупності. Від'ємне зміщення може бути усунена шляхом введення поправочного коефіцієнта $n / ((n-1)(n-2))$, запропонованого Є.Г. Блохіновим.

Метод максимальної правдоподібності полягає у використанні функції правдоподібності обраного теоретичного закону розподілу випадкової величини з метою оптимізації оцінок статистичних параметрів розподілу.

Цей метод працює з методами математичної статистики, в яких за оцінку невідомого значення параметра сили розподілу приймається його значення, при якому функція істинності досягає свого максимуму при заданому виборі випадкових величин.

Математичний вираз для функції правдоподібності з невідомим параметром α має вигляд:

$$L(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \alpha) = f(x_1, \alpha) \dots f(x_n, \alpha). \quad (2.9)$$

Функція правдоподібності задає ймовірність появи вибірки x_1, x_2, \dots, x_n . Чим більше буде значення функції L , тим більша ймовірність появи цієї вибірки. Звідси і походить назва методу найбільшої правдоподібності. Якщо залежність від параметра α величина L значно змінюється, то можна з ймовірністю, близькою до 1, отримати значення α . І, навпаки, якщо L не змінюється в залежності від α , то немає підстав робити висновки про α взагалі. Вираз для визначення параметру α знаходять з умови, що похідна від функції правдоподібності, коли вона досягає максимального значення, має дорівнювати нулю. Відповідно до правил

диференціального обчислення для знаходження оцінки параметру α необхідно розв'язати рівняння:

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = 0. \quad (2.10)$$

Для річок суббасейну Сіверського Дінця визначені статистичні параметри часових рядів екстремального стоку методом моментів та найбільшої правдоподібності [12]:

- середній багаторічний максимальний річний модуль стоку (табл. 2.3) на річках суббасейну Сіверського Дінця змінюється від $0,011 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сіверський Донець - с. Протопопівка) до $0,072 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Лопань - смт Козача Лопань). Діапазон коливання значення коефіцієнтів варіації $0,93-1,53$ за методом моментів та $0,94-1,62$ за методом найбільшої правдоподібності. Середнє співвідношення $C_s/C_v = 2,40$. Похибка вихідної інформації $\pm 16,3 \%$, при допустимому значенні 20% [9];

- середній багаторічний мінімальний модуль стоку за період відкритого русла (табл. Г.1, дод. Г) на річках суббасейну Сіверського Дінця змінюється від $0,11 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сухий Торець – смт Черкаське) до $1,20 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сіверський Донець - с. Огірцеве). Діапазон коливання значення коефіцієнтів варіації $0,27-1,16$ за методом моментів та $0,27-1,18$ за методом найбільшої правдоподібності. Середнє співвідношення $C_s/C_v = 1,68$. Похибка вихідної інформації $\pm 9,6 \%$, при допустимому значенні 15% [9].

- середній багаторічний мінімальний модуль стоку за зимовий період (табл. Г.2, дод. Г) на річках суббасейну Сіверського Дінця змінюється від $0,32 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сухий Торець – смт Черкаське) до $2,65 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Харків - с. Циркуни). Діапазон коливання значення коефіцієнтів варіації $0,38-4,57$ за методом моментів та $0,38-5,30$ за методом найбільшої правдоподібності. Середнє співвідношення $C_s/C_v = 2,5$. Похибка вихідної інформації $\pm 17,8 \%$, яка перевищує допустиме значення 15% [9], що підтверджує значну мінливість у рядах мінімального стоку у зимовий період.

Таблиця 2.3 - Статистичні параметри часових рядів спостереження річних максимальних витрат води в субасейну Сіверський Донець

№ за\п	Водний об'єкт	пост	F, км ²	n, років	Q _{max} , М ³ /с	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподіб.			q _{max} , М ³ /(с·км ²)	σq
						C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v		
1	р. Сіверський Донець	с. Огірцеве	5540	56	177	1,36	2,39	0,355	1,8	1,40	3,05	2,2	0,032	18,6
2	р. Сіверський Донець	м. Чугуїв	10300	60	200	1,35	2,65	0,361	2,0	1,38	3,43	2,5	0,019	17,8
3	р. Сіверський Донець	с. Протопопівка	19400	47	219	0,93	1,69	0,287	1,8	0,94	2,02	2,1	0,011	13,7
4	р. Сіверський Донець	м. Ізюм	22600	71	346	1,00	2,04	0,389	2,0	1,01	2,39	2,4	0,015	12,0
5	р. Вовча	м. Вовчанськ	1330	61	69,3	1,04	1,96	0,279	1,9	1,06	2,33	2,2	0,052	13,6
6	р. Уди	сmt Пересічне	905	49	26,7	1,13	2,18	0,258	1,9	1,16	2,78	2,4	0,030	16,5
7	р. Лопань	сmt Козача Лопань	189	61	13,7	1,21	2,60	0,465	2,2	1,23	3,34	2,7	0,072	15,8
8	р. Харків	с. Циркуни	890	53	37,3	1,28	2,22	0,384	1,7	1,31	2,80	2,1	0,042	18,0
9	р. Оскіл	м. Куп'янськ	12700	80	418	0,98	1,99	0,251	2,0	0,99	2,27	2,3	0,033	11,1
10	р. Казенний Торець	сmt Райське	936	60	24,5	1,57	3,86	0,158	2,5	1,62	5,76	3,5	0,026	21,0
11	р. Сухий Торець	сmt Черкаське	1310	57	44,3	1,41	2,84	0,264	2,0	1,45	3,82	2,6	0,034	19,2
12	р. Бахмут	м. Сіверськ	1560	58	40,3	1,48	3,24	0,371	2,2	1,53	4,55	3,0	0,026	20,0
13	р. Жеребець	с. Торське	857	56	27,8	1,36	2,56	0,303	1,9	1,40	3,33	2,4	0,032	18,7
14	р. Красна	с.Червонопопівка	2540	62	89,9	1,22	2,61	0,282	2,1	1,24	3,34	2,7	0,035	15,7
15	р. Айдар	сmt Білолуцьк	2250	67	136	1,24	2,11	0,092	1,7	1,26	2,52	2,0	0,061	15,4
16	р. Айдар	с. Новоселівка	6370	66	244	1,36	2,62	0,113	1,9	1,39	3,32	2,4	0,038	17,1
17	р. Євсуг	сmt Петрівка	784	53	24,3	0,97	1,28	0,184	1,3	0,98	1,42	1,4	0,031	13,5

3 СЕЗОННИЙ РОЗПОДІЛ СТОКУ РІЧОК СУББАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

3.1 Внутрішньорічний розподіл стоку по сезонах за типовою схемою

Внутрішньорічний розподіл стоку залежить від місцевих та антропогенних чинників. Регуляторами стоку виступають водоймища сезонного та багаторічного регулювання (озера, водосховища). Вирівнюванню внутрішньорічного ходу стоку сприяє карст. Протягом коротких відрізків часу фактором, що вирівнює розподіл стоку, є й лісистість, яка переводить частину поверхневого стоку в підземний. Викладене відноситься до великих басейнів, які забезпечені ґрунтовим живленням. На таких водозборах максимальний стік зменшується, а стік межені - зростає. Стік малих річок лісистість не регулює, а лише зменшує його у зв'язку з невеликою глибиною ерозійного врізу русел річок у підстильну поверхню.

Вивчення закономірностей формування і розподілу стоку протягом року має як наукове, так і практичне значення. Нерівномірність розподілу стоку впродовж року спричиняє труднощі для водопостачання, гідроенергетики, зрошення та ін. Безперебійне водопостачання, зрошення, гарантоване вироблення електроенергії лімітуються стоком сезонів межені, що спонукає до будівництва водосховищ та ставків для регулювання стоку і більш раціонального використання природних водних ресурсів. У районах, де місцевий стік зарегульований, для поповнення дефіциту проводиться реконструкція річкових систем з перекидання стоку із сусідніх річок.

Внутрішньорічний розподіл стоку визначається, переважно, кліматичними факторами, перш за все внутрішньорічними змінами кількості опадів і температури повітря. Ці фактори визначають загальний характер розподілу. Інші фактори можуть суттєво змінювати типовий розподіл в тих чи інших районах. Значна роль при цьому належить геолого-геоморфологічним та ґрунтовим умовам. Від водопроникності ґрунтів та гірських порід, на яких вони формуються, розчленованості поверхні та її похилів залежить величина коефіцієнта стоку та

інфільтрації атмосферних опадів. Підземні води формують стік в період незначного надходження атмосферних опадів поверхневим шляхом. За більшої площі водозбору, пористості та загальній товщині водопроникних порід, що дрениються водотоком, більшою є регулююча здатність підземної ємності [2]-[3].

Особливо значним є вплив на природну зарегульованість потужної товщі піщаних відкладів, тріщинуватих та закарстованих порід. По призначенню розрізняють типовий та розрахунковий внутрішньорічний розподіл річного стоку. Розглядаючи типовий розуміється найчастіше повторювальний для окремої річки (або групи річок) розподіл стоку по місяцях, декадах, сезонах чи інших часових періодах. При цьому розглядаються моделі фіктивних та характерних за водністю років (середньоводних, багатоводних, маловодних) [9].

Розрахунковий внутрішньорічний розподіл стоку здійснюється з визначенням ймовірності року, періодів (весна-межень) та сезонів (весна-літо-осінь-зима). При цьому розглядаються не календарні, а так звані водогосподарські роки, які починаються з весною поточного року, охоплюють повністю літо, осінь і частку зими (до 31.12), а також зимові місяці іншого року (тобто починаючи з 1.01, і до початку весни).

Під типовим розподілом розуміється найчастіше повторюваний для даної річки (або групи річок) у багаторічному розрізі розподіл стоку протягом року. Типові схеми особливо придатні для класифікації річок та гідрологічного районування. Зазвичай використовуються моделі так званих фіктивних та характерних за водністю років (багатоводних, середньоводних або маловодних). Схеми фіктивного розподілу можна одержати в результаті осереднення витрат води, а потім подання їх у модульних коефіцієнтах або у відсотках від річної суми. Для забезпечення стійкості показників внутрішньорічного розподілу стоку необхідно, щоб часові ряди були не менше 50 років.

На території України, виходячи із умов формування та особливостей розподілу річного стоку по місяцях і сезонах, за типовим внутрішньорічним розподілом стоку виділені 16 районів [9]. Відповідно для суббасейну Сіверського

Дінця визначені такі сезони: весна – III-V, літо – VI-VIII, осінь – IX-XI, зима – XII-II.

За сформованою базою середньомісячних витрат води за багаторічний період на річках суббасейну Сіверського Дінця розраховано типовий розподіл стоку по місяцях і сезонах у відсотках від річного стоку (рис. 3.1, табл. 3.1). На більшості притоків Сіверського Дінця найбільший за водністю місяць – березень (18,8-26,7 %), тоді як по самому Сіверському Дінцю – це квітень - 20,0-26,9 % та деяких його притоках (р. Оскіл - м. Куп'янськ, р. Красна - с. Червонопопівка, р. Айдар - с. Новоселівка). Найбільш посушливий місяць для всіх річок суббасейну – серпень (на притоках 1,4-4,3 %, по Сів. Дінцю – 4,2-5,3 %) та липень для р. Жеребець - с. Торське (3,5 %) [12]-[13].

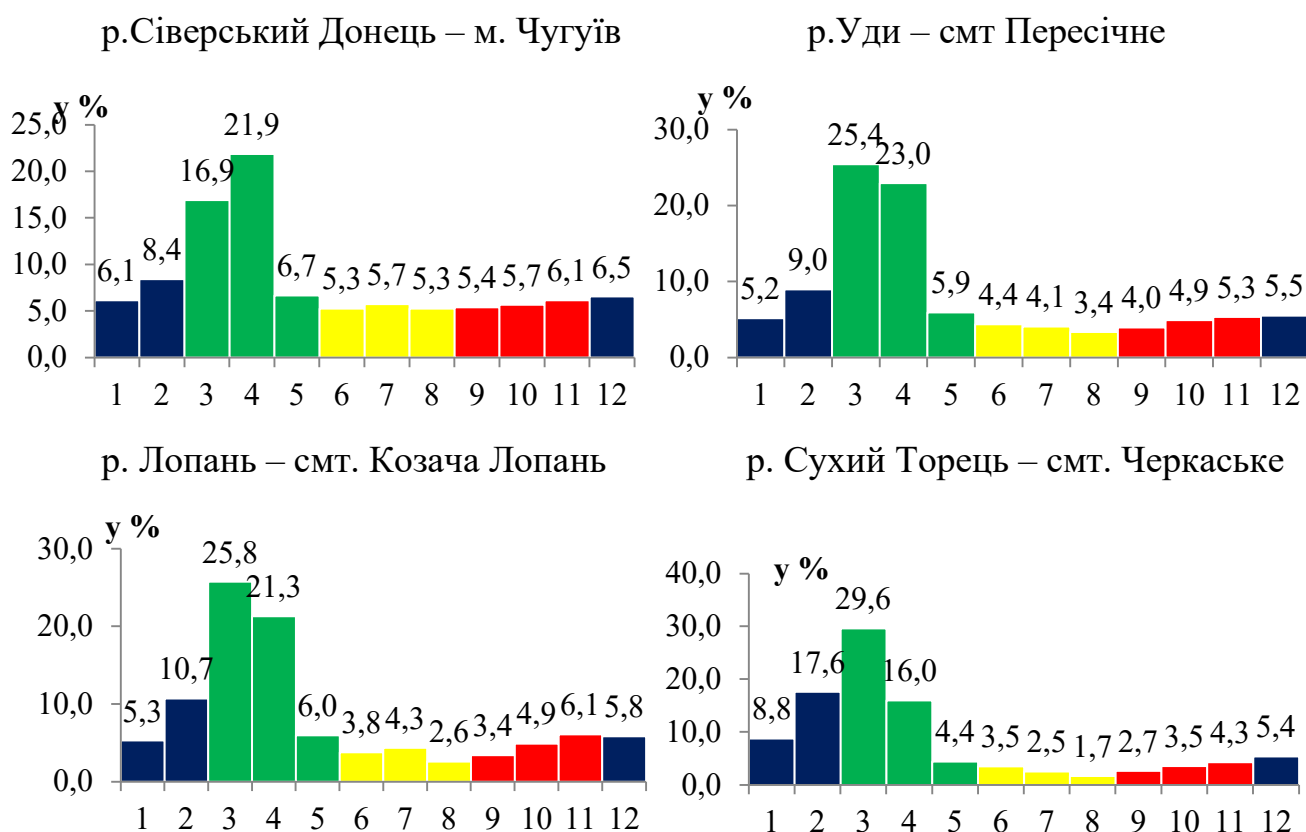
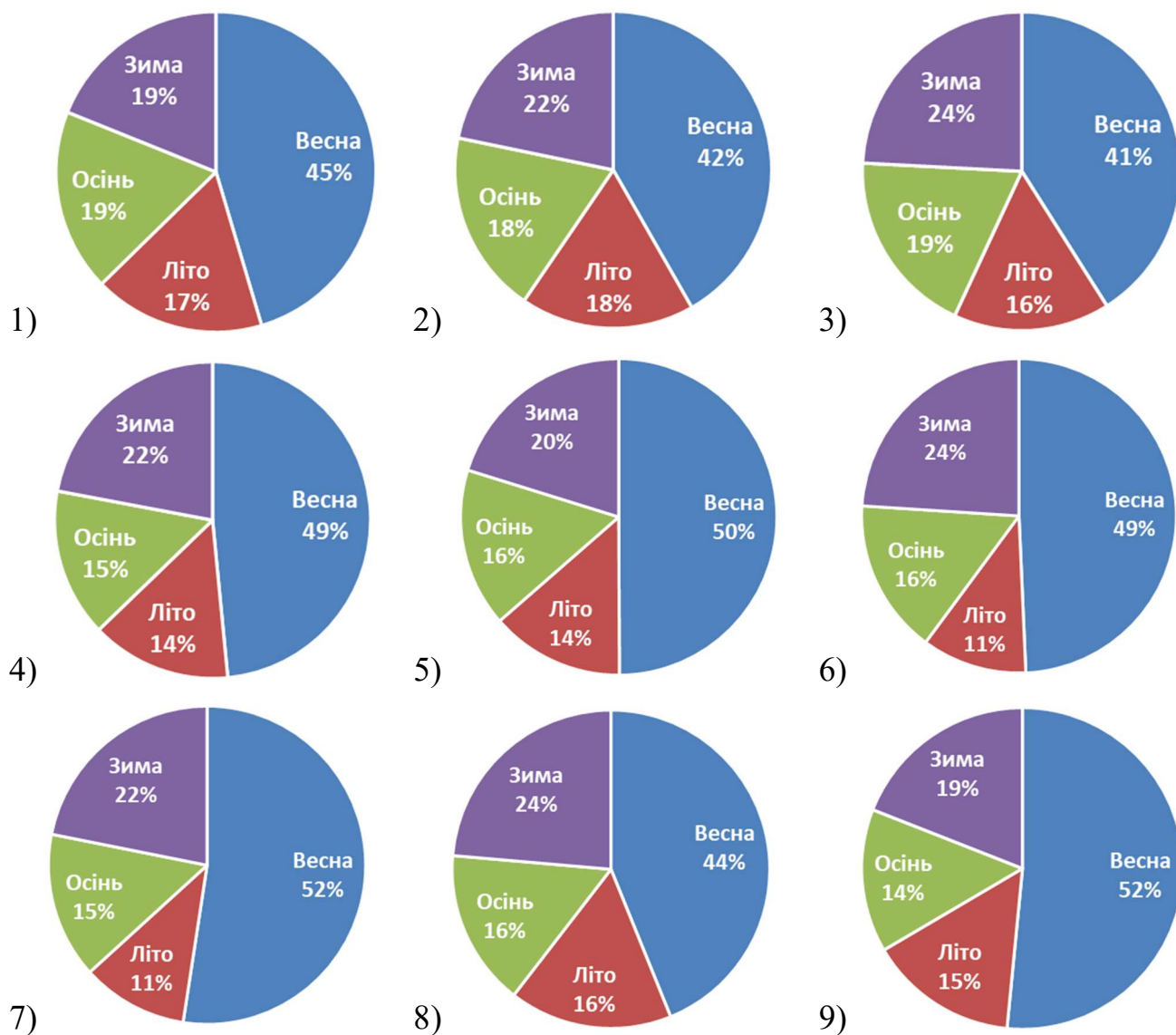
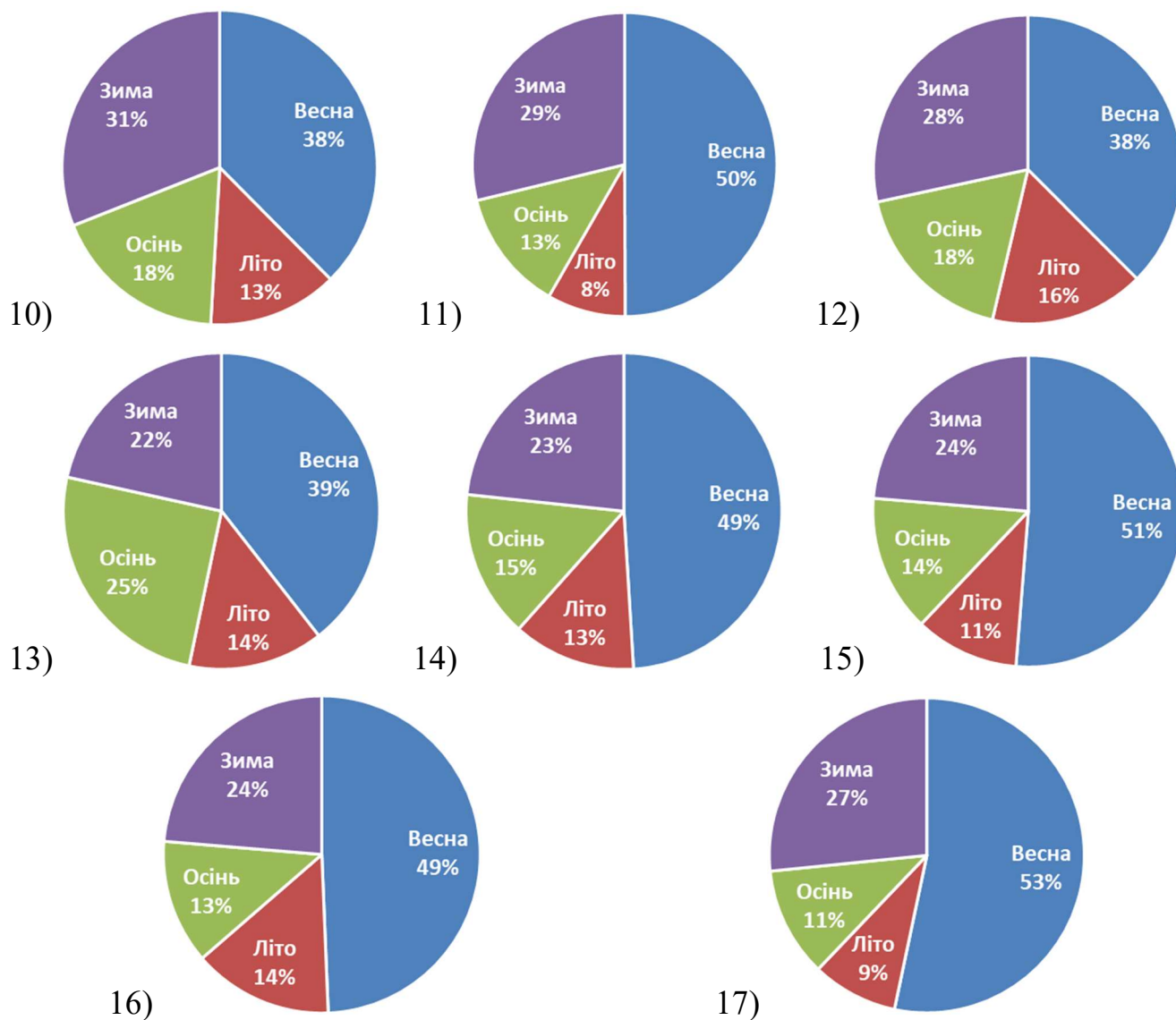


Рисунок 3.1 - Типовий розподіл стоку на річках суббасейну Сіверський Донець



1) р. Сіверський Донець - с. Огірцеве; 2) р. Сіверський Донець - м. Чугуїв;
 3) р. Сіверський Донець - с. Протопопівка; 4) р. Сіверський Донець - м. Ізюм; 5) р. Вовча - м. Вовчанськ; 6) р. Уди - смт Пересічне; 7) р. Лопань - смт Козача Лопань; 8) р. Харків - с. Циркуни; 9) р. Оскіл - м. Куп'янськ;

Рисунок 3.2 – Розподіл стоку по сезонах у відсотках від річного за багаторічний період спостережень на річках суббасейну Сіверський Донець, Аркуш 1



10) р. Казенний Торець - смт Райське; 11) р. Сухий Торець - смт Черкаське; 12) р. Бахмут - м. Сіверськ; 13) р. Жеребець - с. Торське; 14) р. Красна - с. Червонопопівка; 15) р. Айдар – смт Білолуцьк; 16) р. Айдар - с. Новоселівка; 17) р. Євсуг - смт Петрівка

Рисунок 3.2 – Розподіл стоку по сезонах у відсотках від річного за багаторічний період спостережень на річках суббасейну Сіверський Донець,

Аркуш 2

Таблиця 2.1 – Розподіл стоку води по місяцях у % на річках суббасейну Сіверського Дінця

№ за\п	Річка	Розподіл стоку у %											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	5,6	6,8	16,6	22,6	8,5	5,9	5,6	4,8	4,7	6,0	6,7	6,2
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	6,1	8,4	16,9	21,9	6,7	5,2	5,7	5,3	5,4	5,7	6,1	6,6
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	7,6	8,5	14,1	20,0	8,5	5,4	5,1	5,0	5,1	6,0	7,0	7,7
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	7,4	8,0	14,6	26,9	8,4	4,9	4,6	4,2	4,2	4,7	5,6	6,5
5	Вовча - м. Вовчанськ	5,2	9,0	25,5	23,0	6,0	4,4	4,1	3,4	4,0	4,8	5,4	5,5
6	Уди - с/мт Пересічне	6,4	10,0	23,4	20,6	6,3	4,0	4,5	2,7	3,2	5,0	7,2	6,8
7	Лопань - с/мт Козача Лопань	5,3	10,7	25,8	21,3	6,0	3,8	4,3	2,6	3,4	4,9	6,1	5,8
8	Харків - с. Циркуни	6,6	9,5	21,2	19,7	6,4	5,5	5,4	4,2	4,3	4,9	5,9	6,5
9	Оскіл - м. Куп'янськ	6,0	7,5	18,3	28,2	7,6	5,2	4,6	3,8	3,8	4,5	5,0	5,4
10	Казенний Торець – с/мт Райське	9,8	15,6	21,6	10,7	5,4	5,0	4,6	3,2	3,6	5,8	7,2	7,7
11	Сухий Торець - с/мт Черкаське	8,8	17,6	29,6	16,0	4,4	3,5	2,5	1,7	2,7	3,5	4,3	5,4
12	Бахмут - м. Сіверськ	8,7	14,0	18,8	11,4	6,8	6,1	5,4	4,3	4,8	5,8	6,5	7,4
13	Жеребець - с. Торське	5,8	11,0	20,6	16,6	4,9	3,7	3,5	5,2	10,2	9,2	4,5	4,9
14	Красна - с. Червонопопівка	5,7	11,5	22,8	24,5	5,3	4,6	3,9	2,9	4,0	4,9	4,7	5,2
15	Айдар - с/мт Білолуцьк	5,8	10,7	24,9	24,1	5,7	4,0	3,5	2,5	3,2	4,8	5,2	5,7
16	Айдар - с. Новоселівка	5,9	10,9	22,1	25,1	5,8	5,4	4,4	2,9	3,2	4,2	4,6	5,3
17	Євсуг - с/мт Петрівка	7,3	12,7	26,7	22,9	6,0	3,8	3,2	1,4	1,6	3,6	4,8	6,0

3.2 Мінливість об'ємів сезонного стоку за багатолітній період

Проаналізована мінливість об'ємів сезонного стоку по 2015рр. Як видно з рис. 3.3 в останні роки прослідковується зменшення об'ємів стоку по кожному сезону та неоднаковість його внутрішньорічного розподілу [11]-[14]. Така динаміка підтверджує висновки багатьох вітчизняних та закордонних вчених про перерозподіл стоку протягом року та зменшення його об'ємів [1].

В табл. 3.2 зведений розподіл сезонного стоку за багаторічний період спостережень для річок суббасейну Сіверського Дінця, де весняний стік в середньому складає 47 % від річного стоку, влітку – 14 %, восени – 16 % та взимку 24 %.

По водозборах стік весною в середньому складає 38-52 % від річного, а в окремі роки може коливатися від 9-27 % до 73-95 %. В середньому влітку стік по річках суббасейну Сіверського Дінця складає 8-18 %, а в окремі роки може бути від 0-9 % до 22-44 %. Осінній стік по території в середньому складає 11-25 % від річного при коливанні його значень від 1-11 % до 24-58 %. Взимку в середньому стік на річках складає 19-31 % від річного, а в окремі роки складає від 1-13 % до 34-86 %.

В останні роки відмічається зменшення сезонного стоку або через маловодну фазу на річках, або через кліматичні зміни, згідно досліджень провідних вітчизняних вчених та світу в цілому [1].

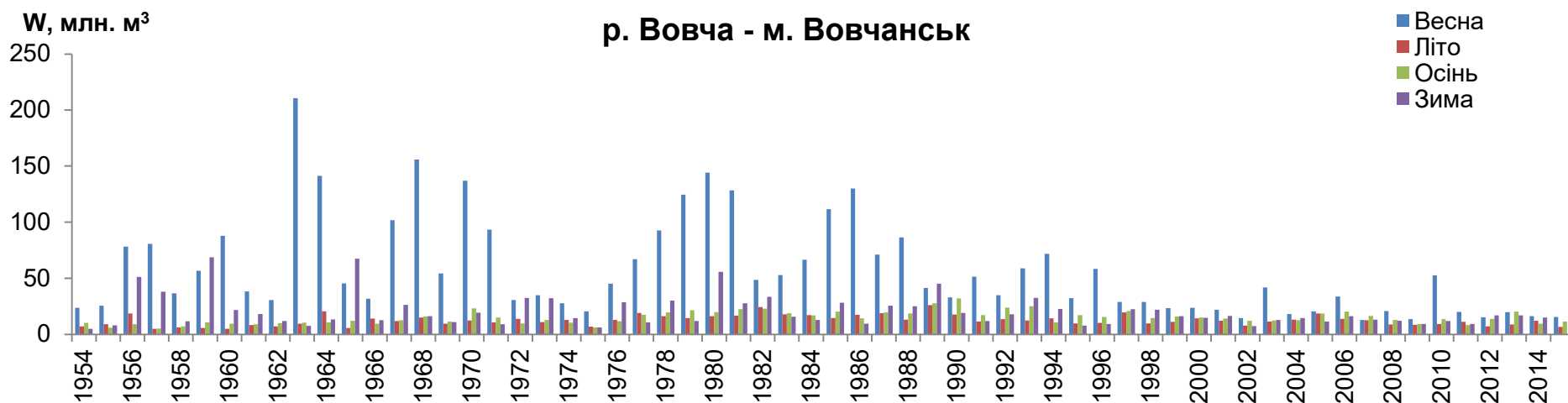


Рисунок 3.3 - Мінливість об'єму стоку по сезонах за багаторічний період спостережень на річках суббасейну Сіверського Дінця

Таблиця 3.2 Мінливість сезонного стоку у відсотках від річного за багаторічний період спостереження на річках суббасейну Сіверського Дінця

№	Водний об'єкт	Пост	F км ²	n, років	ВЕСНА			ЛІТО			ОСІНЬ			ЗИМА		
					середнє	найб.	найм.	середнє	найб.	найм.	середнє	найб.	найм.	середнє	найб.	найм.
1	р.Сіверський Донець	с.Огірцеве	5540	56	45	84	21	17	28	4	18	30	6	19	41	4
2	р.Сіверський Донець	м.Чугуїв	10300	59	42	93	9	18	27	3	19	32	2	22	65	2
3	р.Сіверський Донець	с.Протопопівка	19400	47	41	66	27	16	25	9	19	27	11	24	34	13
4	р.Сіверський Донець	м.Ізюм	22600	74	48	90	20	14	29	5	15	30	3	22	70	2
5	р.Вовча	м.Вовчанськ	1330	61	50	89	23	14	27	4	16	32	4	24	52	3
6	р.Уди	сmt Пересічне	905	49	49	81	28	11	41	2	16	32	6	24	48	7
7	р.Лопань	сmt Козача Лопань	189	61	52	85	19	11	25	1	15	30	3	22	48	2
8	р.Харків	с. Циркуни	890	53	44	94	25	17	33	3	16	27	2	24	53	1
9	р.Оскіл	м. Купянск	12700	78	52	87	15	15	25	5	14	25	4	19	72	3
10	р.Козенний Торець	сmt Райське	936	62	38	76	14	13	44	0	18	36	6	31	70	3
11	р.Сухий Торець	сmt Черкаське	1310	57	50	91	13	8	28	0	13	27	1	29	86	2
12	р.Бахмут	м. Сіверськ	1560	58	38	73	14	16	36	5	18	26	6	28	66	6
13	р.Жеребец	с. Торське	857	58	39	88	13	14	48	2	25	58	2	22	62	3
14	р.Красна	с. Червонопопівка	2540	61	49	92	26	13	35	1	15	32	1	23	71	2
15	р.Айдар	сmt Білолуцьк	2250	66	51	95	11	11	31	2	14	38	2	24	83	1
16	р.Айдар	с. Новоселівка	6370	67	49	95	12	14	34	1	13	33	1	24	83	1
17	р.Євсуг	сmt.Петрівка	784	53	50	93	26	9	22	2	11	24	1	27	65	2
	Середнє				47			14			16			24		

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі проаналізовано гідрометеорологічні фактори формування річного стоку річок в суббасейні Сіверського Донця, де розглянуто фізико-географічна характеристика території, фактори підстильної поверхні та антропогенних навантажень, а також виконані завдання, які були поставлені у роботі. В кваліфікаційній роботі вирішене актуальне питання щодо визначення міжсезонного розподілу стоку та його мінливості за багаторічний період спостережень, а також виконано статистичний аналіз рядів екстремального стоку. За результатами досліджень зроблено висновки:

1. Річковий басейн розташований на рівнинній території у помірно-континентальному кліматі. Річки мають переважно снігове та дощове живлення, що зумовлює нерівномірний хід витрат води протягом року.
2. Річки регіону відносяться до типу рівнинних із весняним водопіллям.
3. На більшості приток Сіверського Дінця найбільший за водністю місяць – березень (18,8-26,7 %), тоді як по самому Сіверському Дінцю – це квітень - 20,0-26,9% та деяких його притоках (р. Оскіл - м. Куп'янськ, р. Красна - с. Червонопопівка, р. Айдар - с. Новоселівка). Найбільш посушливий місяць для всіх річок суббасейну – серпень (на потоках 1,4-4,3 %, по Сів. Дінцю – 4,2-5,3 %) та липень для р. Жеребець - с. Торське (3,5 %).
4. В останні роки прослідковується зменшення об'ємів стоку по кожному сезонному сезону та неоднаковість його внутрішньорічного розподілу. Така динаміка підтверджує висновки багатьох вітчизняних та закордонних вчених про перерозподіл стоку протягом року та зменшення його об'ємів взагалі.
5. Моніторинг дат настання екстремальних значень стоку на річках досліджуваного регіону показав, що частішали випадки коли витрати води дощових паводків перевищували за величиною витрати води весняного водопілля.
6. По циклах водності у часових рядах спостереження екстремального стоку на більшості розглянутих водозборах відмічається тривала маловодна фаза у рядах

річного максимального стоку, тоді як по рядах мінімальних витрат води за зимовий період відмічається багатоводна фаза.

7. Використовуючи статистичний аналіз були визначені характеристики часових рядів спостереження за стоком:
 - Середній багаторічний максимальний річний модуль стоку змінюється від $0,011 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сіверський Донець - с. Протопопівка) до $0,072 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Лопань - смт Козача Лопань) при значеннях коефіцієнтів варіації $0,93-1,53$ за методом моментів та $0,94-1,62$ за методом найбільшої правдоподібності та співвідношення $C_s/C_v = 2,40$.
 - Середній багаторічний мінімальний модуль стоку за період відкритого русла змінюється від $0,11 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сухий Торець – смт Черкаське) до $1,20 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сіверський Донець - с. Огірцеве) при $C_v = 0,27-1,18$ та співвідношення $C_s/C_v = 1,68$.
 - Середній багаторічний мінімальний модуль стоку за зимовий період змінюється від $0,32 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Сухий Торець – смт Черкаське) до $2,65 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ (р. Харків - с. Циркуни) при $C_v = 0,38-5,30$ та співвідношення $C_s/C_v = 2,5$.
8. На більшості приток Сіверського Дінця найбільший за водністю місяць – березень ($18,8-26,7 \%$), тоді як по самому Сіверському Дінцю – це квітень - $20,0-26,9 \%$ та деяких його притоках (р. Оскіл - м. Куп'янськ, р. Красна - с. Червонопопівка, р. Айдар - с. Новоселівка). Найбільш посушливий місяць для всіх річок суббасейну – серпень (на потоках $1,4-4,3 \%$, по Сів. Дінцю – $4,2-5,3 \%$) та липень для р. Жеребець - с. Торське ($3,5 \%$).
9. По водозборах стік весною в середньому складає $38-52 \%$ від річного, а в окремі роки може коливатися від $9-27 \%$ до $73-95 \%$. В середньому влітку стік по річках суббасейну Сіверського Дінця складає $8-18 \%$, а в окремі роки може бути від $0-9 \%$ до $22-44 \%$. Осінній стік по території в середньому складає $11-25 \%$ від річного при коливанні його значень від $1-11 \%$ до $24-58 \%$. Взимку в середньому стік на річках складає $19-31 \%$ від річного, а в окремі роки складав від $1-13 \%$ до $34-86 \%$.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

5. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ : Ніка-Центр, 2010. 315 с.
6. Гребінь В.В., Мокін В.Б., Сташук В.А. та ін. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу. Київ : Інтерпрес, 2013. 55с.
7. Ресурси поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.3. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья / Под ред. М.С.Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 492 с
8. Атлас України / кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», 1999–2000. URL: <http://www.isgeo.kiev.ua/>
9. Портал «Природа України» [Електронний ресурс] <https://geomap.land.kiev.ua/> (дата звернення 21.03.2022)
10. Клімат України / за ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
11. Вишневський В. І. Косовець О. О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ:Ніка-Центр, 203. 324 с.
12. Шакірзанова Ж.Р., Бойко В.М., Погорелова М.П., Будкіна І.Є., Арестова О.В. Гідрологічні прогнози (за темою «Керівництво роботи з автоматизованим робочим місцем гідролога-прогнозіста АРМ-гідро»): методичні вказівки до чергувань. ОДЕКУ, Одеса, 2012. 58 с.
13. Швебс Г.І, Ігошин М.І Каталог річок і водойм України. Навчально – довідковий посібник Одеса, Астропринт, 2003. 392с.
14. Гідрологічні розрахунки: підручник / Є.Д. Гопченко, Н.С. Лобода, В.А. Овчарук. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.

15. Гопцій М.В., Акіньшина К.О., Корніловська Д.В. Моніторинг дат настання екстремальних гідрометеорологічних явищ в суббасейні Сіверського Дінця за багаторічний період. Другий Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд: тези доповідей. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 7-9 жовтня 2021 року. С. 47-48.

16. Корніловська Д.В. Умови формування сезонного стоку в суббасейні р. Сіверський Донець // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету 19-23 квітня 2021р., ОДЕКУ, Одеса, 2021. С.177.

17. Корніловська Д.В. Аналіз міжсезонної мінливості водності річок в суббасейні Сіверського Дінця (в межах України) // Матеріали студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету 11-18 травня 2022 р., ОДЕКУ, Одеса, 2022. С. 232-233.

18. Корніловська Д.В. Аналіз багаторічної мінливості екстремального стоку на річках сбасейну Сіверського Дінця // Матеріали VI-го Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук, 25-26 червня 2022 р. Одеса: ОДЕКУ, 2022. *до друку*

Додаток А

МОНІТОРИНГ ДАТ НАСТАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО СТОКУ НА РІЧКАХ СУББАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

Таблиця А.1 – Дати спостережених максимальних витрат води дощових паводків, які за своїми значеннями перевищували максимальні витрати води весняного водопілля на річках суббасейну Сіверського Дінця

№ за/п	Річка - пост	Рання дата піку весняного водопілля	Пізня дата піку весняного водопілля	Дати максимальних витрат води у році, яка перевищувала за величиною максимальну витрату води весняного водопілля
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	12.02	24.04	28.11.1992
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	16.02	19.04	05.01.1976, 25.01.1978, 28.01.1979, 09.01.1980, 30-31.07.2000, 29.07.2005, 05-07.05.2008, 02.07.2011
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	13.02	26.04	-
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	09.02	24.04	07.08.2004
5	Вовча - м. Вовчанськ	13.02	17.04	03.07.2007
6	Уди - смт Пересічне	30.01	17.04	-
7	Лопань - смт Козача Лопань	16.02	16.04	06-15.12.1959, 08.12.1958, 11.07.1981, 08.05.2011
8	Харків - с. Циркуни	02.02	12.04	03-04.07.2014
9	Оскіл - м. Куп'янськ	19.02	25.04	31.12.1925, 31.12.1955
10	Казенний Торець – смт Райське	28.01	06.04	21.06.1955, 29.06.1969, 27.08.1971, 12.07.1972, 06.06.1974, 26.06.1974, 13.06.1975, 24.07.1988, 30.12.1992, 01.05.2008, 15.05.2009
11	Сухий Торець – смт Черкаське	28.01	11.04	31.07.1959, 26.06.1972
12	Бахмут - м. Сіверськ	28.01	11.04	15.07.1982, 20.12.1988, 18.07.1992, 30.12.1992, 30-31.12.2008
13	Жеребець - с. Торське	26.01	13.04	16.07.1982, 07.10.1983, 07.10.1984, 21.08.1989, 05-06.10.1990, 25.09.1992, 23.09.1997, 11.10.2000, 31.12.2000, 28.08.2004, 06.09.2005, 13.09.2007, 18.09.2008, 02.10.2009, 30.09.2011, 18.05.2012, 27.09.2013, 18-19.07.2014, 05.10.2015
14	Красна - с. Червонопопівка	17.02	15.04	-
15	Айдар - смт Білолуцьк	25.01	08.04	30.05.1984, 07.07.2011
16	Айдар - с. Новоселівка	01.02	11.04	26.07.1954, 03.07.2011
17	Євсуг - смт Петрівка	01.02	15.04	-

Таблиця А.2 – Ранні та пізні дати мінімальних витрат води періоду відкритого русла та зимового періоду за багаторічний період спостереження в суббасейні Сіверського Дінця

№ за/п	Річка - пост	Дати мінімальних витрат води періоду відкритого русла		Дати мінімальних витрат води зимового періоду	
		Рання	Пізня	Рання	Пізня
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	07.06	31.11	13.11	16.03
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	24.05	06.12	28.12	4.01
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	29.05	04.11	26.12	2.01
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	01.05	28.09	30.12	1.01
5	Вовча - м. Вовчанськ	20.05	30.11	31.12	1.01
6	Уди - смт Пересічне	27.05	19.12	27.12	1.01
7	Лопань - смт Козача Лопань	02.04	10.11	29.12	3.01
8	Харків - с. Циркуни	19.02	16.12	31.12	8.01
9	Оскіл - м. Куп'янськ	1.06	25.12	31.12	5.01
10	Казенний Торець – смт Райське	24.01	09.11	29.12	3.01
11	Сухий Торець – смт Черкаське	15.01	19.09	31.12	1.01
12	Бахмут - м. Сіверськ	21.02	08.11	31.12	13.01
13	Жеребець - с. Торське	21.01	18.12	30.12	1.01
14	Красна - с.Червонопопівка	21.01	02.10	31.12	2.01
15	Айдар - смт Білолуцьк	07.01	25.09	30.12	1.01
16	Айдар - с. Новоселівка	08.02	24.12	31.12	1.01
17	Євсуг - смт Петрівка	27.01	13.11	31.12	7.01

ДОДАТОК Б

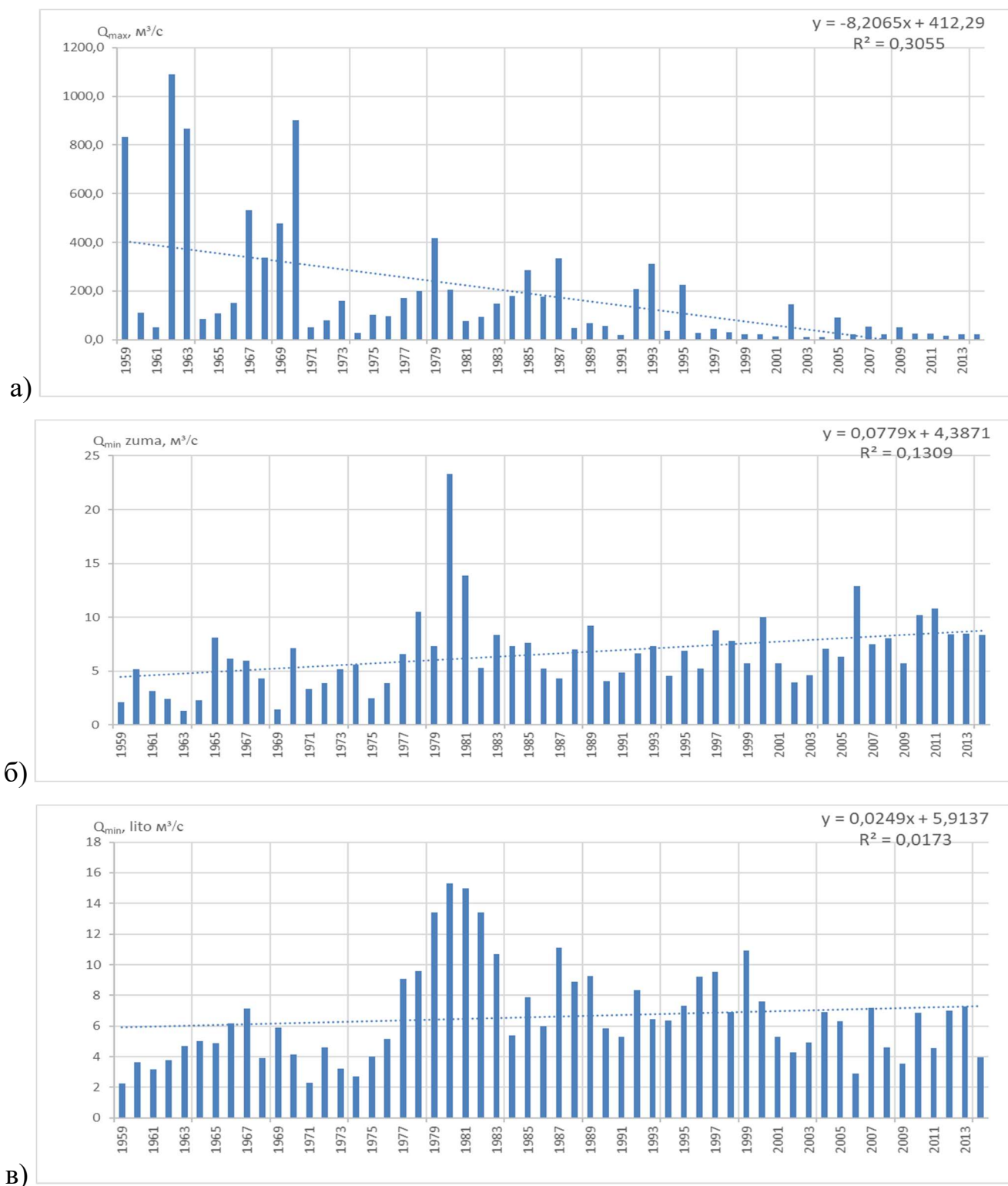


Рисунок Б.1 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Сіверський Дінець – с. Огурцеве для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

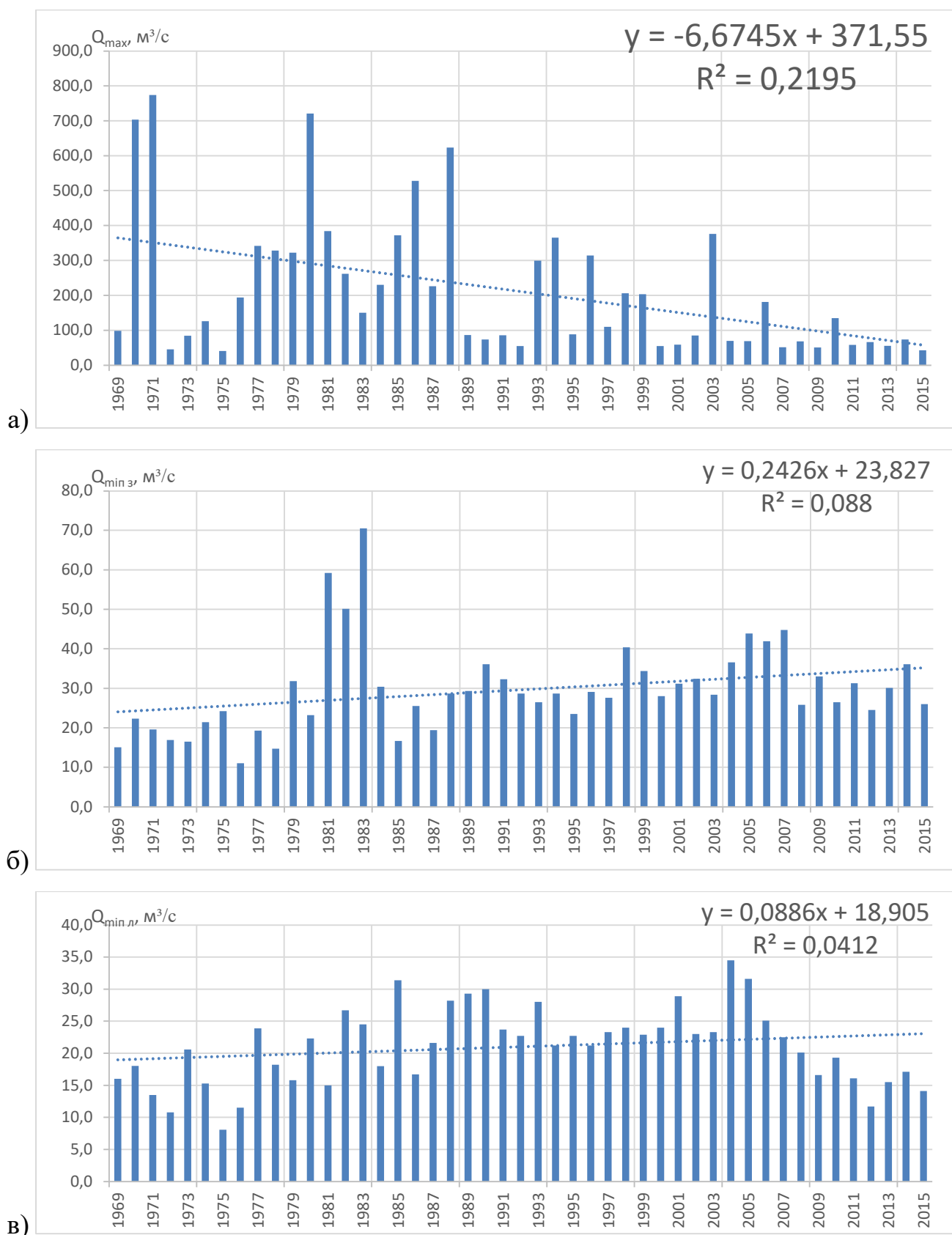


Рисунок Б.2 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Сіверський Дінець – с. Протопопівка для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

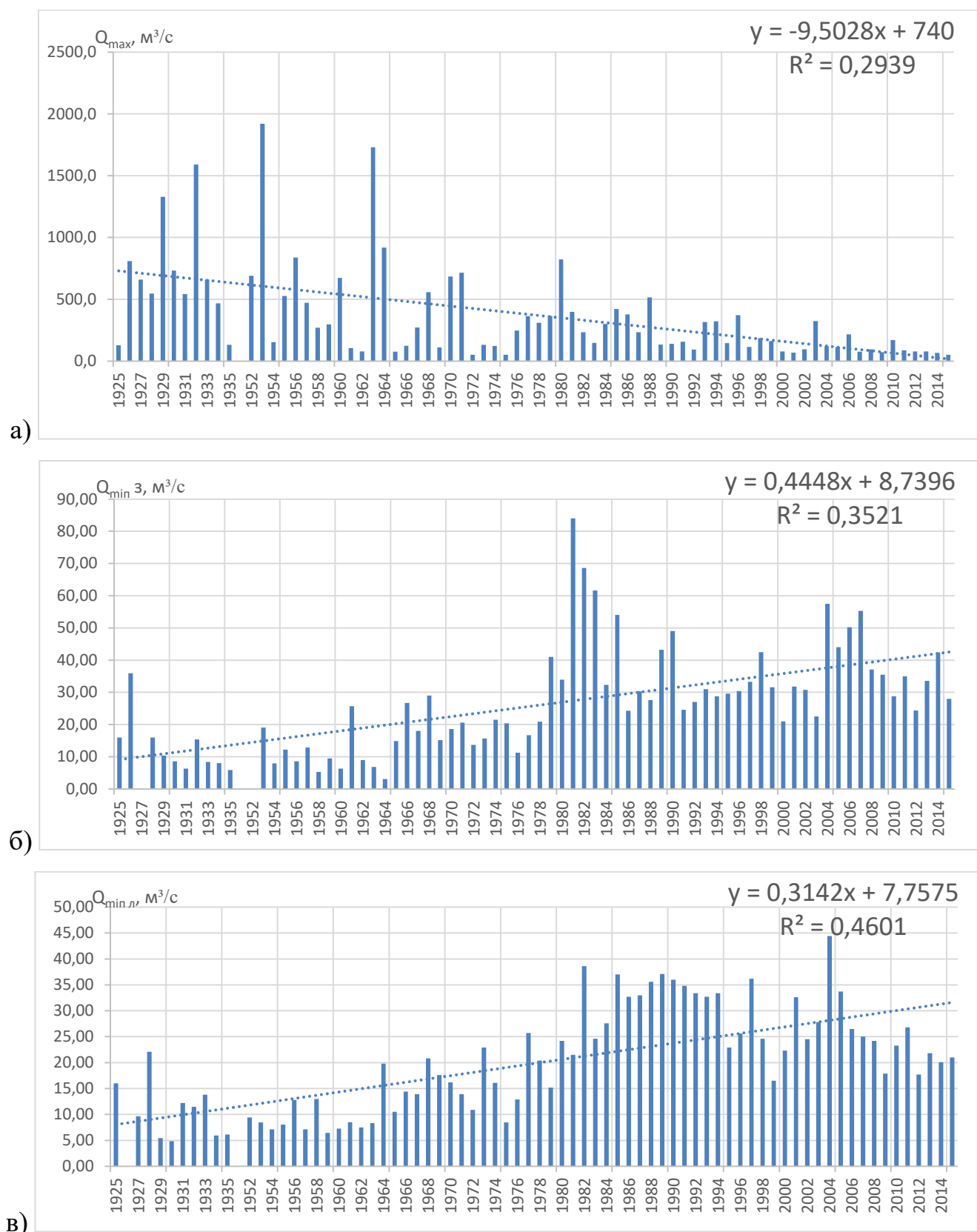


Рисунок Б.3 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Сіверський Дінець – м. Ізюм для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

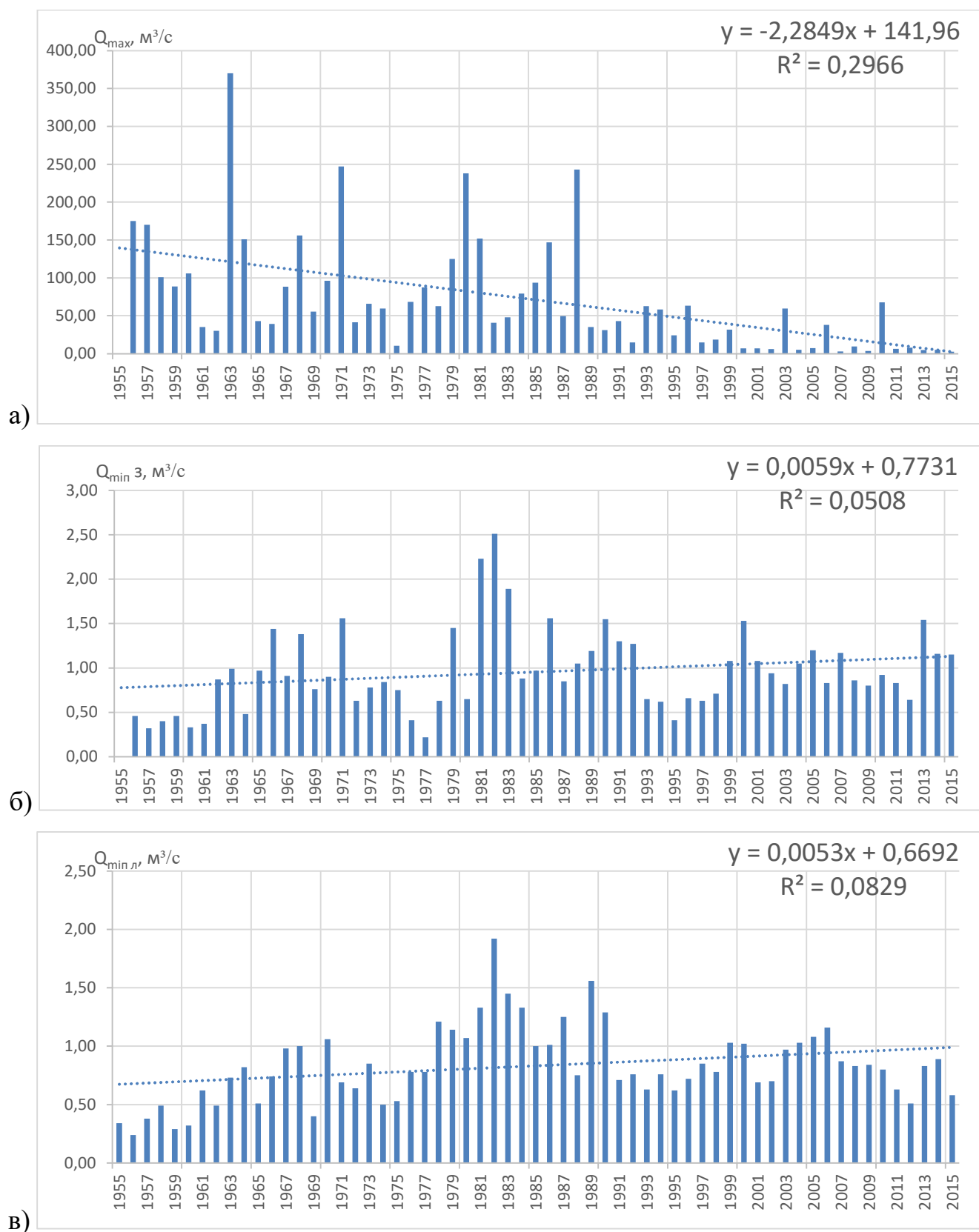


Рисунок Б.4 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Вовча – м. Вовчанськ для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

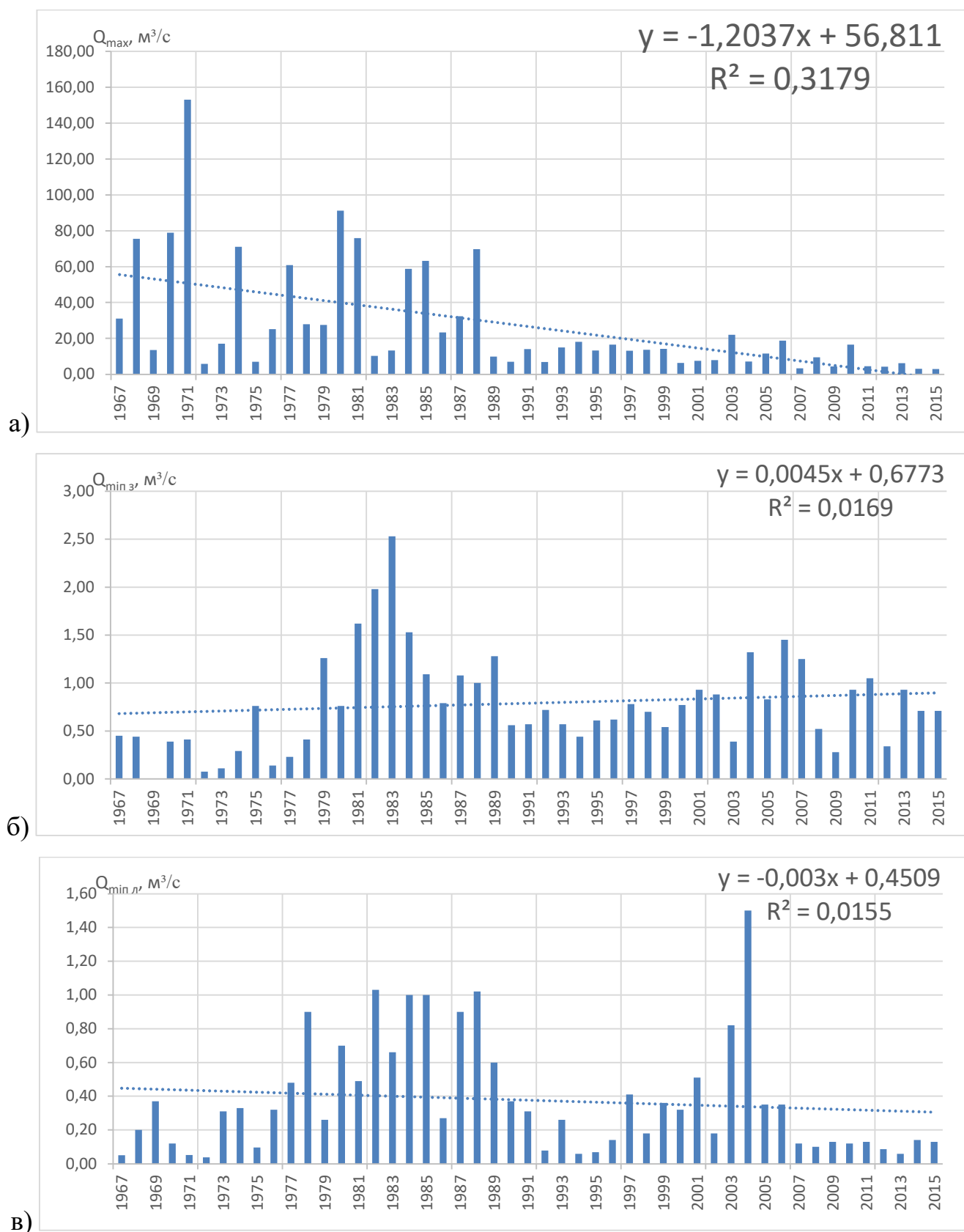


Рисунок Б.5 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Уди – смт Пересічне для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

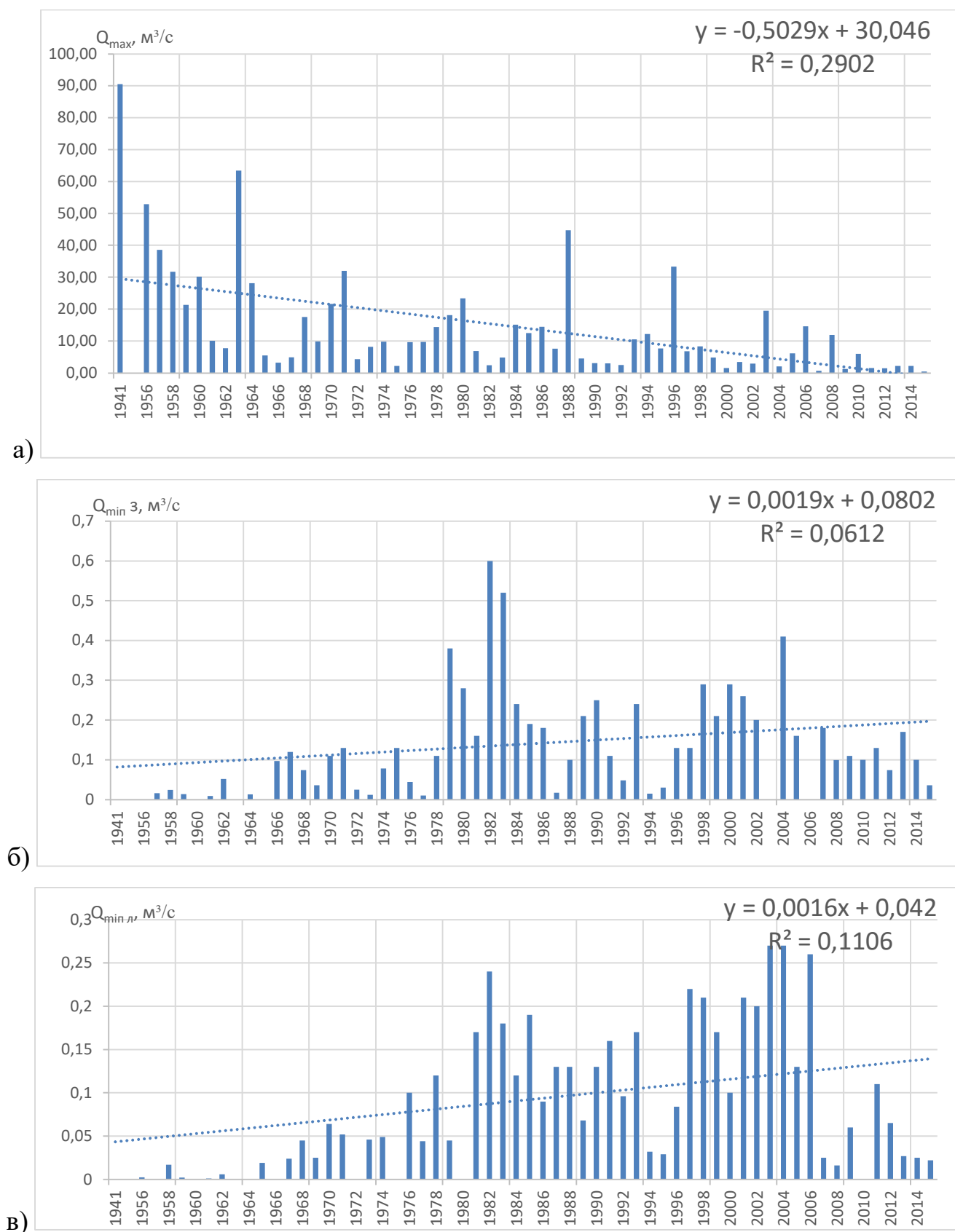


Рисунок Б.6 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Лопань – смт Козача
Лопань для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в)
мінімальних періоду відкритого руслу

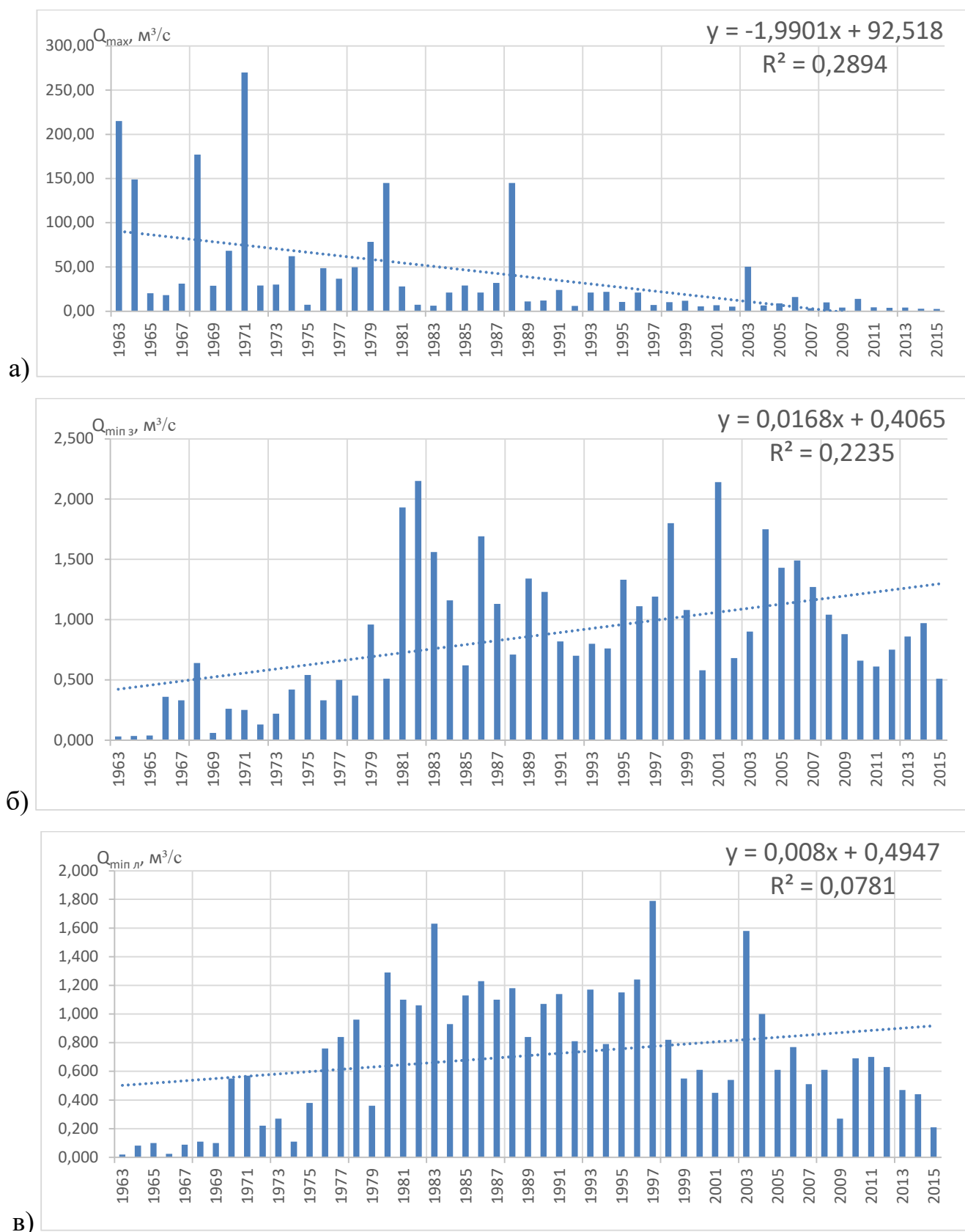


Рисунок Б.7 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Харків – с. Циркуни для:
 а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних
 періоду відкритого руслу

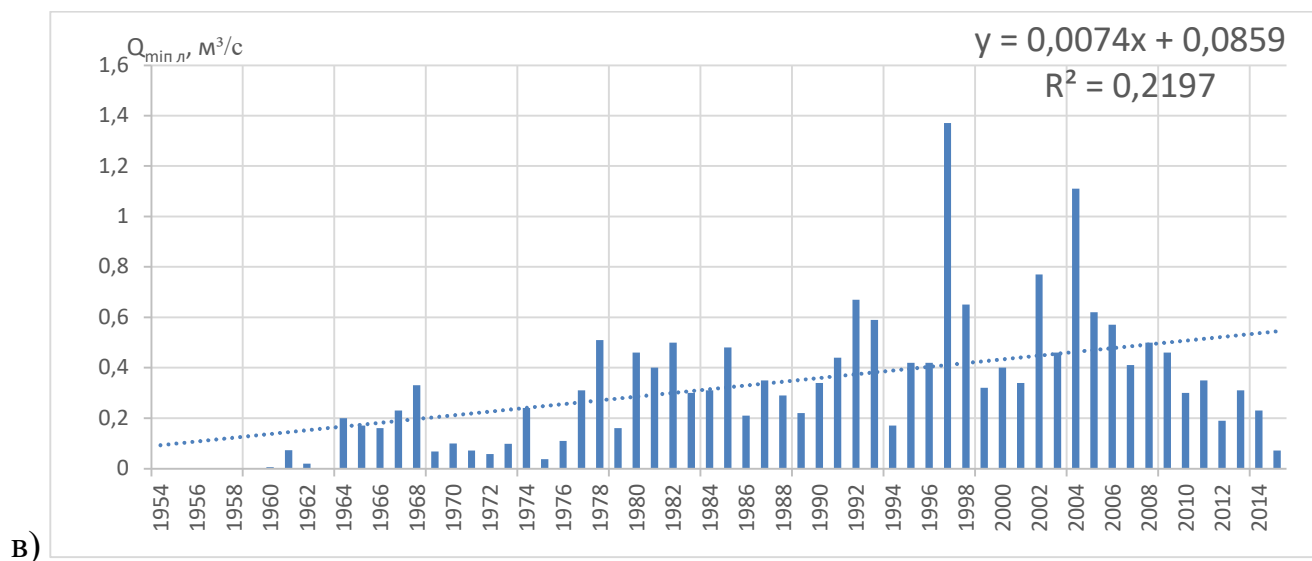
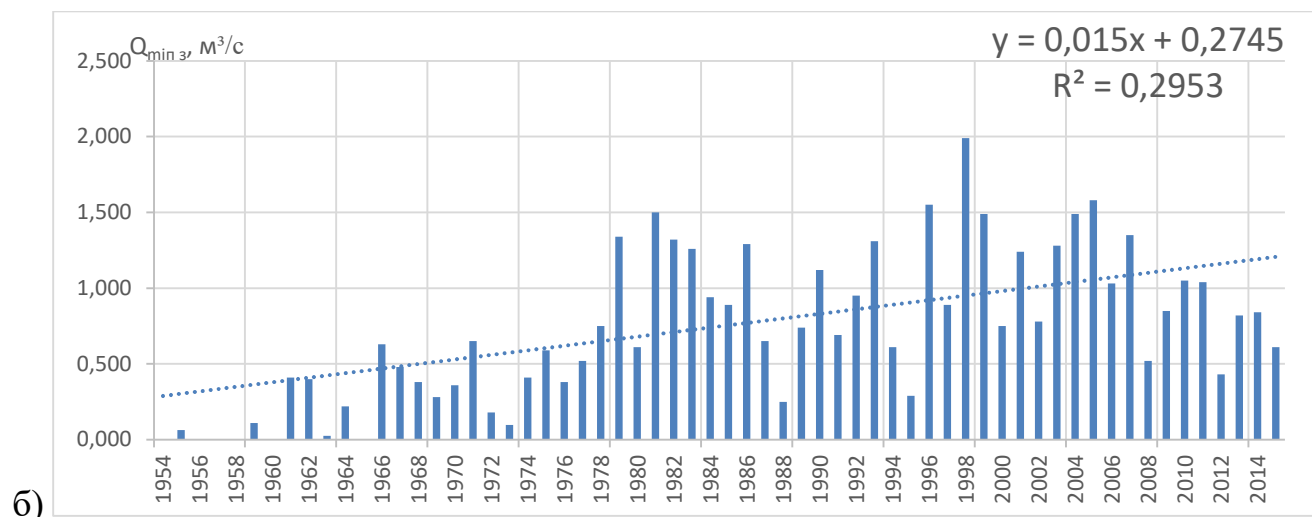
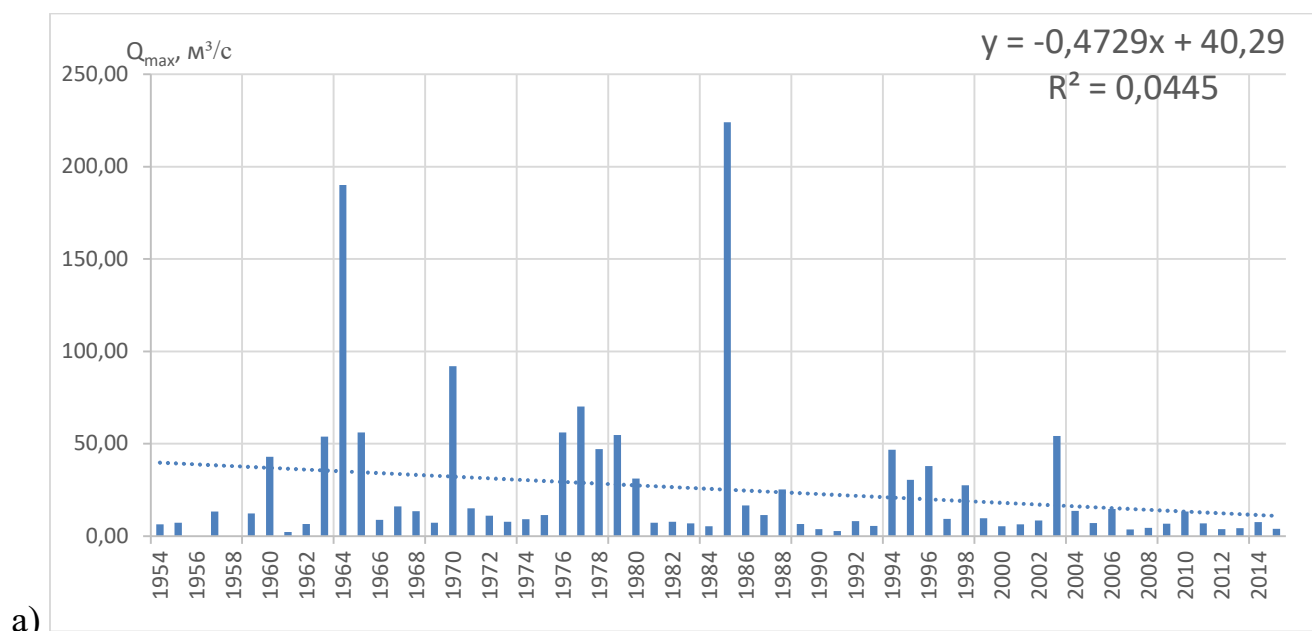


Рисунок Б.8 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Казений Торець – смт Райське для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

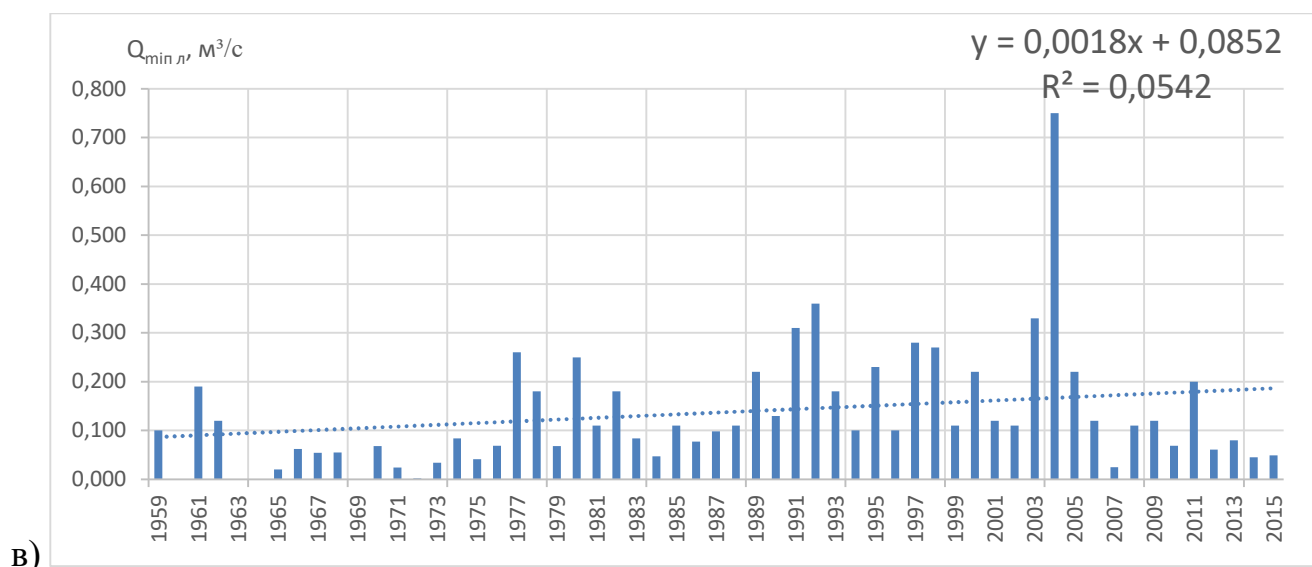
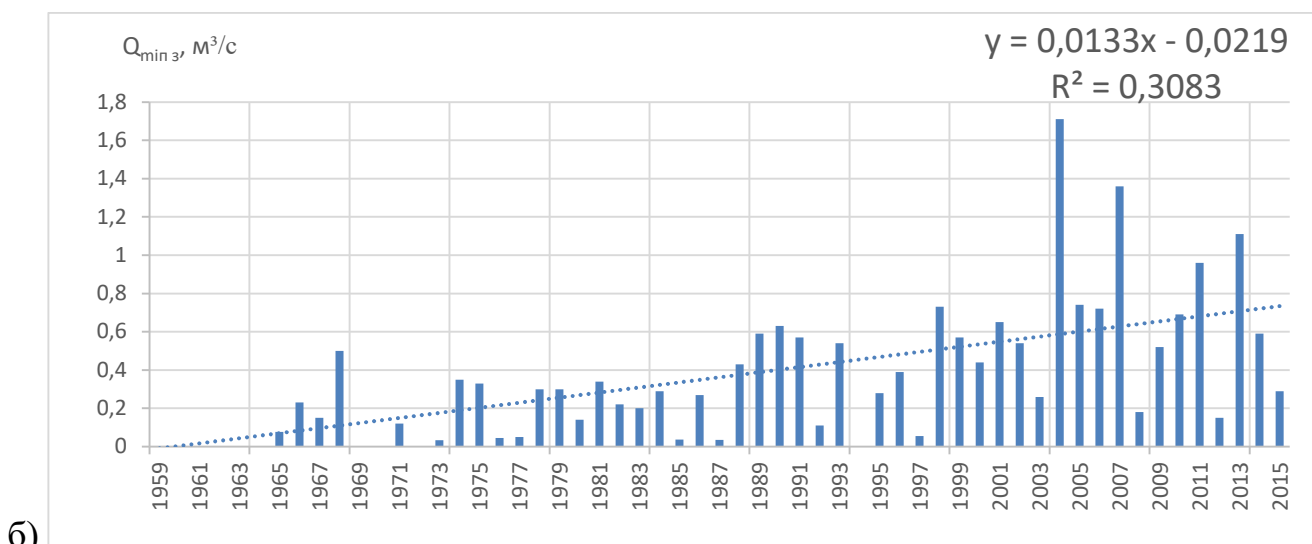
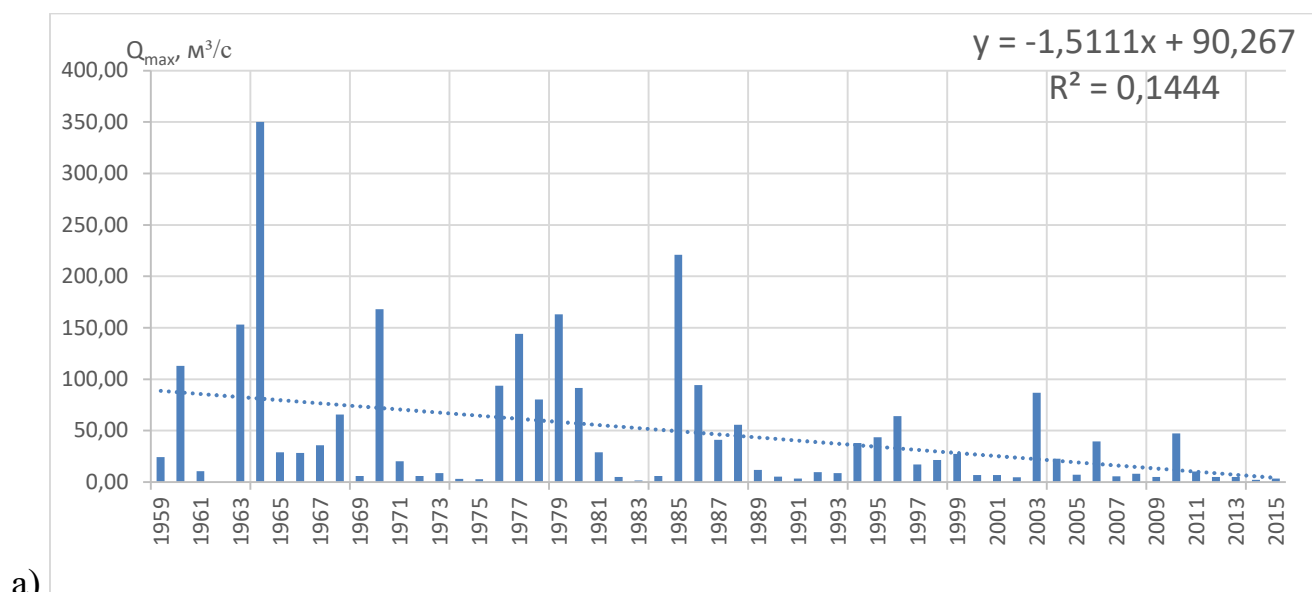


Рисунок Б.9 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Сухий Торець – смт Черкаське для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

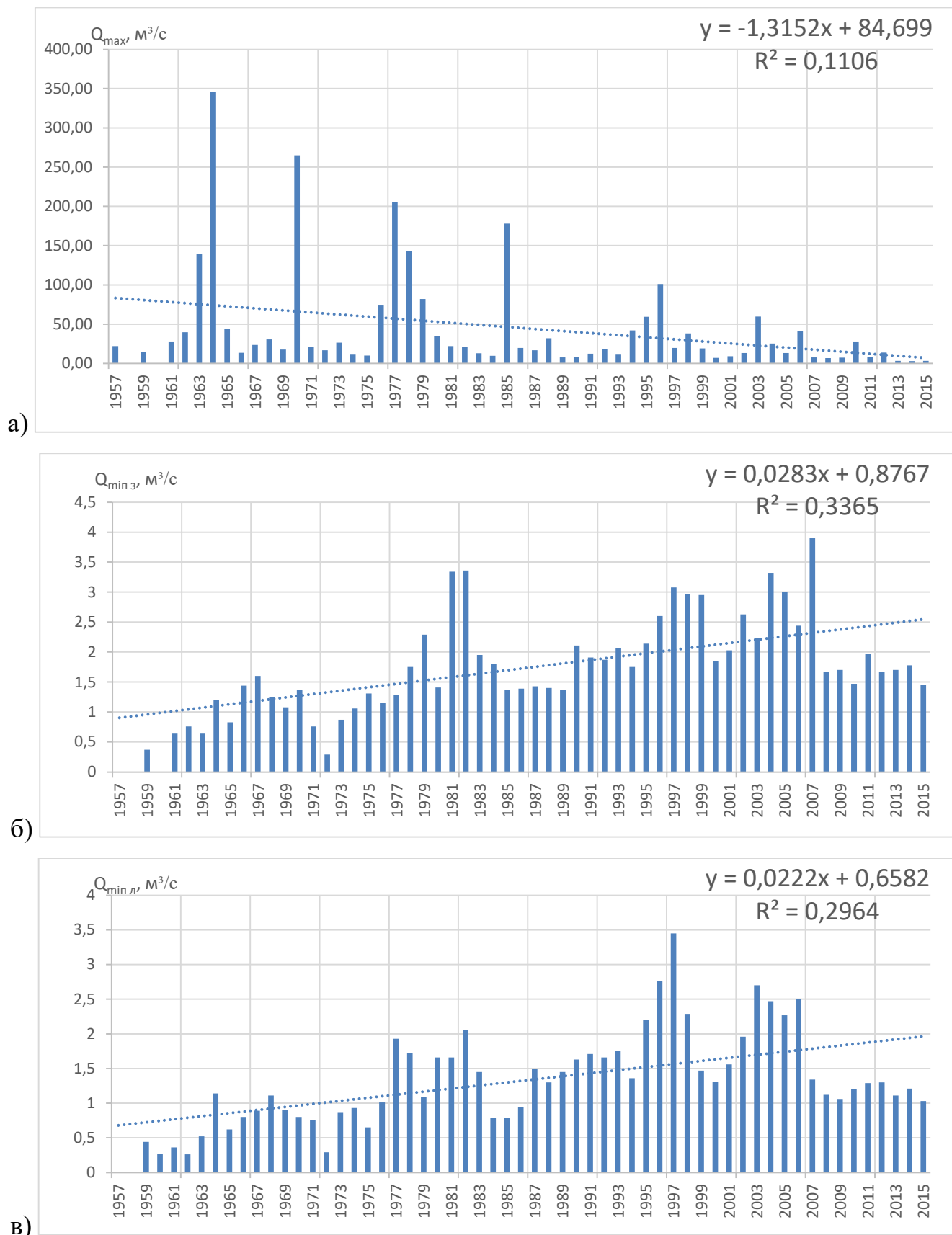


Рисунок Б.10 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Бахмут – м. Сіверськ для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

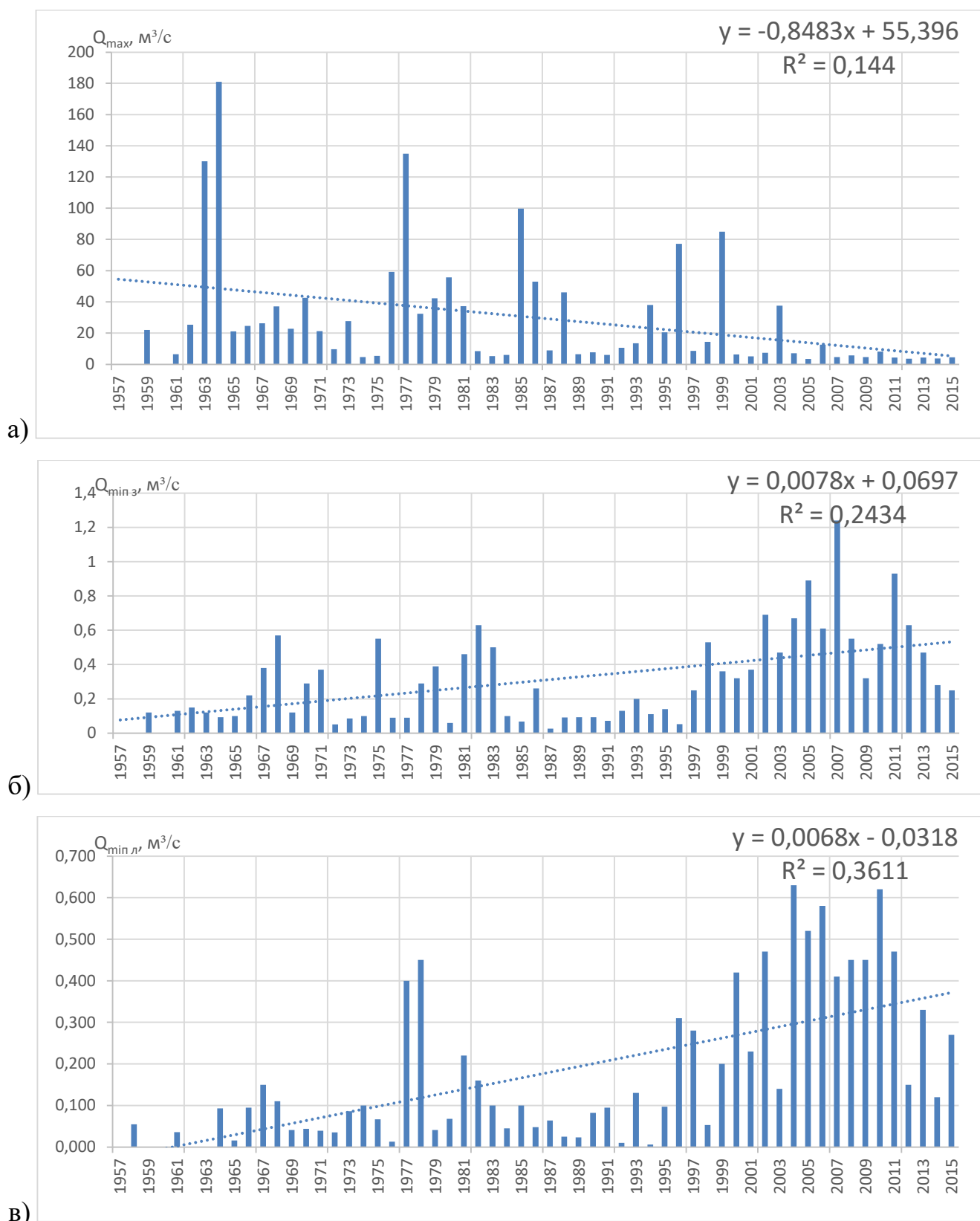


Рисунок Б.11 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Жеребець – с. Торське для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

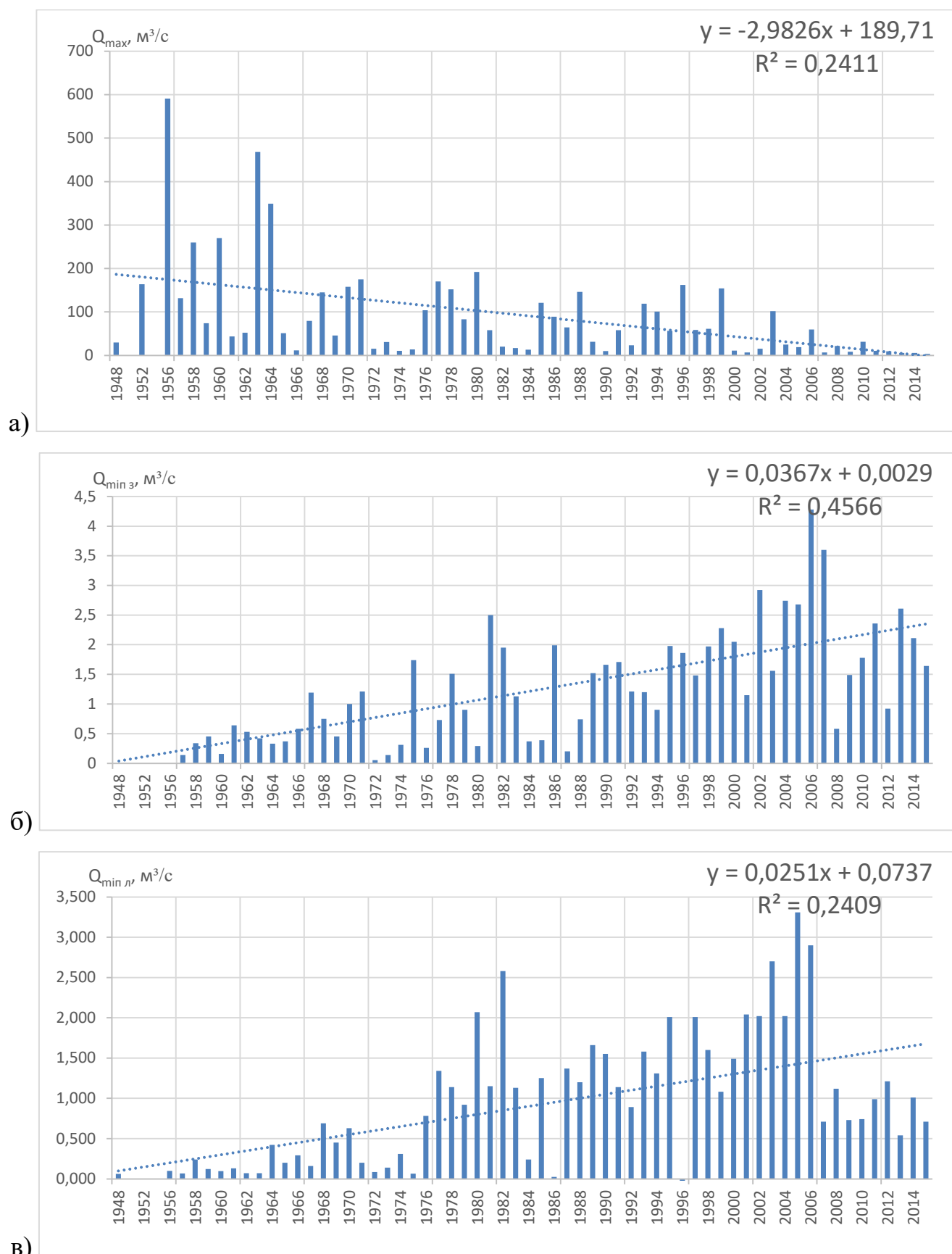


Рисунок Б.12 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Красна – с. Червонопопівка для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

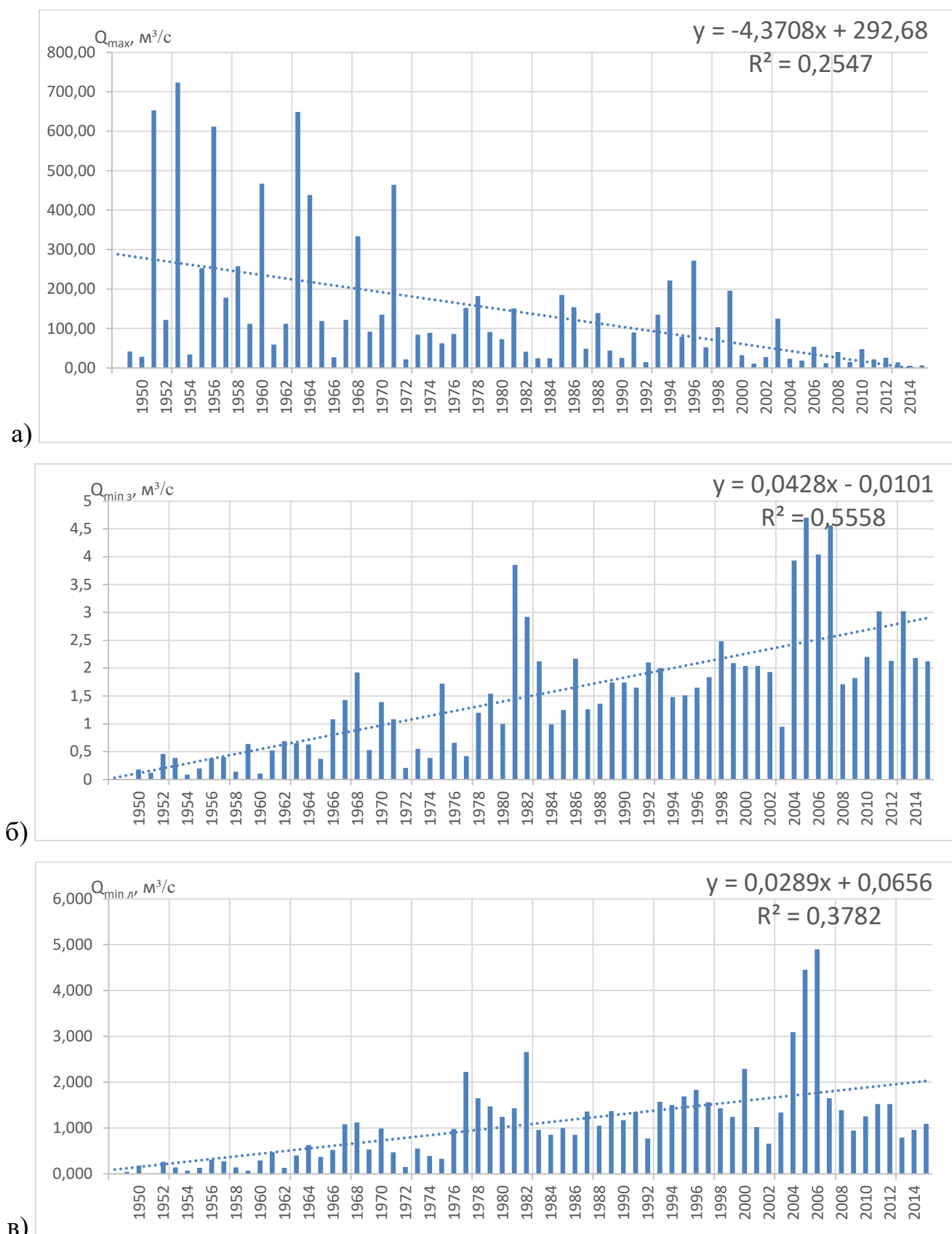


Рисунок Б.13 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Айдар – смт Білолуцьк для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

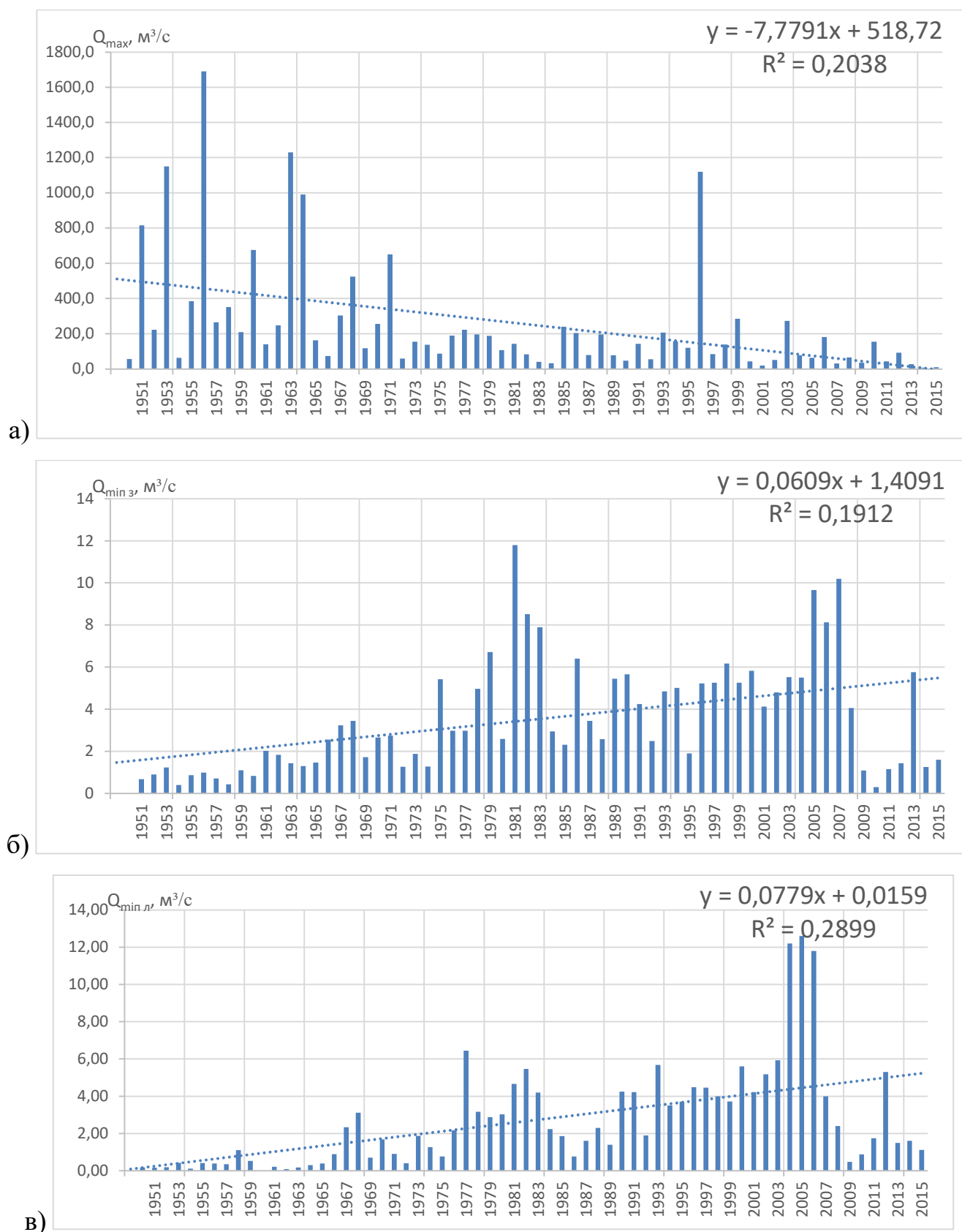


Рисунок Б.14 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Айдар – с. Новоселівка для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

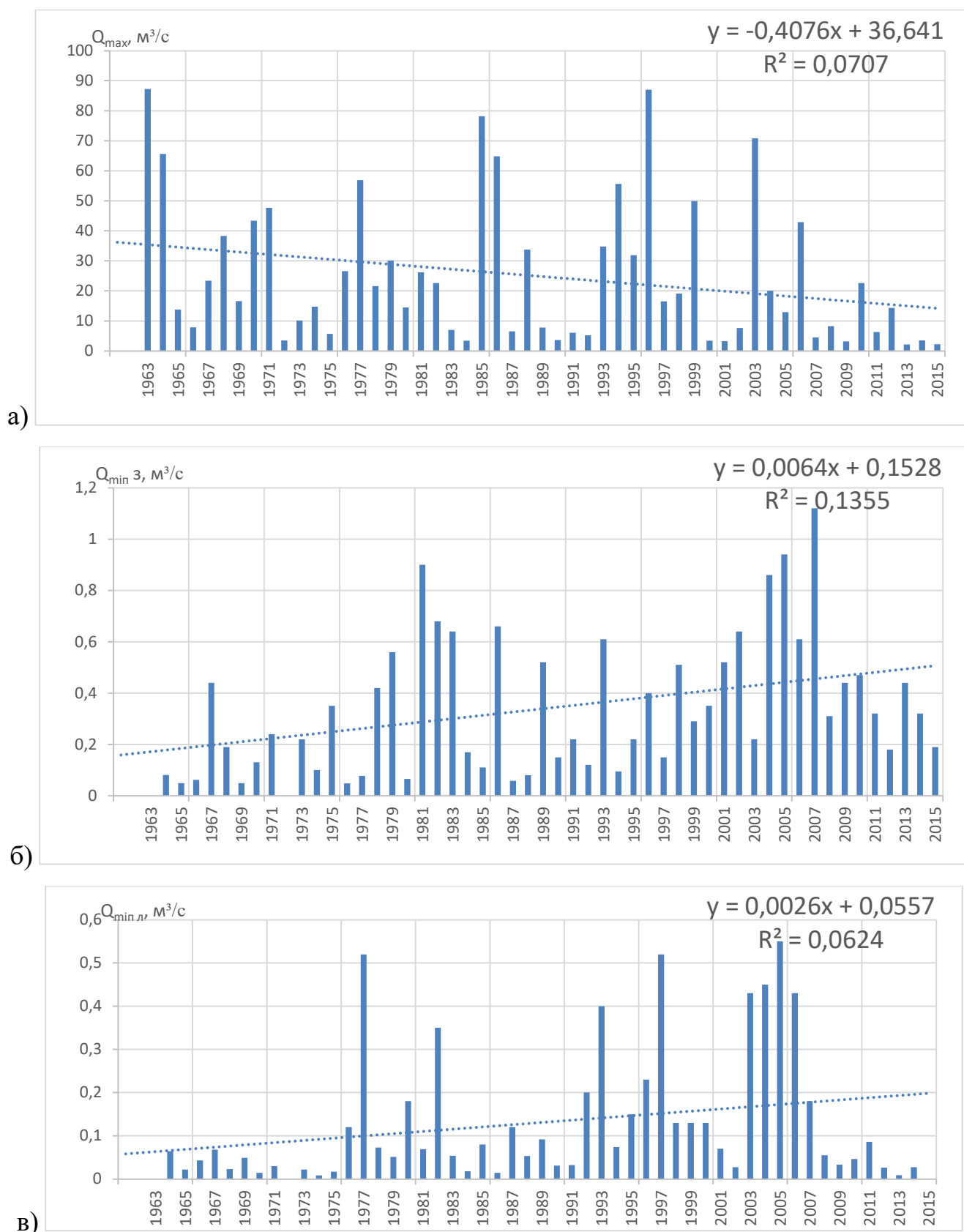


Рисунок Б.15 - Хронологічні графіки ходу витрат води р. Євсуг – смт Петрівка для: а) максимальних річних, б) мінімальних за зимовий період, в) мінімальних періоду відкритого руслу

ДОДАТОК В
ОЦІНКА ТРЕНДІВ РЯДІВ ЕКСТЕМАЛЬНОГО СТОКУ

Таблиця В.1 - Визначення трендів у рядах найменших річних витрат води за зимовий період суббасейну Сіверського Дінця

	Річка-пост	Плща водозбору, F км ²	п, роки спостережень	Рівняння тренду	r ²	r	σr	2*σr	Висновок
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	5 540	56	$y = 0,0779x + 4,3871$	0,1309	0,36	0,12	0,23	значущий
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	10 300	60	$y = 0,1658x + 3,785$	0,2689	0,52	0,09	0,19	значущий
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	19 400	47	$y = 0,2426x + 23,827$	0,088	0,30	0,13	0,27	значущий
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	22 600	70	$y = 0,4448x + 8,7396$	0,3521	0,59	0,08	0,15	значущий
5	Вовча - м. Вовчанськ	1 330	62	$y = 0,0059x + 0,7731$	0,0508	0,23	0,12	0,24	незначущий
6	Уди - смт Пересічне	905	49	$y = 0,0045x + 0,6773$	0,0169	0,13	0,14	0,28	незначущий
7	Лопань - смт Козача Лопань	189	52	$y = 0,0019x + 0,0802$	0,0612	0,25	0,13	0,26	незначущий
8	Харків - с. Циркуни	890	53	$y = 0,0168x + 0,4065$	0,2235	0,47	0,11	0,21	значущий
9	Оскіл - м. Куп'янськ	12 700	80	$y = 0,2032x + 6,468$	0,5303	0,73	0,05	0,11	значущий
10	Казенний Торець - смт Райське	936	55	$y = 0,015x + 0,2745$	0,2953	0,54	0,10	0,19	значущий
11	Сухий Торець - смт Черкаське	1 310	52	$y = 0,0133x - 0,0219$	0,3083	0,56	0,10	0,19	значущий
12	Бахмут - м. Сіверськ	1 560	57	$y = 0,0283x + 0,8767$	0,3365	0,58	0,09	0,18	значущий
13	Жеребець - с. Торське	857	54	$y = 0,0078x + 0,0697$	0,2434	0,49	0,10	0,21	значущий
14	Красна - с. Червонопопівка	2 540	61	$y = 0,0367x + 0,0029$	0,4566	0,68	0,07	0,14	значущий
15	Айдар - смт Білолуцьк	2 250	67	$y = 0,0428x - 0,0101$	0,5558	0,75	0,05	0,11	значущий
16	Айдар - с. Новоселівка	6 370	65	$y = 0,0609x + 1,4091$	0,1912	0,44	0,10	0,20	значущий
17	Євсуг - смт Петрівка	784	50	$y = 0,0064x + 0,1528$	0,1355	0,37	0,12	0,24	значущий

Таблиця В.2 - Визначення трендів у рядах найменших річних витрат води за період відкритого русла суббасейну Сіверського Дінця

	Річка-пост	Плща водозбору, F км ²	n, роки спостережень	Рівняння тренду	r ²	r	σr	2σr	Висновок
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	5 540	56	$y = 0,0249x + 5,9137$	0,0173	0,13	0,13	0,26	незначущий
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	10 300	60	$y = 0,1519x + 3,7353$	0,3079	0,55	0,09	0,18	значущий
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	19 400	47	$y = 0,0886x + 18,905$	0,0412	0,20	0,14	0,28	незначущий
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	22 600	70	$y = 0,3142x + 7,7575$	0,4601	0,68	0,06	0,13	значущий
5	Вовча - м. Вовчанськ	1 330	62	$y = 0,0053x + 0,6692$	0,0829	0,29	0,12	0,23	значущий
6	Уди - с-т Пересічне	905	49	$y = -0,003x + 0,4509$	0,0155	0,12	0,14	0,28	незначущий
7	Лопань - с-т Козача Лопань	189	52	$y = 0,0016x + 0,042$	0,1106	0,33	0,12	0,25	значущий
8	Харків - с. Циркуни	890	53	$y = 0,008x + 0,4947$	0,0781	0,28	0,13	0,25	значущий
9	Оскіл - м. Куп'янськ	12 700	80	$y = 0,0935x + 9,5105$	0,3295	0,57	0,07	0,15	значущий
10	Казенний Торець - с-т Райське	936	55	$y = 0,0074x + 0,0859$	0,2197	0,47	0,11	0,21	значущий
11	Сухий Торець - с-т Черкаське	1 310	52	$y = 0,0018x + 0,0852$	0,0542	0,23	0,13	0,26	значущий
12	Бахмут - м. Сіверськ	1 560	57	$y = 0,0222x + 0,6582$	0,2964	0,54	0,09	0,19	значущий
13	Жеребець - с. Торське	857	54	$y = 0,0068x - 0,0318$	0,3611	0,60	0,09	0,17	значущий
14	Красна - с. Червонопопівка	2 540	61	$y = 0,0251x + 0,0737$	0,2409	0,49	0,10	0,19	значущий
15	Айдар - с-т Білолуцьк	2 250	67	$y = 0,0289x + 0,0656$	0,3782	0,61	0,08	0,15	значущий
16	Айдар - с. Новоселівка	6 370	65	$y = 0,0779x + 0,0159$	0,2899	0,54	0,09	0,18	значущий
17	Євсуг - с-т Петрівка	784	50	$y = 0,0026x + 0,0557$	0,0624	0,25	0,13	0,27	незначущий

ДОДАТОК Г
СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСОВИХ РЯДІВ СПОСТРЕЖЕНЬ НА РІЧКАХ СУББАСЕЙНУ
СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

Таблиця Г.1 - Статистичні параметри часових рядів спостереження мінімальних витрат води у період відкритого русла

№ за/л	Річка-пост	F, км ²	n, років	Q _{min} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності			(q _{min}) _л , л/(с·км ²)	σq
					C _v	C _s	r(1)	C _s /C _v	C _v	C _s	C _s /C _v		
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	5 540	56	6,62	0,463	1,072	0,712	2,3	0,462	1,156	2,5	1,20	6,2
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	10 300	60	8,37	0,566	0,462	0,862	0,8	0,567	0,485	0,9	0,81	7,3
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	19 400	47	21,1	0,274	0,127	0,476	0,5	0,273	0,179	0,7	1,09	4,0
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	22 600	70	20,8	0,47	0,277	0,742	0,6	0,469	0,305	0,6	0,92	5,6
5	Вовча - м. Вовчанськ	1 330	62	0,83	0,39	0,76	0,635	2	0,389	0,792	2	0,62	4,9
6	Уди - смт Пересічне	905	49	0,38	0,89	1,405	0,487	1,6	0,902	1,604	1,8	0,42	12,9
7	Лопань - смт Козача Лопань	189	52	0,10	0,808	0,682	0,588	0,8	0,816	0,715	0,9	0,52	11,3
8	Харків - с. Циркуни	890	53	0,71	0,616	0,305	0,649	0,5	0,618	0,336	0,5	0,80	8,5
9	Оскіл - м. Куп'янськ	12 700	80	13,3	0,28	0,344	0,6	1,2	0,279	0,365	1,3	1,05	3,1
10	Казенний Торець – смт Райське	936	55	0,35	0,732	1,733	0,469	2,4	0,736	2,033	2,8	0,37	9,9
11	Сухий Торець – смт Черкаське	1 310	52	0,14	0,858	2,758	0,378	3,2	0,885	3,748	4,2	0,11	12,3
12	Бахмут - м. Сіверськ	1 560	57	1,35	0,498	0,746	0,799	1,5	0,498	0,781	1,6	0,87	6,6
13	Жеребець - с. Торське	857	54	0,19	0,947	1,071	0,61	1,1	0,96	1,158	1,2	0,22	13,1
14	Красна - с. Червонопопівка	2 540	61	1,00	0,812	0,793	0,691	1	0,819	0,828	1	0,40	10,5
15	Айдар - смт Білолуцьк	2 250	67	1,08	0,844	2,041	0,72	2,4	0,851	2,411	2,8	0,48	10,4
16	Айдар - с. Новоселівка	6 370	65	2,73	1,006	1,927	0,759	1,9	1,02	2,257	2,2	0,43	12,7
17	Євсуг - смт Петрівка	784	50	0,13	1,156	1,668	0,436	1,4	1,183	1,968	1,7	0,17	16,7

Таблиця Г.2 - Статистичні параметри часових рядів спостереження мінімальних витрат води в суббасейні Сіверського Дінця у зимовий період

№ за/п	Річка-пост	F, км ²	n, років	Q _{min} , м ³ /с	Метод моментів				Метод найбільшої правдоподібності			(q _{min}) _л , л/(с·км ²)	σq
					Cv	Cs	r(1)	Cs/Cv	Cv	Cs	Cs/Cv		
1	Сіверський Донець - с. Огірцеве	5 540	56	6,61	0,527	2,123	0,386	4	0,534	2,613	4,9	1,19	7,1
2	Сіверський Донець - м. Чугуїв	10 300	59	14,6	2,933	7,688	-0,053	2,6	3,744	16,363	4,4	1,42	48,7
3	Сіверський Донець - с. Протопопівка	19 400	47	29,5	0,38	1,407	0,5	3,7	0,379	1,615	4,3	1,52	5,5
4	Сіверський Донець - м. Ізюм	22 600	68	27,5	0,583	1,064	0,669	1,8	0,584	1,127	1,9	1,22	7,1
5	Вовча - м. Вовчанськ	1 330	61	1,97	4,005	7,966	-0,008	2	4,476	17,056	3,8	1,48	57,3
6	Уди - смт Пересічне	905	48	0,79	0,609	1,337	0,603	2,2	0,612	1,515	2,5	0,88	8,8
7	Лопань - смт Козача Лопань	189	54	0,14	0,878	1,622	0,536	1,8	0,888	1,88	2,1	0,76	12,1
8	Харків - с. Циркуни	890	53	2,36	4,578	7,461	-0,022	1,6	5,278	16,395	3,1	2,65	72,5
9	Оскіл - м. Куп'янськ	12 700	78	14,8	0,431	0,457	0,722	1,1	0,43	0,475	1,1	1,17	4,9
10	Казенний Торець – смт Райське	936	56	0,79	0,578	0,396	0,493	0,7	0,579	0,421	0,7	0,85	7,7
11	Сухий Торець – смт Черкаське	1 310	48	0,41	0,842	1,648	0,197	2	0,852	1,952	2,3	0,32	12,3
12	Бахмут - м. Сіверськ	1 560	56	1,77	0,447	0,626	0,68	1,4	0,447	0,653	1,5	1,13	6,0
13	Жеребець - с. Торське	857	56	0,32	0,813	1,307	0,562	1,6	0,821	1,448	1,8	0,37	11,0
14	Красна - с.Червонопопівка	2 540	53	1,39	0,661	0,798	0,442	1,2	0,664	0,842	1,3	0,55	9,1
15	Айдар - смт Білолуцьк	2 250	66	1,51	0,725	1,009	0,706	1,4	0,728	1,067	1,5	0,67	9,0
16	Айдар - с. Новоселівка	6 370	65	3,92	1,002	3,616	0,167	3,6	1,084	5,126	4,7	0,62	13,4
17	Євсуг - смт Петрівка	784	51	0,35	0,758	1,003	0,217	1,3	0,765	1,082	1,4	0,44	10,7