

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему «Прогнозування середніх витрат води літньо-осіннього періоду
в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України
(рр. Сула, Псел, Ворскла)»

Виконав студент 4-го року навчання
групи ГО-41
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Станко Мадіна Ісанівна

Керівник канд. геогр. наук, ст.викладач
Погорелова Марина Полікарпівна

Консультант

Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Сербов Микола Георгійович


Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут
Кафедра Гідрології суші
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

 д-р геогр. наук, проф. Шакірзанова Ж.Р.
“ 27 ” квітня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Станко Мадіні Ісанівні

1. Тема роботи «Прогнозування середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України (рр. Сула, Псел, Ворскла)»

керівник роботи Погорелова Марина Полікарпівна,

канд.геогр.наук, ст. викладач

затверджені наказом закладу вищої освіти від «17» квітня 2020 року №40”С

2.Строк подання студентом роботи 30.05.2020

3. Вихідні дані до роботи Багаторічні матеріали спостережень мережі гідрометслужби України за даними Центральної геофізичної обсерваторії («Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші») та Українського Гідрометцентру, що сформовані в автоматизованій системі АРМгідро (опади, температура повітря, середньодекадні та щоденні витрати води в дату складання прогнозу тобто 30(31), 10, 20 числа кожного місяця) за період 2001-2010 рр., а також оперативні дані з бази Українського гідрометцентру, що сформовані в АРМ-гідро з 2011 по 2015 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Фізико-географічний опис району досліджень,аналіз кліматичних умов з урахуванням сучасних змін клімату, опис гідрометеорологічної вивченості території; теоретичні основи прогнозів елементів водного режиму річок в меженний період; короткострокові прогнози середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України (рр. Сула, Псел, Ворскла); оцінка ефективності і якості методики прогнозу та перевірка на незалежних даних в сучасних кліматичних умовах та водності річок розглядуваного періоду.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Карто-схеми географічного положення, ґрунтів, рослинності рр. Сула, Псел, Ворскла,розташування гідрологічних постів, залежність щоденних витрат води в період літньо-осінньої межени.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27.04.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вступ. Фізико-географічна характеристика в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України(рр. Сула, Псел, Ворскла) Аналіз кліматичних умов з урахуванням сучасних змін. Гідрологічна вивченість та особливості водного режиму річок.	27.04-03.05.2020	94	відмінно
3	Збір та аналіз вихідних даних про витрати води на останнє число декади та середніх за декаду витрат води у літньо-осінньої межени за період спостережень (2000-2015 рр.)	04.05-09.05.2020	90	відмінно
4	Аналітичний огляд методик прогнозування елементів водного режиму річок в меженний період.	10.05-12.05.2020	88	добре
	Рубіжна атестація	11.05-16.05.2020		
6	Прогнозування середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейні рр. Сула, Псел, Ворскла. Оцінка ефективності і якості методики прогнозу. Складання практичних рекомендації її ефективного використання.	13.05-18.05.2020	94	відмінно
7	Висновки	18.05-19.05.2020	92	відмінно
8	Оформлення роботи	20.05-21.05.2020	92	відмінно
9	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	30.05.2020		
10	Підготовка доповіді, презентації			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		92	відмінно

Студент _____ Станко М.І.

Керівник роботи _____ Погорелова М.П.

Зміст

Вступ.....	6
1.Характеристика природних умов формування меженного стоку в басейні Лівобережного лісостепу України (рр.Сула,Псел, Ворскла).....	7
1.1 Географічне положення і рельєф	8
1.2 Ґрунти і рослинність	11
1.3 Кліматична характеристика	16
1.4 Гідрологічна вивченість	19
2.Особливості водного режиму та живлення в басейнах річок Сула, Псел, Ворскла.....	21
3 Теоретичні основи прогнозів елементів водного режиму річок в меженний період.....	24
3.1 Закономірності і фактори меженного стоку.....	24
3.2 Фізичні основи прогнозів меженного стоку.	25
3.3 Теоретична основа прогнозів меженного стоку	27
3.4 Рівняння виснаження запасів води та визначення складових меженного стоку річок.....	28
3.5 Прогнозування низького стоку у програмах ВМО.....	31
3.6 Методичні основи прогнозів і вигляд залежностей для прогнозу меженного стоку річок.....	32
3.7 Прогнози стоку за даними про запаси води в русловій мережі.....	37
4 Прогнозування середніх декадних витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України (рр. Сула, Псел, Ворскла).....	45

4.1	Етапи розробки методики прогнозу середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Сула, Псел, Ворскла	45
4.2	Оцінка ефективності і якості методики прогнозу	49
4.3	Складання практичних рекомендації її ефективного використання	50
4.4	Схема випуску прогнозу.....	51
	Висновки	54
	Перелік джерел посилання.....	55
	Додатки.....	57

Вступ

Для більш раціонального використання водних ресурсів та отримання істотного економічного ефекту необхідна розробка методики прогнозування режиму природних вод.

Ефективність гідрологічних прогнозів зростає за рахунок вдосконалення методів прогнозування, появи нових видів прогнозів.

Актуальність теми – полягає у розрахунку нових та оновлених існуючих методик прогнозу витрат води в басейнах річок за даними сучасних умовах змін водного режиму на рівнинних річках .

Метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є прогнозування середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України (рр. Сула, Псел, Ворскла)

Об`єктами дослідження - р. Сула, р. Псел та р. Ворскла.

Вихідні дані - при розробці цієї методики були зібрані і проаналізовані вихідні дані про щоденні витрати та рівні води в створах р. Сула, р. Псел та р. Ворскла за період років спостережень (2000-2015 рр.). В період після 2010 року дані по витратам та рівням води були одержані з бази даних УкрГМЦ, яка сформована в АРМГідро.

Структура роботи - в першому розділі надається коротка фізико - географічна характеристика для рр. Сула, Псел та Ворскла.

В другому розділі описуються загальний водний режим річки та режим меженного стоку.

В третьому розділі розписані теоретичні основи прогнозів елементів водного режиму річок в меженний період.

У четвертому розділі надається Прогнозування середніх декадних витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України (рр. Сула, Псел, Ворскла).

1 Характеристика фізико-географічних умов в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України

Територія описуваного району розташована в лісостеповій та степовій зонах, куди входять басейни річок Лівобережного Лісостепу України такі як Сула, Псел, Ворскла (рис.1.1). На півночі басейни річок межують з басейном р. Сейм, на сході - з басейну р. Сіверський Донець.

Сула, Псел та Ворскла є одними з найбільших річок Середнього Дніпра. Довжини цих річок зменшилися в середньому на 10-15 км, що вплинуло на зміну загальної площі басейну. Ширина долин річок Псел та Сула складають до 20 км та до 14 км відповідно. Щільність басейну цих річок складає 0,31-0,50 км/км [1].



Рисунок 1.1 – Карта географічного положення басейну річок
Лівобережного Лісостепу України [2]

Сула, Псел та Ворскла є одними з найбільших річок суббасейна Середнього Дніпра [3].

Водозбори річок Сула, Псел та Ворскла є лівобережними притоками р. Дніпро. Ліві притоки беруть початок в основному на Середньоросійській височині і перетинають всю Придніпровську низовину, довгі, широкі, з низькими берегами і терасами: Сула (457 км, басейн - 19 640 км²); Псел (806 км і 22 820 км²), Ворскла (421 км і 21 400 км²) Але всі вони збільшують кількість води в Дніпрі незначно.

Основні риси гідрографічної мережі в досліджуваних районів обумовлені комплексом фізико-географічних чинників, серед яких першоступеневу роль відіграють рельєф, кліматичні умови, геологічна будова і гідрогеологічні особливості території.

1.1 Географічне положення та рельєф

Формування рельєфу Придніпровської або Лівобережної низовини обумовлено геологічною будовою території, впливом зовнішніх процесів, з яких головними є акумулятивна і ерозійна діяльність льодовика максимального (дніпровського) заледеніння і водних потоків в річкових долинах і на їх схилах [1].

Географічне положення басейну р. Сула. Витік річки знаходиться на південно-західних схилах Середньоросійської височини біля села Сула (Сумський район Сумської області, Україна). Тече в західному напрямку по території Сумської, Білопільського, Недригайлівського та Роменського районів Сумської області на протязі 152 км. Далі повертає на південний захід і протікає по території Лохвицького, Лубенського, Хорольського, Оржицького, Семенівського та Глобинського районів Полтавської області на протязі 213 км. Перетинаючи Полтавське плато і Придніпровську низовину, впадає в Дніпро (Кременчуцьке водосховище) на відстані 628 км від гирла останнього, біля села Дем'янівка (Семенівський район Полтавської області), утворюючи дельту з численними островами. За

дельті протягом 11 км проходить кордон Полтавської та Черкаської областей. Велика частина нижньої течії і дельти покрита плавнями [1].

Долина річки трапецевидна, асиметрична. Ширина від 0,4-0,5 км у верхів'ях до 10-11 км (максимум до 15 км) в нижній течії. На ділянці між гирлами приток Лохвиця та Удай долина звужується до 4 км. Озер уздовж Сули - 32,0 км², боліт - 1300,0 км². Заплава річки часто заболочена, зустрічаються торфовища. Русло на всьому протязі звивисте, місцями розгалужене. У верхній і середній течії є низкою глибоких ям (плес), з'єднаних між собою вузькими протоками. Ширина русла від 10 до 75 метрів, на плесах до 250 метрів. Глибина від 1,5 до 3,5 метрів, на плесах до 6,0 метрів. Дно мулисте, в місцях з високими обривистими берегами - тверде, глиниста, клинчасте. Ухил річки - 0,2 м/км. Течія швидка, його швидкість подекуди сягає 0,6 км/год. Середня витрата води в 106 км від гирла (Оржиця) - 29 м³/с. Людство з середини грудня до другої половини березня. Живлення річки змішане. Завдяки холодним підземних джерел вода в річці прозора, її середня річна температура на 3°C нижче, ніж в інших річках. Завдяки цій особливості, цвітіння води настає значно пізніше і триває з середини серпня до середини вересня. Вода багата мінералами і йодом. Мінералізація води становить: весняна повінь - 659 мг/дм³; літньо-осіння межень - 812 мг/дм³; зимова межень - 871 мг/дм³.

Після закінчення будівництва Кременчуцького водосховища довжина Сули скоротилася на 52 км (з 415 до 363 км), площа басейну річки скоротилася з 19,6 тис. км² до 18,5 тис. км². В результаті затоплення повністю зник права притока - ревучий (11 км), а колишній ліва притока Сули - Крива Руда (55 км) нині впадає безпосередньо в Дніпро.

Географічне положення р. Псел. Початок річки знаходиться в Росії на кордоні Курської і Белгородської областей біля хутора Пагорки (Прохоровський район Белгородської області), на західних схилах Середньоросійської височини. Територією України тече в межах Сумської

та Полтавської областей по Придніпровській низовині. Впадає в Дніпро (Кам'янське водосховище) на відстані 564 км від гирла останнього нижче Кременчука [1].

Долина річки у верхній частині (до міста Суми) вузька, глибока, з крутими схилами. Нижче її ширина сягає 10-15 км, до 20 км в низов'ях. Заплава асиметрична; правий берег високий - до 30-70 м, лівий - пологий. Розчленована старицями і протоками, в середній і нижній течії місцями заболочена. Перебіг спокійне, його швидкість до 2 км / год. Ухил річки - 0,23 м / км. Русло сильно звивисте, шириною 30-100 м. Глибина річки до 2-4 метрів, багато сомів ям. У той же час в верхній і середній течії часто зустрічаються мілководні ділянки. Дно піщане, на розливах мулисте. Численні піщані пляжі. Покривається льодом на початку грудня і розкривається в кінці березня. Живлення річки переважно снігове. Середньорічна витрата води (в створі в 36 км від гирла) - 55 м³ / с. Мінералізація води становить: весняна повінь - 632 мг / дм³; літньо-осіння межень - 713 мг / дм³; зимова межень - 749 мг / дм³.

Географічне положення р. Ворскла. Витік річки знаходиться на західних схилах Середньо-Руської височини біля села Покровка (Івнянський район Белгородської області, Росія). Територією України тече в межах Сумської та Полтавської областей по Придніпровській низовині. Впадає в Кам'янське водосховище на Дніпрі на відстані 514 км від гирла останнього біля села Світлогірське (Кобеляцький район Полтавської області, Україна).

Довжина річки - 464 км (з них 118 км по території Росії, 336 км по території України), площа її водозбірного басейну - 14 700 км². Долина річки трапецевидная, шириною до 10-12 км. Заплава асиметрична; правий берег високий - місцями до 80 м, крутий майже на всьому протязі, лівий - пологий, місцями заболочений. Перебіг спокійне, його швидкість подекуди сягає 2 км / год. Ухил річки - 0,3 м / км. Русло в верхній і середній течії

дуже звивисте, шириною 35-50 м, в нижній русло випрямляється, ширина річки сягає 100-150 м. Глибина до 2-4 м, в той же час в верхній і середній течії часто зустрічаються мілководні ділянки. Дно піщане, на розливах мулисте. Численні піщані пляжі. Покривається льодом на початку грудня і розкривається в березні. Живлення річки змішане. Середньорічна витрата води в середній частині (с. Чернеччина) становить 16 м³/с, - в гирлі - 36 м³/с. Мінералізація води становить: весняна повінь - 672 мг/дм³; літньо-осіння межень - 766 мг/дм³; зимова межень – 775 мг/дм³ [1].

1.2 Ґрунти та рослинність

Найбільш стародавніми породами, залягаючи ми вище базису ерозії є породи докембрійського віку (рис. 1.2), які відносять до нижнього докембрію (нижнього архею), середнього докембрію (верхнього архею) та верхнього докембрію (протерозою).

Нижній докембрій, по Н. П. Семененко, охоплює бугсько-дніпровські гнейсові серії та бугсько-подольські інтрузивні комплекси першого інтрузивного циклу. До середнього докембрію інгуло-унгулецька гнейсова серія, яка складається з нижньої талькової світи, середньої світи та верхньої сланцевої світи.

Верхній докембрій включає овруцьку серію, дніпровсько-боковянській комплекс третього інтрузивного циклу, коротенький комплекс четвертого інтрузивного циклу та приазовський лужний комплекс п'ятого інтрузивного циклу.

Палеогенові відкладення покривають майже усю Дніпровсько-Донецьку западину. В основі цих відкладень залягають відкладення каневської світи – зеленувато-сірі глауконітові піски зі стягненнями

фосфоритів і з горизонтом щільною опоки, які поширені в межах більшої частини цієї западини.

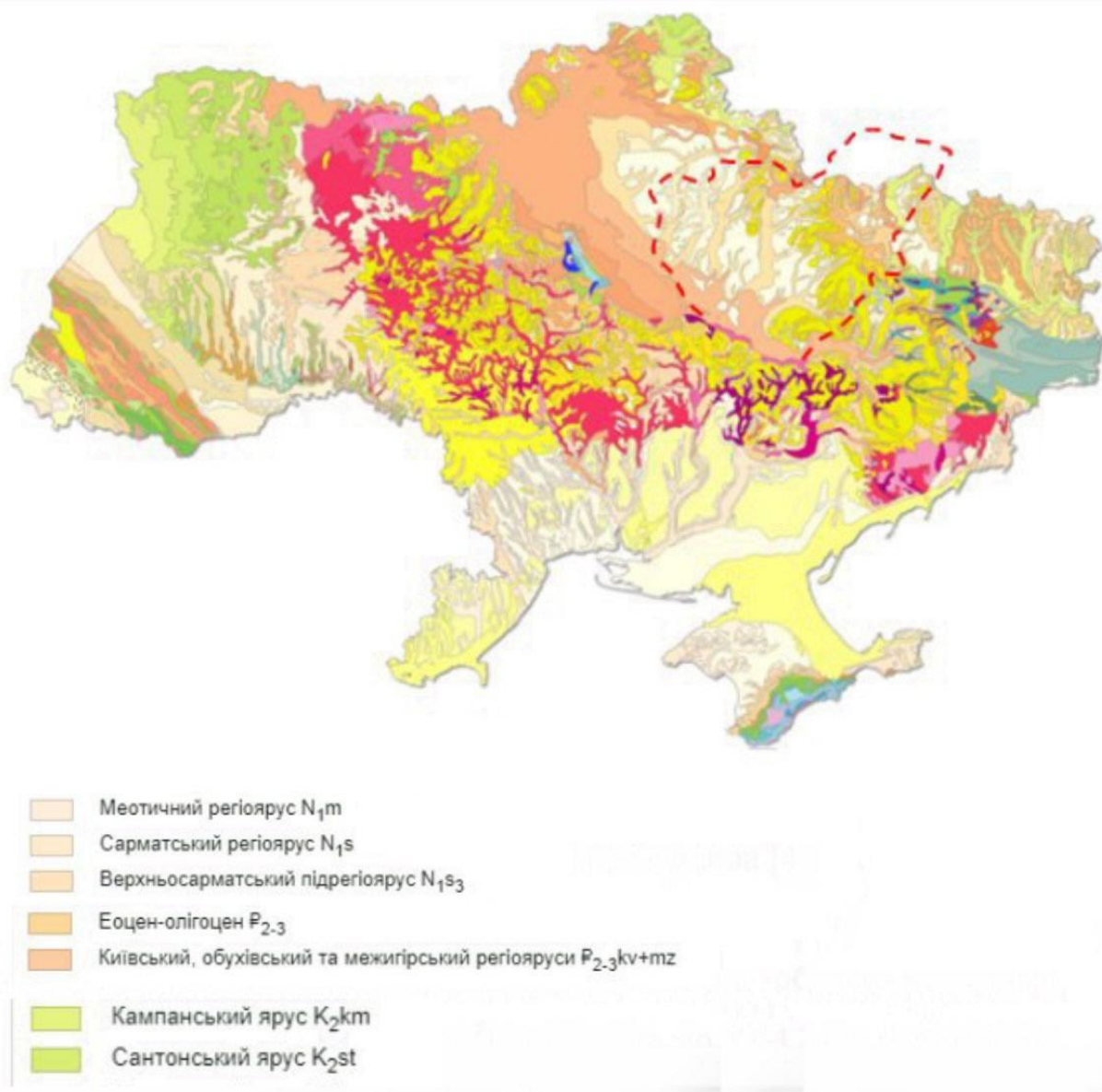


Рисунок 1.2 – Геологічна будова [2]

Дніпровсько-Донецька западина являє собою область значного занурення поверхні кристалічного фундаменту до 11-12 км. В її межах виділяються схили Українського кристалічного щита та Воронежського масиву.

В межах западини, як і на схилах западини спостерігається відповідність між характером відносної деформованості і структурними особливостями, виявленими геологічними та геофізичними методами[1,3].

На повздовжньому профілі Сули виділяються Роменська, Свиридовська, Сенченська, Исачковсько-Солинська деформації.

Незначна висота Роменської деформації, приуроченої до солянокупельної структури, пояснюється поперед усього меншою інтенсивністю її піднятів в голоцене. Звертає на себе увагу те, що ширина пойми вище и нижче структуру майже не змінюється, а розширення долини вище розвитку структуру відбувається головним чином за рахунок збільшення ширини надпойменної тераси, під час формування якої відбувались більш інтенсивні підняття.

Виникнення найбільш значущих відносних деформацій в долини Сули – Свиридовської та Сеченської зв'язується з тектонічною активністю Свиридовського структурного виступу та Песочненського соляного штока.

Найбільш випукла ділянка профілю Сули між м. Лохвицей та с. Сенчей. На топографічному повздовжнім профілю Псела виділяють наступні відносні деформації: Каменська, Гадячська, Савинцовська, Остап'євська.

Долина Псела на ділянці Каменської деформації значно звужується, потужність алювіальних відкладень зменшується до 14,5 м. В районі Гадячеської та Савинцовської деформацій максимум реформованості співпадає з різким відхиленням русла ріки до сходу, звуженням долини та зменшенням потужності алювія до 2,7 та 15,8 м відповідно [1,3,4].

На повздовжньому профілю Ворскли виділяють наступні деформації: Ахтирська, Рибальська, Будищенська та Полтавська.

В районі м. Ахтирка геологічними методами поки не виявлена локальна структура, однак наявність тут деформації прокольного профілю та ряд геомор. ознак дозволяють припускати тут локальну структуру.

Виникнення Рибальської деформації пояснюється проявленням тектонічної активності в голоцене Рибальської брахіантиклінальної складки, Будіщенської – активністю Солотвинсько-Диканської брахіантикліналі, ускладненої Будіщенським соляним штоком, а Полтавської – активністю полтавського соляного штока.

На лівобережній возвищенній рівнині (Полтавсько-Сумсько-Харківськом плато) усюди за виключенням терас глини підстилаються потужним ярусом кварцевих тонкозернистих пісков, а ті, в свою чергу палеогеновими глинисто-пісчаними, переважно глауконітовими породами (рис. 1.3). Малий вміст рухомого калію 3,3-4,2 мг на 100 г ґрунтів профілі характеризуються ґрунтів є причиною його високу ефективність ґрунтів.

Висока кислотність, низькі запаси поживних речовин, ослаблені мікробіологічні процеси, незадовільний водний режим ставить їх в ряд ґрунтів низького природної родючості.

Ці ґрунти вкрай потребують високі дози органічних і мінеральних добрив, сидератів. Для усунення кислотності рекомендується мергель.

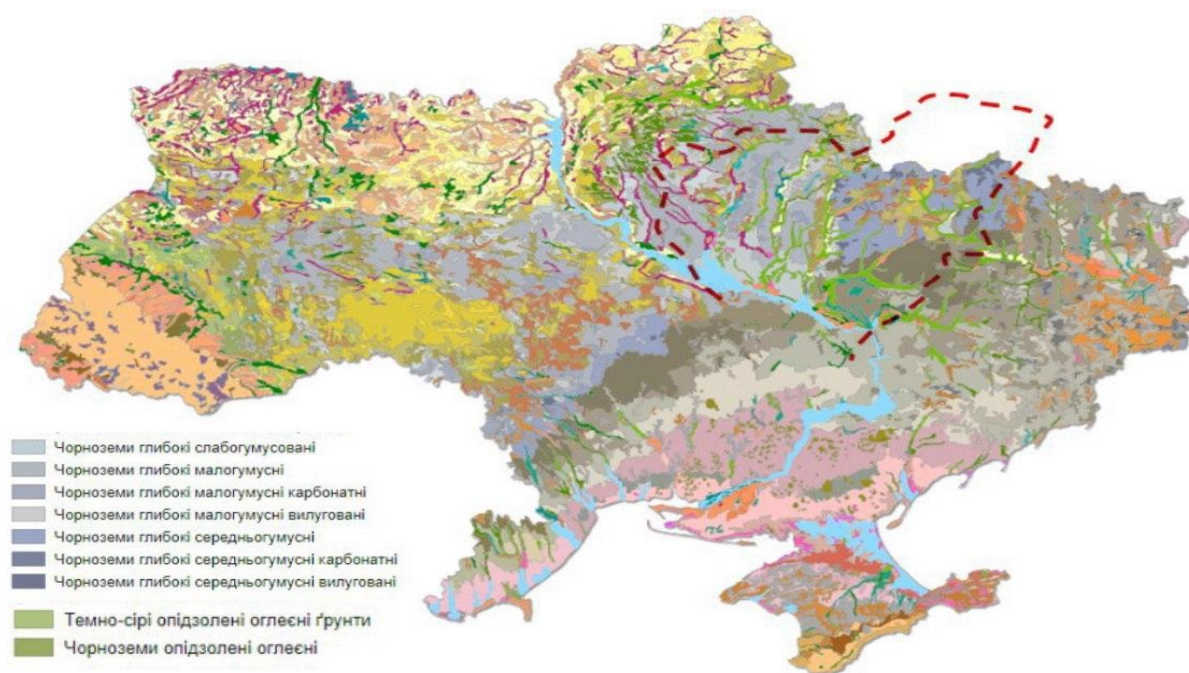


Рисунок 1.3 – Карта ґрунтів [2]

Природна рослинність басейна Середнього Дніпра (лісостепового), яка в минулому була представлена лісами, які чергуються між собою та луговими степами більшою частиною була знищена, а решта дуже порушена та видозмінена (рис. 1.4). Ліса представлені 6 формаціями: дубовою, дубово-грабовою, сосною, дубово-сосною, грабовою та ольховою. Серед них переважають сухі та свіжі гігרותопи [1].

Дубові ліса складають 55% всіх лісів території. Дубово-соснові – 20%. Соснові – 10%. Дубово-грабові – 10%. Ольхові – 5%.

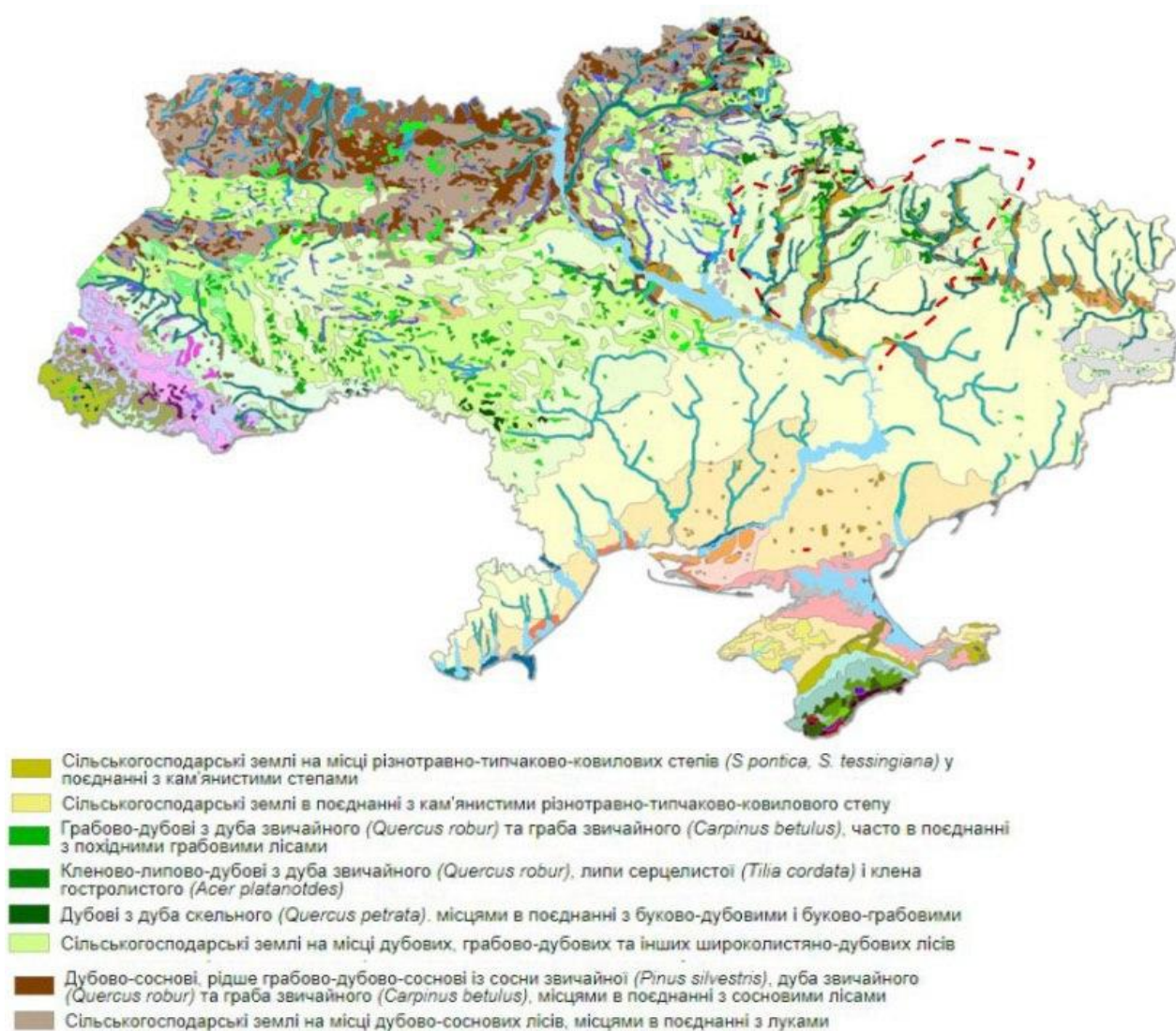


Рисунок 1.4 – Карта рослинності [2]

1.3 Кліматична характеристика басейну

На території України розподіл температури зумовлений географічним положенням, радіаційним режимом, циркуляцією атмосфери та підстильною поверхнею. Вплив кожного з них протягом року не рівнозначний, що спричиняє значні температурні контрасти. У зимовий сезон температурний режим (рис.2.1) формується під впливом циркуляції атмосфери та пов'язаної з нею адвекції повітря [3].

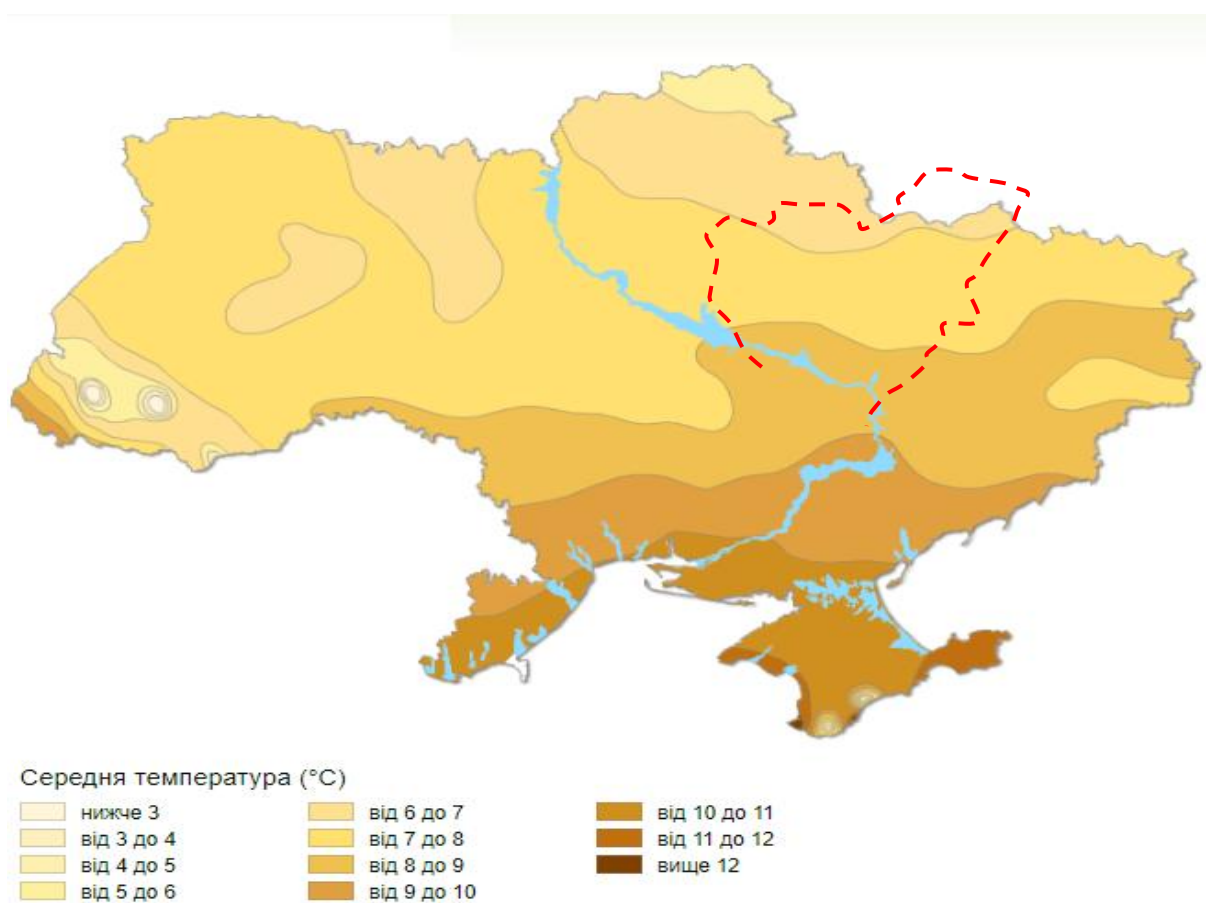


Рисунок 1.5 – Середня температура повітря (рік), °C [2]

Одним з основних показників температурного режиму є середня місячна температура повітря, що характеризує загальний температурний фон території, що наведені у табл. 1.1

Грудень – найтепліший місяць зими, середня температура від’ємна. Найхолоднішим м’ясцем за рік є лютий.

Таблиця 1.1 – Повторюваність (%) найнижчої середньої температури повітря за окремі місяці [1]

Станція	XII	I	II	III
Полтава	22,4	39,3	37,4	0,9
Харків	20,4	42,9	35,7	1,0

У таблиці 1.2 наведена зміна середньої місячної температури повітря від місяця до місяця.

Таблиця 1.2 – Зміна середньої місячної температури повітря (°C) від місяця до місяця [1]

X-I	III-II	IV-III	V-IV	VI-V	VII-VI	VIII-VII	IX-VIII	X-IX	XI-X	XII-XI	I-XII
Полтава											
1,3	5,2	8,9	6,6	3,3	1,4	-0,7	-5,1	-6,7	-6,1	-4,6	-3,5

У цьому районі в середньому опадає до 600 мм опадів (рис. 1.6), з яких максимум (70) в червні та мінімум у жовтні (40).

Кількість опадів характеризується заввишки шару води в мм, що утворилися на горизонтальній поверхні від дощу, мряки, щедрих ріс і туману, снігу, що розтанув, граду і снігової крупи за відсутності стоку, просочування і випару.

Сніжний покрив коливався від 8 до 48 см в висоту (рис. 1.7), середні запаси води якого склали 51 мм.

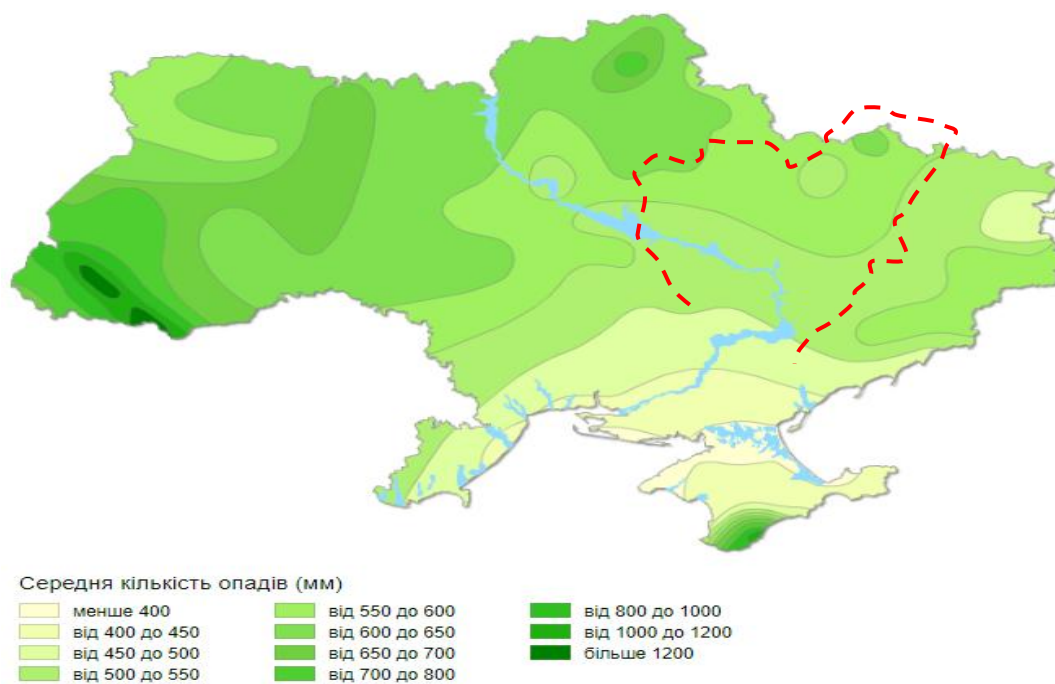


Рисунок 1.6 – Середня кількість опадів за рік, мм [4]

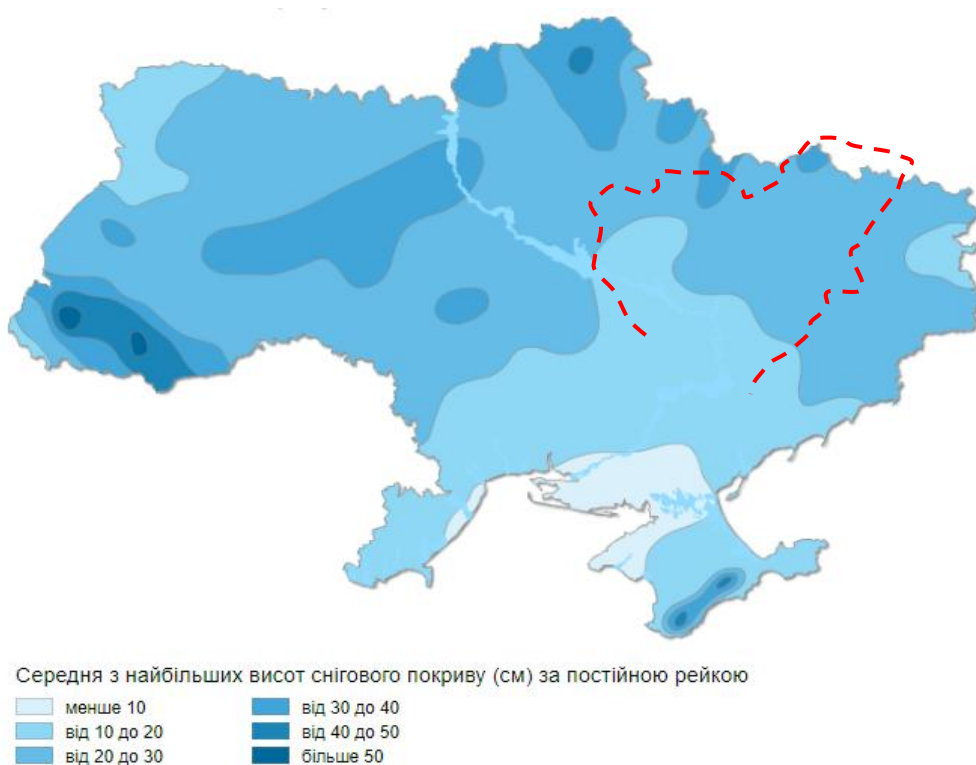


Рисунок 1.7 – Середня з найбільших висот снігового покриву (см) за постійною рейкою [4]

Дати першого заморозку восени і останнього навесні вичислені в [5,6] за свідченнями мінімального термометра, встановленого в будці. Вдень на заморозок зважає такий, в який хоч би один з термінів спостережень температура по мінімальному термометру була 0°C і нижче. Крайні дати заморозків (самі ранні і найпізніші), найбільша і найменша тривалість без морозного періоду вибрані зі значень, що фактично спостерігалися, по станціях, що мають не менше 25 років спостережень.

Середній запас води в сніговому покриві становить від 61 до 71 мм. Остаточний схід сніжного покриву відзначений в середньому по території на початку квітня. Тривалість періоду сніготанення визначається число днів між датою початку сніготанення та датою сходу стійкого сніжного покриву. Абсолютний максимум в 1966-67 і в 1986-87 призначені 147-155 мм.

Відносна вологість повітря становить у середньому 74%, найменша вона у травні (61%), найбільша - у грудні (88%) .

Найбільшу повторюваність мають вітри із заходу, найменшу-з півночі і південного сходу. Найбільша швидкість вітру - в лютому і складає 2.8-4.6м/с, найменша - в червні 2.0-3.1 м/с [5,6].

1.4 Гідрологічна вивченість та характеристика водного режиму

На території басейнів рр. Сула, Псел, Ворскла діє 21 гідрологічних постів Державної гідрометеорологічної служби ДСНС України. Спостереження проводилися від 35 років (р. Многа - с. Вороньки. 1953-88 рр.) до 84 років (р. Хорол м Миргород. 1920-1945, 1956-2015 рр.). Площа водозборів коливається від 126 км² (р. Серебрянка - с. Балаклея) до 21 800 км² (р. Псел - с. Заплесьє). По території пости розміщені порівняно рівномірно, що показано на рис.1.8.

Найбільш тривалі ряди регулярних спостережень за стоком водопілля відносяться до річок: Сула (м.Ромни-68, м.Лубни-75, м.Прилуки-33 років),

Псел(м.Обоянь–30,м.Крупець-46, м.Суми-67,м.Гадяч-57,с.Запсілля-74 років), Ворскла (сміт Яковлево-28, с.Козінка-53, с.Чернеччина-57, м.Кобеляки-78, с.Березівка-56, м.Богодухів-60 років).



▼ – гідрологічні пости; ● – метеорологічні станції

Рисунок 1.8. - Карта-схема розміщення гідрометеорологічної мережі спостережень в басейнах Лівобережного Лісостепу України [4]

Прилегла до долин річок Лівобережного Лісостепу України місцевість низовинно-рівнинна, використовуються під сільськогосподарські угіддя.

Долини річок неявно виражені, прямі, схили дуже пологі, непомітно зливаються з прилеглою місцевістю, слабо розсічені, складені супіску, використовуються під сільськогосподарські угіддя, частково зайняті присадибними будівлями села [1,7-9].

Заплава шириною 1.0 – 2.0 км суха, чагарникова, з окремими гаями, місцями лугова, помірно пересічена балками, мулисто-піщана, в прирусловій частині – піщана.

2 Особливості водного режиму та живлення в басейнах річок Сула, Псел, Ворскла

Річки району мають змішане живлення, причому в північній частині території роль талого стоку у формуванні річного стоку значно більше, ніж у південній. Пайова участь дощових вод у річному стоці в південній частині території в порівнянні північній помітно збільшується. Співвідношення снігового та дощового живлення змінюється в різні за водністю роки. Стік весняного водопілля в багатоводні роки складає 70 - 80% річного стоку, в середні за водністю роки - 60 - 70%, а маловодні 50 - 60%.

Водний режим річок визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями і характеризуються досить вираженим весняною повінню і літній-осінній.

Внутрішньорічний розподіл стоку за місяцями і сезонами залежить від закономірностей внутрішньорічної зміни основних складаючі водного балансу; зональних факторів формування стоку – опадів та випаровування – та азональних – геоморфологічної будови басейну, гідрографічних та гідрогеологічних умов, характеру ґрунто-пачво-грунтів, рослинного покриву, господарської діяльності в басейнах рік. По характеру режиму річки відносяться до рівнинного типу, переважного снігового живлення. Найбільші середні місячні витрати води спостерігаються в березні-квітні, найменші – наприкінці літа або початку осені.

В період межені спостерігаються невеликі дощові паводки. Вищі рівні дощових паводків тільки на окремих річках рідко наближаються за величиною до рівнів весняного водопілля.

У літньо-осінній період мають місце дощові паводки невеликою інтенсивністю, тривалістю від 5-8 до 10-12 днів. У посушливі роки окремі ділянки малих річок пересихають на період декількох днів до 3-5 місяців.

На річках Лівобережного Лісостепу України висота шару меженого стоку дещо менше - 4 – 10 мм, на південь поступово знижується до нуля.

В басейнах річок Сула, Псел, Ворскла середні дати початку літньо-осінньої межні відносяться до другої половини травня- початку червня. Середня її тривалість становить 130-160 діб, а тривалість найбільш маловодного періоду 20-40 діб. Кінець межні відноситься до третьої декади жовтня-першої половини листопада (рис.2.1-2.3)

Початок зимової межні на річках спостерігається переважно у третій декаді листопада – першій половині грудня.

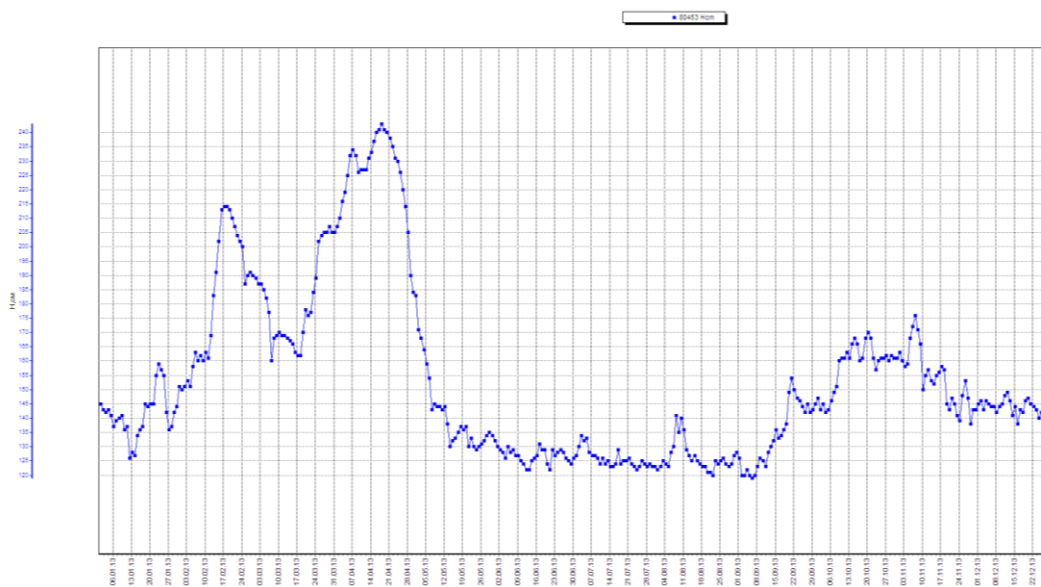


Рисунок 2.1 – Гідрограф елементів річного стоку р. Ворскла м. Кобеляки, 2013 р.

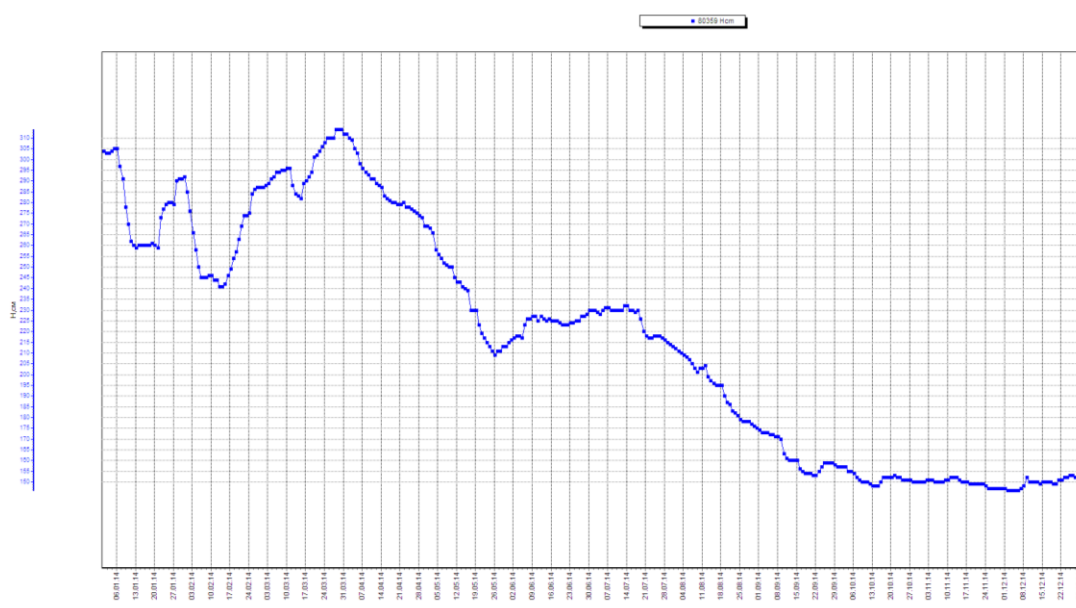


Рисунок 2.2 – Гідрограф річного стоку р. Сула, м. Лубни, 2014 р.

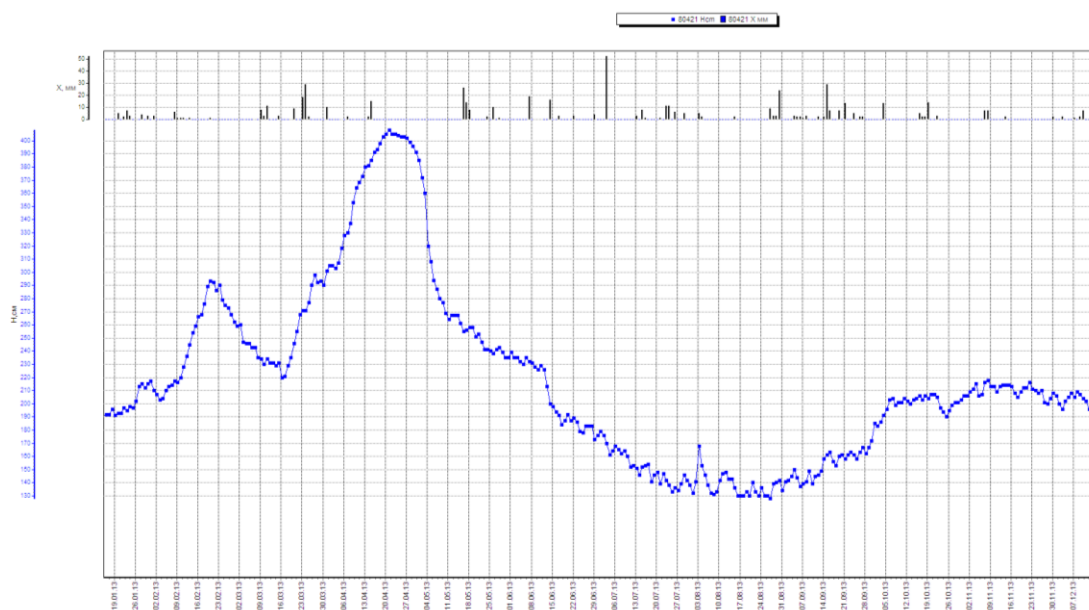


Рисунок 2.3 – Гідрограф річного стоку р. Псел, с. Запсілля, 2013 р.

3 Теоретичні основи прогнозів елементів водного режиму річок в меженний період

3.1 Закономірності і фактори меженного стоку

Фактори, які впливають на формування стоку річок у межень поділяють на тимчасові і постійно діючі. До перших з них відносять кліматичні умови (кількість опадів періоду формування стоку) та підземне живлення річок.

Під меженным стоком рівнинних річок розуміють стік літньо-осіннього і зимового періодів, а коли річки отримують живлення в основному від підземних вод і лише іноді мають приток від дощів чи від танення снігу у періоди зимових відлиг [10].

Роль рідких опадів в стоці річок меженного періоду залежить від кліматичних умов тої географічної зони, де розташований водозбір. У посушливих зонах суттєвий дощовий стік у межень практично відсутній. В зонах надмірного зволоження (наприклад, північні та північно-східні райони України), навпаки, дощові паводки на річках в період межені – явище часте, особливо восени. Однак, як в цій зоні бувають періоди тривалої відсутності дощу, коли річки переходять на підземне живлення, так і в посушливих зонах, взагалі в степовій частині території України, іноді буває дощове літо і осінь, коли поверхнева складова стоку стає значною.

Зимою, в зонах з м'яким кліматом, річки отримують додаткове живлення за рахунок дощів та танення снігу у періоди зимових відлиг (південні райони України).

Запаси підземних вод, які в основному й обумовлюють меженний стік, складаються з двох джерел вод: глибинних (напірних) та ґрунтових вод.

Доля глибинного підземного живлення обумовлена геологічною та гідрогеологічною будовою водозборів, воно достатньо стає і може бути

визначено за мінімальними витратами води літньої або зимової межені.

Ґрунтове живлення відбувається за рахунок першого від поверхні безнапірного водоносного горизонту, має сезонні коливання, поповнення ґрунтових вод здійснюється в період весняних водопіль [11].

Суттєвий вплив на режим річок в межень мають й постійно діючі фізико-географічні фактори: рельєф, площа водозборів, глибина перерізу русла, наявність озер та боліт. Чим більший розмір водозбору, тим більш плавно відбуваються зміни в режимі річки. Так, в степовій зоні на великих річках дощові паводки слабо виражені, але ж на малих – вони можуть бути катастрофічно високими. Озера та болота на водозборах перерозподіляють сезонний стік, збільшуючи його у меженний період.

На гірських річках Криму та Карпат дощові паводки спостерігаються значно частіше, ніж на рівнинних.

Встановлення строків початку періоду межені, тобто моменту завершення потрапляння припливу сезонних дощових та тало-дощових вод в річкову мережу залежить: на рівнинних річках від строків сходу снігу у басейні і максимального часу добігання води по руслах річок, а також від розмірів, заболоченості, залісенності басейнів; на гірських – від висотного положення водозборів і розподілу стоку протягом року (при збільшенні висоти строки закінчення весняно-літнього водопілля спостерігаються пізніше)[11].

3.2 Фізичні основи прогнозів меженного стоку

Особливості гідрологічного режиму річок у літньо-осінній період визначається двома факторами: характером підземного живлення та поверхневим стоком дощових опадів. Взимку водність річок обумовлена в основному підземним живленням, а також припливом тало-дощових вод при наявності зимових відлиг. Тому для прогнозу елементів водного режиму річок у меженний період необхідно встановити закономірності виснаження

підземних вод та характер поверхневого стоку і, на цій основі, визначити параметри зв'язків стоку з факторами, які його визначають (з врахуванням місцевих особливостей даного водозбору).

Режим підземного живлення, особливо глибинного, має меншу змінність, ніж режим поверхневого стоку. Після закінчення суттєвого припливу весняних тало-дощових вод, тобто на спаді водопілля, стік води в річках ще деякий час формується за рахунок запасів води в русловій мережі, озерах та болотах.

У той же час відбувається повільне виснаження й сезонних запасів ґрунтових вод. При цьому витрати води в річках поступово зменшуються і за деякий час (за відсутності поверхневого припливу) досягають сталих мінімальних значень, обумовлених припливом глибинних вод. В залежності від рівня стояння ґрунтових вод, який змінюється по сезонах і з року в рік, коливаються й витрати води у межень.

При значній ролі дощових опадів, зміни у режимі меженного періоду обумовлені підйомом рівнів води і формуванням паводків на річках або підвищенням меженного стоку, особливо для великих річок.

Оцінити дощову складову меженного стоку можливо через кількість опадів і показник водо поглинаючої здатності (вологості) ґрунтів перед початком дощу. За останній може бути прийнятий початковий запас води у річковій мережі[10].

При цьому опади приймаються за період часу, який дорівнює максимальному часу стікання поверхневих і руслових вод в річковому басейні, тобто за період завчасності прогнозу. Іноді необхідним є врахування опадів, які потрапили на водозбір раніше строку випуску прогнозу. При цьому кількість опадів, які генетично пов'язані зі стоком розглядуваного періоду, має бути розрахована з врахуванням динаміки опадів як у часі, так і по площі водозбору.

Таким чином, фізичні основи довгострокових прогнозів стоку річок у межень витікають з загальних закономірностей формування стоку в цей

період – повільного виснаження сезонних запасів води у річковому басейні та поверхневого припливу дощових (талих) вод. Перший фактор є основним, який взагалі визначає можливості довгострокового прогнозу меженного стоку, виходячи з вже складених умов у річковому басейні. Точність та завчасність довгострокових прогнозів знижується в умовах, коли дощова чи тала складові живлення річки у період межені доволі значні і можуть бути оцінені лише за довгостроковим синоптичним прогнозом.

3.3 Теоретична основа прогнозів меженного стоку

Об'єм літньо-осіннього меженного стоку (середня витрата води) за деякий період часу Δt , який перевищує максимальний час добігання води τ_{max} по руслах річок можна представити рівнянням:

$$Q\Delta t = Q_r \Delta t + Q_\partial \Delta t + W_{t_0}, \quad (3.1)$$

де $Q\Delta t$ – меженний стік за час Δt ;

$Q_r \Delta t$ і $Q_\partial \Delta t$ – стік річок, обумовлений відповідно припливом підземних і дощових (поталих) вод;

W_{t_0} - запас води в річковій мережі в початковий момент часу t_0 .

Для періоду зимової межені за наявності зимових відлиг дощова складова $Q_\partial \Delta t$ замінюється тало-дощовою $Q_{m\partial} \Delta t$ і рівняння має вигляд [10,11]:

$$Q\Delta t = Q_r \Delta t + Q_{m\partial} \Delta t + W_{t_0}, \quad (3.2)$$

На сьогодні з складових рівняння (3.1) і (3.2) з достатньою точністю можна визначити лише запас води в річковій мережі W_{t_0} (наприклад, за

гідрометричними або морфометричними даними). Ця складова має суттєве значення для крупних річок з максимальним часом руслового добігання, який дорівнює або перевищує період завчасності прогнозу. За відсутності даних для розрахунку руслових запасів води, величину W_{t_0} можна приблизно оцінити через витрату води в замикаючому створі в момент часу t_0 .

Підземну та дощову складові стоку за період завчасності прогнозу визначити значно важче ніж W_{t_0} , особливо для великих річок, де дощовий стік дуже слабо виражений.

Підземне живлення, як вже говорилося, відбувається за рахунок першого від поверхні безнапірного водоносного горизонту та більш глибокого, у тому числі напірного, горизонту підземних вод, визначення яких має певні труднощі.

Дощовий приплив води $Q_d \Delta t$ може бути отриманий через кількість опадів, які приймають участь у формуванні стоку розглядуваного періоду.

У зв'язку з цим для прогнозів меженного стоку рівняння (3.1) і (3.2) не можуть бути використані безпосередньо. Тому в практиці гідрологічних прогнозів будуються емпіричні залежності меженного стоку від факторів, які його визначають. При цьому краща якість прогнозів отримується для річок з незначною долею дощового стоку і для великих річок лісостепової і степової географічних зон.

3.4 Рівняння виснаження запасів води та визначення складових меженного стоку річок

Формування стоку в меженний період відбувається за рахунок виснаження як запасів ґрунтових вод, так і руслових запасів, які ще залишаються у річковій мережі, озерах та болотах після припинення подачі поверхневих тало-дощових вод весняного водопілля.

Спад витрат води у часі за рахунок виснаження цих запасів води можна описати рівнянням вигляду [10,11]:

$$Q(t) = (Q_0 - q) \exp(-\alpha t) + q, \quad (3.3)$$

де Q_0 - витрата води в річці в початковий момент часу t_0 , м³/с;

q - базисна витрата, яка обумовлена глибоководним живленням, м³/с;

t - час в добах від моменту часу t_0 , на який приймається початкова

витрата води Q_0 ;

α – параметр, який є показником інтенсивності виснаження підземних вод.

Параметри α і q залежать від гідрогеологічних умов і змінюються для різних за площею басейнів. Так, параметр α зменшується зі збільшенням площ водозборів та змінюється з року в рік у зв'язку зі змінами запасів ґрунтових вод.

Рівняння (3.3) є рівнянням виснаження запасів води в річковому басейні, яке може бути представлено графічно.

Базисний стік q не значно змінюється у часі і може бути оцінений за мінімальною витратою води у межень. Ґрунтова складова меженного стоку рівнинних річок є основною частиною підземного живлення, а його інтенсивність значно змінюється по сезонах року і з року в рік. Так, наприкінці весни після сходу снігу ґрунтові води активного водообміну найбільш близько знаходяться від поверхні землі, а при тривалій відсутності опадів та після холодної зими – рівень їх значно знижується.

Величина ґрунтового живлення $Q_{\Delta t}$ може бути отримана через непрямі показники, наприклад, через запас води у водоносних горизонтах W_1 , через запас води в русловій мережі W_{t_0} або початкову витрату води у річці Q_0 :

$$Q_r \Delta t = f(W_1), \quad (3.4)$$

$$Q_r \Delta t = f(W_{t_0}), \quad (3.5)$$

$$Q_r \Delta t = f(Q_0), \quad (3.6)$$

Для виділення дощового стоку використовують типову криву спаду (виснаження) загальної підземної складової стоку, яка визначається через гарантійну криву зв'язку середніх витрат води за суміжні періоди (наприклад, декаду) за відсутності значних дощових опадів [10,11].

Стік дощових вод виражається залежністю:

$$Q_o \Delta t = f(X, E, W_1, W_2), \quad (3.7)$$

де X - кількість опадів (стокоформуєчих), які беруть участь у річковому стоці періоду завчасності прогнозу, мм;

E - випаровування з поверхні суші, мм;

W_1 - запаси води у ґрунті, мм.

В роки з м'якими зимами при наявності відлиг для періоду зимової межени тало-дощова складова залежить від інтенсивності відлиги при наявності снігу на водозборах з врахуванням водопоглинаючої здатності ґрунтів. В цьому випадку можливе встановлення цієї складової, наприклад, через суму плюсових температур повітря і рідких опадів X за зимову відлигу, як

$$Q_{mo} \Delta t = f(\sum \Theta_+, X, W_1, W_2), \quad (3.8)$$

3.5 Прогнозування низького стоку у програмах ВМО

Коротко- і середньострокові прогнози низького стоку ґрунтуються на характеристиках виснаження стоку в басейні. У деяких випадках потрібно облік особливих обставин, які можуть спотворювати криву виснаження стоку в порівнянні з середньою кривою. Наприклад: антропогенний вплив, таке, як забір води на зрошення; локальні відмінності зволоженості водозбору, що приводять до того, що базисний стік формується не з усього водозбору, а з його окремих частин; сезонні коливання, обумовлені розвитком водної рослинності; вплив приток [12].

Довгострокові прогнози низького стоку зазвичай ґрунтуються на методах кореляційного або регресійного аналізу з використанням ґрунтової вологи і кліматичних факторів, таких як дощові опади і температура повітря, як визначальних змінних. У багатьох випадках в опадах за попередній період виділяються окремі сезонні складові, які входять в рівняння зв'язку з відносними ваговими коефіцієнтами. Виділення сезонних опадів допомагає також визначити час запізнювання в системі опади – стік [12].

У річках, де підземні води є головним компонентом загального стоку, витрата води в джерелах може служити корисною визначальною змінною, що характеризує запаси підземних вод. Приклади прогнозування низького стоку річок за характеристиками умов водоносних горизонтів представлені Бюро досліджень в галузі геології і мінеральних ресурсів в *Situation hydrologique et prevision de bases eaux* (Гідрологічна ситуація і прогноз низького стоку). Низький стік річок, витрати води яких формуються в основному за рахунок сніготанення за попередній період, прогнозуються з використанням характеристик снігового покриву, таких, як запас води в снігу, або по зв'язках з просторовим розподілом снігового покриву.

Як правило, для довгострокового прогнозування низького стоку використовуються прийоми математичної статистики. Для підготовки

прогнозу можна використовувати матричні методи умовних переходів або прогностичні рівняння типу

$$Q_{t+1} = Q_{t+1} | Q_t + kP, \quad (2.9)$$

де Q_{t+1} — витрата води, що прогнозується;

$Q_{t+j}|Q_t$ — витрата води за умови відсутності дощу, т. е. на гілці спаду гідрографа в період між датами t і $t + 1$;

P - дощові опади, що дають добавку до стоку в момент часу $t + 1$;

k - перехідний коефіцієнт [12].

Іншим підходом є використання довгострокових рядів стоку або водно-балансових моделей, заснованих на історичних кліматологічних даних для забезпечення імовірнісних прогнозів низького стоку.

Крім цього, для прогнозування низького стоку потрібні оцінки фільтрації води в берега і випаровування з водної поверхні. Це особливо важливо при прогнозуванні впливу попусків води з водосховища, а також впливу інших водогосподарських заходів.

Опис методів прогнозів низького (меженного) стоку річок здійснено за літературним джерелом «Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. – Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО - №168)» [12].

3.6 Методичні основи прогнозів і вигляд залежностей для прогнозу меженного стоку річок

Найбільш широкий практичний інтерес представляють такі види довгострокових прогнозів стоку (витрат та рівнів води) в періоди літньої, осінньої та зимової межени [13-15]:

- прогнози сезонного (за весь період межени) стоку;

- прогнози квартального стоку та місячного припливу води у водосховища ГЕС;

- прогнози середніх та мінімальних місячних рівнів води на судноплавних річках.

Такі види прогнозів є необхідними для гідроенергетики, водного транспорту, комунального господарства при забезпеченні побутовим водопостачанням. В останній час такі прогнози потрібні для оцінки можливого забруднення річкових вод, концентрації забруднюючих речовин, у розрахунках самоочищення та розбавлення забруднених вод, а також їхньої охорони від забруднень.

Прогнози мінімальних рівнів води за місяць і всього періоду навігації випускаються для планування роботи річкового флоту. Для судноплавних річок такі прогнози необхідні для тих ділянок, де судноплавні глибини на перекатах у межень не завжди забезпечені і підтримуються через днопоглиблюванні роботи.

Методичні основи довгострокових прогнозів меженного стоку витікають з закономірностей виснаження запасів води в річковому басейні. Закономірне зменшення підземного живлення під час меженного періоду обумовлює (при незначній долі поверхневого стоку) наявність кореляційного зв'язку між попередньою витратою води в момент t_0 і витратою води в наступний період її зміни. Цю закономірність використовують для прогнозу меженного стоку чи середніх місячних витрат і рівнів води у річках.

Існують два підходи до розробки методики довгострокового прогнозу:

1) при вирішенні рівняння виснаження запасів води в річковому басейні;

2) при побудові емпіричних (статистичних) залежностей меженного стоку розглядуваного періоду (місяць, сезон, квартал) з врахуванням запасів води в річковому басейні та додаткового дощового живлення.

Можливість якісних довгострокових прогнозів літньо-осіннього стоку по початковій витраті води за рівнянням (2.3) існує для басейнів річок, де

доля дощового стоку періоду завчасності прогнозу мало відчутна і не порушує кривої виснаження.

Коли дощова складова у межень суттєва, складання прогнозів з великою завчасністю (сезон, квартал, місяць) має певні обмеження у зв'язку з відсутністю метеорологічного прогнозу опадів на такий тривалий період. В цих випадках, враховуючи багатofакторність процесу формування стоку, рекомендується при розробці методики прогнозу меженного стоку використання методів математичної статистики – дискримінантного та регресійного аналізів, які дають можливість виявити сполучення факторів, що впливають на стік і оцінити значимість вкладу кожного з них на стік літньо-осіннього періоду.

Ще одним прийомом, який дає змогу оцінити долю дощового припливу в період межені – є врахування середньобогаторічних добавок витрат води за рахунок дощової складової, які додаються до прогнозних величин витрат, що отримані за рівнянням виснаження або по статистичних залежностях. Такий спосіб використовують для гірських районів і для річок степової зони недостатнього зволоження.

Для рівнинних річок лісостепової зони методи прогнозів меженного стоку дають кращі результати для літніх (липень-вересень) і зимових місяців, за умови відсутності відлиг. Восени, а також на річках лісової зони при значній змінності опадів методи прогнозів стоку стають практично не прийнятими.

При прогнозуванні навігаційних (середніх і мінімальних) рівнів води на судноплавних річках додаткові труднощі можуть бути пов'язані з деформаційними процесами русла, які порушують зв'язок між витратами та рівнями води. Порушення закономірного виснаження стоку спостерігається й при встановленні льодоставу, особливо на великих річках, в процесі якого спостерігається різке зниження витрат води. Ефективність методики прогнозу у цих випадках знижується [13-15].

Розробка методики прогнозу на основі рівняння виснаження запасів води в річковій мережі в літній, осінній або зимовий період включає наступні етапи:

1. Збір, аналіз та обробка вихідної гідрометеорологічної інформації, оцінка дощової чи тало-дощової складових стоку періоду завчасності прогнозу

2. Побудова прогнозних залежностей для місячних або декадних витрат води за період межені. Такі залежності будують окремо для кожного місяця літньо-осіннього періоду, враховуючи тим самим особливості втрат води в різні місяці, які пов'язані з температурним режимом, режимом вологості, різною фазою розвитку рослинності і умовами транспірації та ін. в теплий період року.

3. Отримання параметрів прогнозної схеми в умовах конкретного водозбору річки.

4. Визначення частки дощового живлення через розрахунок стокоформуєчих опадів періоду завчасності прогнозу або введення нормальної добавки сезонного або місячного поверхневого дощового стоку. Така добавка отримується шляхом зрізки гідрографу по типовій кривій виснаження руслових запасів води, тобто як частка стоку над гарантійною кривою стоку і осереднюються за багаторічний період спостережень.

5. Виконання оцінки ефективності та якості методики прогнозу, точності складених за методикою прогнозів по незалежних матеріалах шляхом визначення допустимої похибки прогнозів.

У теперішній час для прогнозу меженого стоку (наприклад, середніх витрат води за період часу Δt) найбільш часто використовуються залежності вигляду [13-15]:

- для зони недостатнього зволоження при невеликій кількості опадів або малій змінності їх кількості у літньо-осінній період

$$Q_{t+\Delta t} = f(W_t), \quad (3.10)$$

або

$$\bar{Q}_{t+\Delta t} = f(Q_t), \quad (3.11)$$

- для зони достатнього зволоження при значних опадах у літньо-осінній період

$$\bar{Q}_{t+\Delta t} = f(W_t, X), \quad (3.12)$$

або

$$\bar{Q}_{t+\Delta t} = f(Q_t, X), \quad (3.13)$$

де $\bar{Q}_{t+\Delta t}$ – середня витрата води за період часу Δt , м³/с;

W_t - запас води в річковій мережі на дату випуску прогнозу t , м³;

Q_t - витрата води у замикаючому створі річки на дату випуску прогнозу t , м³/с;

X - кількість опадів періоду завчасності прогнозу Δt середніх витрат води, мм.

Загальний вигляд залежності, наприклад (3.14), для довгострокового прогнозу середньомісячних витрат води при незначній ролі опадів може бути представлений рівнянням прямої:

$$\bar{Q}_{t+30} = aW_t + b, \quad (3.14)$$

де a і b – параметри рівняння, які підлягають встановленню для конкретного річкового басейну.

Коли дощовий стік суттєвий, прогнозна залежність місячного стоку від кількості опадів, які приймають участь в його формуванні та витрати води в замикаючому створі перед початком місяця у вигляді, має такі особливості:

1. При збільшенні початкової витрати води Q_t при даній кількості опадів X ріст величини меженного стоку \bar{Q}_{t+30} уповільнюється, тобто зміна \bar{Q}_{t+30}/Q зменшується з ростом Q_t , а криві при більших витратах Q_t мають менший нахил до лінії абсцис. Такі ж тенденції зміни відмічаються й для коефіцієнту дощового стоку, який обумовлений змінами вологості ґрунтів при випадінні даного дощу.

2. При даному значенні витрати води Q_t і збільшенні кількості опадів X величина приросту меженного стоку \bar{Q}_{t+30} приблизно дорівнює величині, на яку збільшуються опади. Це пов'язано зі збільшенням коефіцієнту стоку при збільшенні опадів.

3. За умови, що перша крива побудована по нижньому краю поля точок, вона виражає зв'язок місячного стоку з початковим запасом води в русловій мережі і водомістких горизонтах, які живлять річку, і визначає гарантовану криву стоку при даних умовах водності у початковий період.

Слід зазначити, що за дату t , на яку визначаються величини W_t або Q_t , тобто дату складання прогнозу місячного стоку, приймається 20-те, 25-те чи 30(31)-те число попереднього місяця, що залежить від характеру і часу спорожнення руслової мережі басейну. Прогнози навігаційних мінімальних витрат води складаються наприкінці весняного водопілля чи на початку літа [13-15].

3.7 Прогнози стоку за даними про запаси води в русловій мережі

Теоретичною основою прогнозів стоку меженного періоду є рівняння виснаження об'єму руслових запасів води W_t , які знаходяться в річковій ємності на момент часу t .

Об'єм води в русловій системі W включає до себе запаси води (за Р.О.Нежиховським) [15]:

$$W = W_{\text{кр}} + W_{\text{сер}} + W_{\text{м}}, \quad (3.15)$$

де $W_{\text{кр}}$, $W_{\text{сер}}$, $W_{\text{м}}$ - об'єм води у крупній, середній та мілкій і найбільш мілкій русловій мережі.

Однак, на практиці кількість води в річковій мережі на момент часу t визначається як сума об'ємів води на окремих її ділянках:

$$W_t = W_{1,t} + W_{2,t} + \dots + W_{n,t}, \quad (3.16)$$

де W_t - запас води в русловій мережі у момент часу t , м³;

$W_{i,t}$ - запас води на i -й ділянці розглядуваної річкової системи у момент часу t , м³;

n - кількість ділянок.

Об'єм води W_t , який відповідає певному ступеню наповнення русла, пов'язаний з витратами води в усій річковій мережі на даний момент часу. При виснаженні руслових запасів води W_t через замикаючий створ середня витрата води в ньому $\bar{Q}_{t+\tau_{\text{max}}}$ формуватиметься за період максимального часу добігання води τ_{max} в басейні. Тоді:

$$\bar{Q}_{t+\tau_{\text{max}}} = W_t / \tau_{\text{max}}. \quad (3.17)$$

За відсутності суттєвого припливу дощових вод в період завчасності прогнозу між русловим запасом води і середньою витратою води за деякий період існує кореляційна лінійна залежність вигляду:

$$\bar{Q}_{t+\tau_{\text{max}}} = aW_t \quad (3.18)$$

або вигляду (3.14) для середньопентадних витрат води.

Параметри рівнянь (3.14) та (3.18) відображують конкретні фізико-географічні умови даного басейну, а параметр b в рівнянні (3.14) відповідає значенню мінімальної витрати води в замикаючому створі, який обумовлений сталим підземним живленням.

Період $(t + \tau_{max} = T)$, на який дається прогноз середньої витрати води, за рахунок повільного виснаження руслових запасів води дорівнює або перевищує спорожнення руслової мережі.

Якщо період завчасності прогнозу $T \geq \tau_{max}$, то розрахунок W_t ведеться для всієї річкової мережі. У випадку ж коли $T < \tau_{max}$ – враховуються руслові запаси W_t лише на тій частині басейну, яка обмежена ізохроною добігання води по руслах річок на рівні T діб. Наприклад, при прогнозуванні середньомісячних витрат води \bar{Q}_{t+30} по залежності [11,12]:

$$\bar{Q}_{t+30} = f(W_t) \quad (3.19)$$

при $\tau_{max} > 30$ діб, об'єм води в руслах річок W_t підраховується лише на частині водозбору, обмеженій ізохроною 30 діб.

Розрахунок руслових запасів за морфометричними даними

При наявності гідрометричній мережі об'єм води на ділянці можна визначити за формулою:

$$W_i = \frac{\omega_H + \omega_B}{2} L = \bar{\omega} L \quad (3.20)$$

де ω_H, ω_B - площа живого перерізу відповідно у нижньому та верхньому створах;

L - довжина ділянки.

Площа водного перерізу на кожній ділянці визначається по графіку зв'язку її з рівнем води $\bar{\omega}_i = f(\bar{H}_i)$. Далі будують криву об'ємів $W_{i,t} = f(\bar{H}_{i,t})$ де $\bar{H}_{i,t}$ - середній рівень води на ділянці у момент часу t .

При відсутності спостережень морфометричні характеристики визначаються на основі моделей річкової мережі. Запропонована низка приблизно рівноцінних моделей річкової мережі.

Середня довжина потоку n -го порядку l_n дорівнює різниці середньої довжини річок n -го та $(n-1)$ -го порядків [10]:

$$L_n = L_n - L_{n-1} \quad (3.21)$$

Визначивши характеристики потоків та їх кількість у групі кожного порядку, можна приблизно обчислити запас води в русловій мережі n -го порядку за виразом:

$$W = l_1 \omega_1 N_1 + l_2 \omega_2 N_2 + \dots + l_n \omega_n N_n = \sum_{n=1}^S l_n \omega_n N_n. \quad (3.22)$$

Тут l_1, l_2, \dots, l_n и $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ - середні значення довжини та площі поперечного перерізу потоків від I -го до n -го порядків; N_1, N_2, \dots, N_n - кількість потоків від I -го до n -го порядків; S - максимальний порядок потоку даної річкової мережі, тобто порядок цієї мережі.

Розрахунок руслових запасів води за гідрометричними даними

Визначення руслових запасів на ділянках річок за наявністю гідрометричних даних можна виконувати трьома способами [11]:

- 1) За рівнянням водного балансу води для ділянки річки

$$\Delta W = [Q_n - (Q_v + Q_{пр})] \Delta t, \quad (3.23)$$

де ΔW - зміна руслових запасів води на ділянці за інтервал часу Δt ;

Q_n , Q_b , $Q_{пр}$ - відповідно витрати води у нижньому і верхньому створах та боковий приплив.

Підсумовуючи ΔW за ряд послідовних інтервалів часу Δt , дістаємо об'єм руслових запасів води W понад початковий об'єм. Потім будується графік залежності (крива руслових запасів)

$$W = f(Q_{cp}), \quad (3.24)$$

де Q_{cp} - середня витрата води на ділянці за інтервал часу Δt .

Розрахунок середньої витрати води на ділянці ведеться в залежності від характеру ділянки, розміщення гідрометричних створів, конфігурації басейну, типу та величини бокового припливу. На безприпливній ділянці за наявності на її кінцях гідрометричних створів середня витрата визначається так

$$Q_{cp} = \frac{Q_b + Q_n}{2}, \quad (3.25)$$

за наявності тільки одного створу:

$$Q_{cp} = k * Q_n, \quad (3.26)$$

де k - часто дорівнює 0.5.

У ряді випадків середня витрата може визначатись як середньозважена:

$$Q_{cp} = k * Q_b + (1 - k) * Q_n. \quad (3.27)$$

За приблизною залежністю:

$$W = \bar{\tau} * Q_{\text{ср}}, \quad (3.28)$$

де τ - середній час руслового добігання на розглядуваній ділянці русла;

$Q_{\text{ср}}$ - середня витрата на ділянці.

Якщо ділянка обмежена одним створом, то об'єм води визначається за виразом

$$W_t = \frac{Q_{\text{н},t}}{2} \bar{\tau} \quad (3.29)$$

На припливній ділянці

$$W_t = \frac{Q_{\text{н}} + \sum_1^m Q_{\text{пр}}}{2} \bar{\tau}, \quad (3.30)$$

Тут час добігання визначається як середнє арифметичне із величини часу добігання від верхніх створів до нижнього

$$\tau = \sum_1^m \tau_i / m, \quad (3.31)$$

або як середнє зважене;

m - число верхніх (вхідних) створів.

2) За витратами води в замикаючому створі під час спаду повені (наводка), коли нема значного припливу з поверхні басейну та йде вичерпання руслових запасів вода. Для цих випадків справедливе співвідношення

$$(W_t - W_r) / 86400 = \sum_t^{\text{тср}} (Q_t - Q_r) \quad (3.32)$$

Тут W_t - об'єм руслових запасів у всій русловій мережі в t -у добу, підраховуючи від початку спаду;

$t_{сп}$ - тривалість спаду, доба;

Q_t - середня витрата води t -у добу;

Q_r - середньодобова витрата води ґрунтового живлення за час

W_r - об'єм води в руслі за рахунок ґрунтового живлення

$$W_r = Q_r(t_{сп} - t) \quad (3.33)$$

Виконуючи ряд розрахунків за формулою (3.33), можна побудувати криву руслових запасів води у всій річковій системі

Підсумовування ΔW ведеться в зворотному напрямку в сторону ранніх дат.

Розрахунок за формулою (3.33) принципово дає дійсні запаси води у всій русловій мережі, але за відсутності припливу води зі схилів за весь період спаду паводка (повені).

3) Спосіб Р.О. Нежиховського, який поєднує при розрахунку руслових запасів води морфометричні та гідрометричні дані. За цим способом запаси води у руслі визначаються окремо для річок великих (довжиною більше ніж 100-150 км), середніх (від 10 до 100-150 км) та малих (до 10 км, включаючи водотоки у балках та ярах).

Для підрахунку запасів води в мілкій та середній русловій мережі автор використовує морфометричні характеристики - довжину та площу.

До кожної групи віднесені річки, обмежені створами, віддаленими від витоку на 10, 20 і т.д. км. Для визначення запасів води в середніх та малих річках запропонована формула:

$$W_{0-100} = \frac{q_{сп}}{V_{сп}} = (0.5f_0n_0 + f_{10}n_{10} + \dots + f_{90}n_{90} + f_{100}n_{100})10^4 \quad (3.34)$$

Тут q_{cp} та V_{cp} , - осереднені по басейну модуль стоку та швидкість руху вода у руслах річок;

$n_0, n_{10}, \dots, n_{100}$ - число створів, віддалених від витоків на відстань 0, 10, ..., 100 км;

$f_0, f_{10}, \dots, f_{100}$,- середня площа водозборів для цих же градацій від витоків.

Для визначення середньої площі (f_i) водозбору запропонована залежність

$$f_i = 0.58 i^{1.78} \quad (3.35)$$

де f_i - середня площа водотоку кожної i -ої градації.

4 Прогнозування середніх декадних витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Лівобережного Лісостепу України (рр. Сула, Псел, Ворскла)

4.1 Етапи розробки методики прогнозу середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейнах річок Сула, Псел, Ворскла

Розробка методики прогнозу декадного стоку за даними про попередні витрати води в створі річці ведеться на основі рішення рівняння виснаження запасів води в річковому басейні метрів. Якщо стік води у меженний період формується в основному за рахунок виснаження басейнових запасів води, то з рівняння витікає, що існує лінійний зв'язок

$$Q_{n+1} = aQ_n + (1 - a)q, \quad (4.1)$$

де Q_n і Q_{n+1} - середні витрати води за попередній і наступний періоди n однакової тривалості t - декада;

q — базисний стік;

коефіцієнти зв'язку: a - кутовий коефіцієнт

$$a = \exp(-\alpha t), \quad (4.2)$$

і вільний член (відрізок на осі ординат) b , який дорівнює

$$b = (1 - a)q, \quad (4.3)$$

Побудова емпіричної залежності декадного стоку від попередньої витрати води зводиться до встановлення таких статистичних зв'язків і отримання їх параметрів, що задовольняються вимогами, що відповідатимуть методиці прогнозу.

Наявність залежності виду $Q_{n+1} = f(Q_n)$ для певної річки встановлюється шляхом побудови такої залежності за даними багаторічних спостережень та оцінки точності отриманої прогнозової залежності. Такі

залежності будуються для окремих місяців літньо-осіннього періоду, а також можуть бути побудовані разом за весь період спостережень. Точність прогнозів при цьому буде тим вища, чим менший вплив дощів на стік меженного періоду в даному районі дослідження.

Початкова витрата води Q_n (або Q_o) приймається на останній день попереднього місяця (декади) що розраховується. Інколи для уникнення непередбачених похибок в якості показника зволоження і загального запасу води в річковому басейні доцільно приймати середнє значення витрати води Q_n у замикаючому створі за декілька днів перед початком місяця, на який дається прогноз стоку [11, 13].

Для розробки методики прогнозу середньодекадних витрат води для рр. Сула, Псел, Ворскла були взяті витрати води за період з 30.06 до 20.10 за 2000 - 2015 рр. . З гідрологічних щорічників виписані дані про витрати води на останнє число декади періоду літній- осінньої межені. Початкові дані наведені в табл. 1.(додаток А).

Прогноз середньодекадних витрат води складається 30(31), 10, 20 числа кожного місяця на подальшу декаду.

Для прогнозу середньодекадної витрати води рр. Сула, Псел, Ворскла можна приблизно прогнозувати за допомогою наступної залежності:

$$\overline{Q_{t+10}} = f(Q_t), \quad (4.4)$$

де Q_t - витрати води в руслі в дату складання прогнозу тобто 30(31), 10, 20 числа кожного місяця.

По початковим даним побудовані прогностичні залежності в період літньо-осінньої межені $\overline{Q_{t+10}} = f(Q_t)$ (з 2000 по 2015 роки) для р.Сула, Псел та Ворскла та представлена на рис. 4.1 - 4.3 у загальному вигляді. З рисунку видно, що розкид точок відносно осередненої лінії досить

невеликий, про що свідчать межі допустимих похибок . дані розрахунки не виходять за рамки допустимих значень і що методики можна застосовувати для складення прогнозу середніх витрат води за літньо-осінній період

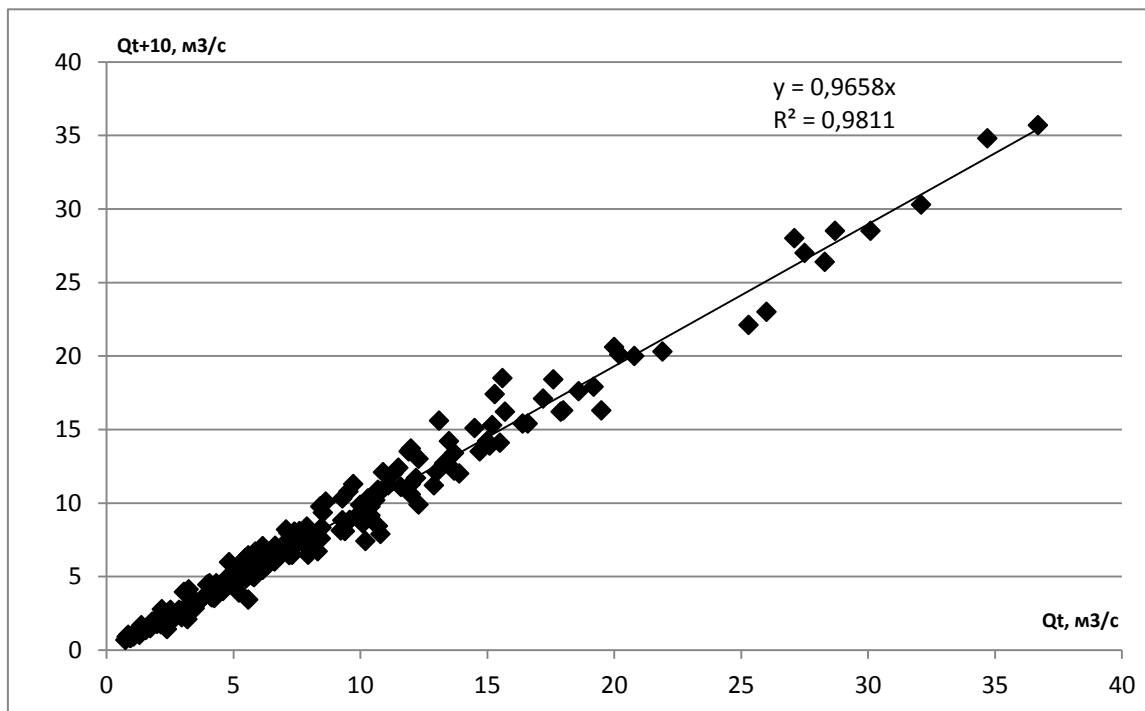


Рисунок 4.1 – Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Сула.

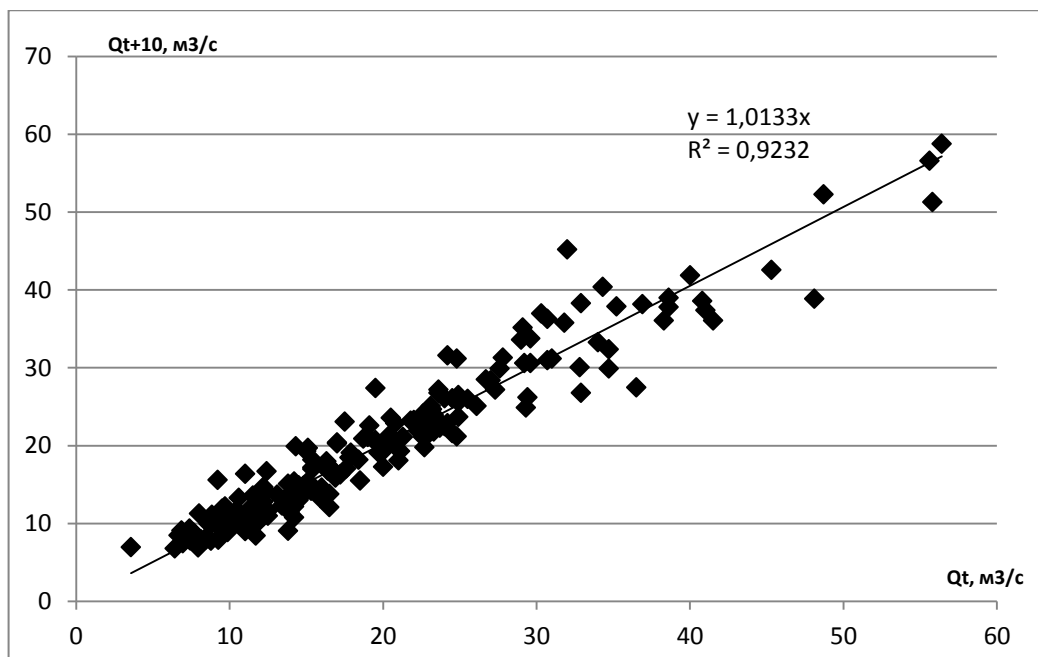


Рисунок 4.2 – Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Псел.

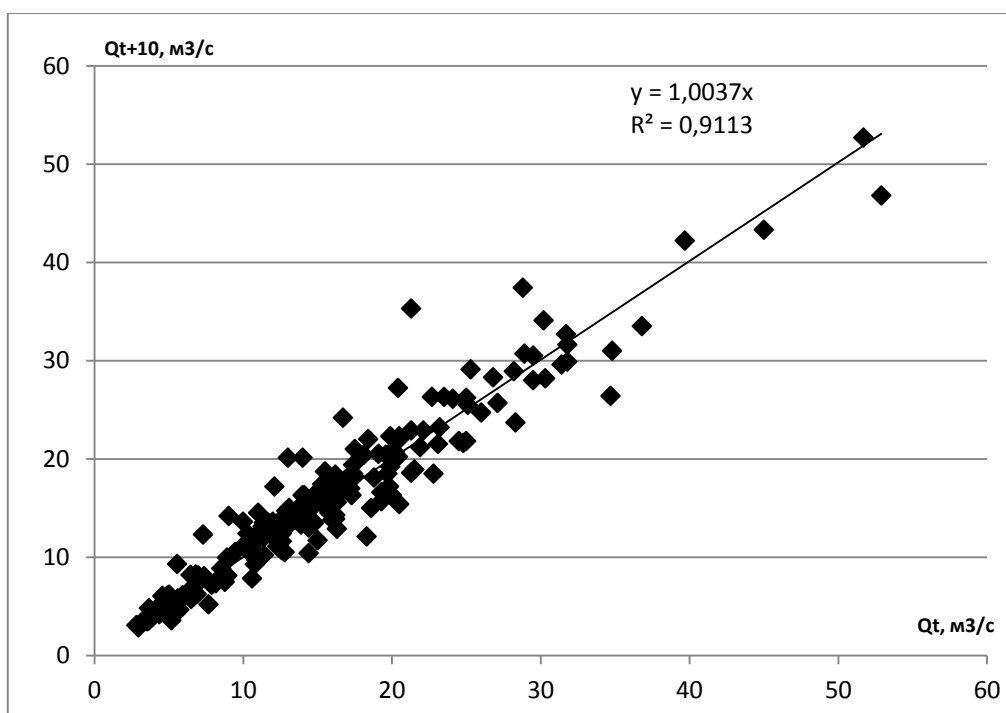


Рисунок 4.3 – Залежність відповідних витрат води від середньодекадних витрат в русловій системі в період літньо-осінньої межені в басейні р. Ворскла.

4.2 Оцінка ефективності і якості методики прогнозу

В подальшій роботі велась оцінка прогнозу. Розраховувалось середнє квадратичне відхилення за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}, \quad (4.5)$$

де Q_i – значення прогнозованої величини;

\bar{Q} – середнє багаторічне значення прогнозованої величини;

n – кількість членів ряду.

Ефективною методика прогнозу може вважатися, якщо похибки прогнозу не перевищуватимуть допустиму похибку ($\delta_{дон.}$) за формулою:

$$\delta_{дон} = \pm 0.674 \cdot \sigma \quad (4.6)$$

Методика може використовуватися на практиці, якщо вона буде достатньо точною. Точністю методики є середня квадратична похибка перевірених прогнозів:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q'_i)^2}{n}}, \quad (4.7)$$

де Q'_i - прогнозне значення величини Q_i .

Критерієм якості та ефективності методики є відношення S/σ . Величина відношення показує в скільки разів варіація функції менша

варіації аргументу. Яка також оцінюється забезпеченістю методики (забезпеченість допустимої похибки), під якою розуміють кількість справджуваних випадків прогнозів, від загальної кількості складених прогнозів, у відсотках:

$$P = \frac{m}{n} 100\%, \quad (4.8)$$

де m – кількість випадків (прогнозів), похибка яких не перевищувала допустиму;

n – загальна кількість прогнозів, складених за даною методикою.

В подальшому велась оцінка прогнозу. Розраховувалося середнє квадратичне відхилення за формулою [14, 15] :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}}, \quad (4.9)$$

де Q_i – значення прогнозованої величини;

\bar{Q} – середнє багаторічне значення прогнозованої величини;

n – кількість членів ряду .

4.3 Складання практичних рекомендацій її ефективного використання

Результати виконаних розрахунків представлені у зведеній табл. 4.1. За критерій якості методики прогнозів приймається відношення середньої квадратичної похибки S до середнього квадратичного відхилення σ . Методика прогнозу є прийнятною для практики, якщо забезпеченість

припустимої похибки перевірочних прогнозів не менше, ніж на 10% перевищує забезпеченість ймовірного відхилення прогнозованої величини від його норми. Забезпеченість припустимої похибки (P) при цьому повинна складати величину порядку 60 - 80% . Як видно, методика може використовуватися на практиці, так як значення середньої квадратичної похибки вважається відмінним і добрим: $S/\sigma = 0,14-0,30$. А забезпеченість допустимої похибки також задовольняє вимоги.

Таблиця 4.1 - Зведена таблиця оцінок методики прогнозу середніх витрат за даними про попередні витрат річок Сула, Псел та Ворскла.

Річка	S, м ³ /с	σ , м ³ /с	S/ σ	$\delta_{\text{доп}}$, м ³ /с	P%
Сула	0,92	6,71	0,14	4,52	100
Псел	2,86	12,64	0,23	8,32	98
Ворскла	2,57	8,66	0,30	5,84	96

Результати розрахунків по місяцям наведені у додатка Б1, Б2 та Б3.

Отже, методику можна вважати прийнятною для використання на практиці.

4.4 Схема випуску прогнозу

Порядок прогнозу за весь меженній період. Включає перелік дій при складанні оперативного прогнозу за розробленою методикою та випуск прогнозу.

Порядок прогнозу за весь меженній період (табл.4.2-4.4), такий:

- 1) виписуються з АРМ-гідро витрати води;
- 2) вибираються відповідні витрати у корегуючи дати;
- 3) за координатами корегуючих точок будується поточна прогнозна залежність середньодекадних витрат води, що описується рівнянням (4.10)

$$\overline{Q_{t+10}} = f(Q_t), \quad (4.10)$$

4) проводиться оцінка справджуваності прогнозу за критерієм якості:

- абсолютна похибка прогнозу;
- далі розраховується у долях допустимої похибки;
- виконується оцінка прогнозу;

Таблиця 4.2 - Схема випуску прогнозів середньо декадних рівнів води меженого періоду для р. Сула 2019 р.

Дата випуску прогнозу	Відповідна витрата $Q, \text{м}^3/\text{с}$	Дата на яку складається прогноз $\tau+10$	Прогнозна $Q_{\tau+10}, \text{м}^3/\text{с}$	Фактична $Q_{\tau+10}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta_{\text{доп}}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta \text{ м}^3/\text{с}$	$\delta / \delta_{\text{доп}}$	Оцінка
30.06.	16,9	01– 10.07	14.1	15.5	4,62	1,4	0,30	Відм.
10.07.	15,1	11 - 20.07		13,9				
20.07.	12,9	21 - 31.07		11,2				
31.07.	10,1	01– 10.08		8,84				.

Таблиця 4.3 - Схема випуску прогнозів середньо декадних рівнів води меженого періоду для р. Псел 2019 р.

Дата випуску прогнозу	Відповідна витрата $Q, \text{м}^3/\text{с}$	Дата на яку складається прогноз $\tau+10$	Прогнозна $Q_{\tau+10}, \text{м}^3/\text{с}$	Фактична $Q_{\tau+10}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta_{\text{доп}}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta \text{ м}^3/\text{с}$	$\delta / \delta_{\text{доп}}$	Оцінка
31.07.	12,5	01– 10.08	14.8	13,0	7.1	1.8	0.25	Відм.
10.08.	13,4	11– 20.08		13,1				
20.08.	14,9	21– 31.08		15,8				
31.08.	13,8	01 – 10.09		14.1				

Таблиця 4.4 - Схема випуску прогнозів середньо декадних рівнів води меженного періоду для р. Ворскла 2019 р.

Дата випуску прогнозу	Відповідна витрата $Q, \text{м}^3/\text{с}$	Дата на яку складається прогноз $\tau+10$	Прогнозна $Q_{\tau+10}, \text{м}^3/\text{с}$	Фактична $Q_{\tau+10}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta_{\text{доп}}, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta, \text{м}^3/\text{с}$	$\delta/\delta_{\text{доп}}$	Оцінка
10.09.	9,88	11 – 20.09	10,2	7,17	5.55	3,03	0,54	Добре
20.09.	6,98	21 – 30.09		8,14				
30.09.	9,02	01– 10.10		14,2				
10.10.	16,4	11– 20.10		16,4				

ВИСНОВКИ

В даній роботі була виконана методика прогнозування середньо декадних витрат води на період літньо-осінньої межені для рр. Сула, Псел та Ворскла. Територія описуваного району розташована в лісостеповій та степовій зонах, куди входять басейни річок Лівобережного Лісостепу України.

Для даного водного об'єкту представлений загальний фізико-географічний опис, та характеристики клімату ґрунтів та рослинності. Також була описана гідрографія та гідрологічна вивченість річки.

В результаті виконання курсового проекту були проведені такі дії:

- 1) на основі вихідних даних (витрати води в період з 2000 -2010 роки) була розроблена методика короткострокових прогнозів рівнів води для меженного періоду для рр. Сула, Псел та Ворскла;
- 2) побудовані залежності середньо-декадних витрат води від відповідних витрат для усього меженного періоду;
- 3) для загальної методики за критерієм якості S/σ отримали для річок Сула 0,15, р.Псел 0,30 та 0,35 для р.Ворскла, відсоток забезпеченості склав $P=100, 97$ та 94 % відповідно, отже, методику можна використовувати на практиці.
- 4) складено оперативний прогноз на незалежному матеріалі за 2015р., перевірено на справджуваність, оцінки прогнозів дали відмінні результати в долях допустимої похибки, слали для р.Сула 0,3; р.Псел 0,25 і р.Ворскла 0,54 відповідно, і отримав оцінку «відмінно», «добре» і «добре».

Отже, розроблена методика може бути використана на практиці.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.7: Украина и Молдавия. / Под ред. Каганера М.С. - Л.: Гидрометеиздат, 1974.– 658 с.
2. Природа України. Географічні карти України [електронний ресурс]: <http://geomap.land.kiev.ua>
3. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ : Ніка-Центр, 2003. 324 с.
4. Ландшфти України <http://geomap.land.kiev.ua/landscape.html>
5. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник / За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. К.: Ніка-Центр, 2001. 392с.
6. Довідник по водним ресурсам / Під ред. Б.І. Стрельця. К.: Урожай, 1984. 304с.
7. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
8. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
9. Клімат України: у минулому...і майбутньому? : монографія / М.І. Кульбіда, М.Б. Барабаш, Л.О. Єлістратова та ін. ; за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. Київ : Сталь, 2009. 234 с.
10. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов: Учебник. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 440 с.
11. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам: Учебное пособие. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 390 с.
12. Лобода Н.С. Конспект лекцій «Гідрологічні прогнози». Одеса: Видавництво «ТЭС», 2009. 172 с.
13. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокові гідрологічні прогнози: Конспект лекцій. Одеса: Вид-во ТЕС, 2010. 154 с.

14. Георгиевский Ю.М., Шапочкин С.В. Гидрологические прогнозы. Учебник. – СПб., изд. РГГМУ, 2007. 436 с.
15. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО - №168). Пятое изд. 1994. 844 с.
16. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. - 240 с.
17. Руководство по гидрологическим прогнозам. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Л.: Гидрометеиздат. Вып. 2. – 1989. – 246 с.

ДОДАТКИ

Додаток А1 - Вихідні дані для розрахунку руслових запасів води і прогнозу середньомісячних витрат води р. Сула - м. Лубни

№	Рік	Дата t	Витрата води в дату t	Період t+10	Витрати води Q, м ³ /с
1	2000	30.06	10,4	1-10.07	9,77
2		10.07	9,4	11-20.07	8,08
3		20.07	7,46	21-31.07	7,15
4		31.07	7,2	1-10.08	7,57
5		10.08	7,78	11-20.08	7,31
6		20.08	6,6	21-31.08	6,58
7		31.08	7,4	1-10.09	8,05
8		10.09	9,54	11-20.09	10,8
9		20.09	12	21-30.09	13,7
10		30.09	13,7	1-10.10	12,2
11		10.10	13,1	11-20.10	15,6
12		20.10	17,6	21-30.10	18,4
13	2001	30.06	34,7	1-10.07	34,8
14		10.07	36,7	11-20.07	35,7
15		20.07	32,1	21-31.07	30,3
16		31.07	28,7	1-10.08	28,5
17		10.08	28,3	11-20.08	26,4
18		20.08	25,3	21-31.08	22,1
19		31.08	20,8	1-10.09	20
20		10.09	18,6	11-20.09	17,6
21		20.09	17,2	21-30.09	17,1
22		30.09	16,6	1-10.10	15,4
23		10.10	15	11-20.10	14,2
24		20.10	13,3	21-30.10	12,7
25	2002	30.06	14,7	1-10.07	13,5
26		10.07	12	11-20.07	11,3
27		20.07	10,8	21-31.07	10,8
28		31.07	10,6	1-10.08	10,2
29		10.08	10	11-20.08	9,88
30		20.08	9,59	21-31.08	8,86
31		31.08	8,09	1-10.09	6,9
32		10.09	6,33	11-20.09	5,77
33		20.09	5,59	21-30.09	6,44
34		30.09	7,9	1-10.10	8,39
35		10.10	9,3	11-20.10	10,3
36		20.10	11,5	21-30.10	12,4
37	2003	30.06	10,7	1-10.07	10,9
38		10.07	11,3	11-20.07	12
39		20.07	12,3	21-31.07	9,89
40		31.07	8,14	1-10.08	7,4

Продовження табл. А1

41		10.08	6,92	11-20.08	6,61
42		20.08	6,63	21-31.08	6,11
43		31.08	5,47	1-10.09	6,27
44		10.09	6,51	11-20.09	6,5
45		20.09	6,66	21-30.09	6,58
46		30.09	6,6	1-10.10	6,69
47		10.10	7,18	11-20.10	7,96
48		20.10	8,64	21-30.10	10,1
49	2004	30.06	12,3	1-10.07	13
50		10.07	13,5	11-20.07	14,2
51		20.07	14,5	21-31.07	15,1
52		31.07	13,9	1-10.08	12
53		10.08	11,1	11-20.08	11,2
54		20.08	10,4	21-31.08	9,16
55		31.08	7,99	1-10.09	7,43
56		10.09	7,6	11-20.09	8,1
57		20.09	8,52	21-30.09	9,35
58		30.09	10,9	1-10.10	12,1
59		10.10	12,2	11-20.10	11,7
60		20.10	11,9	21-30.10	13,5
61	2005	30.06	19,5	1-10.07	16,3
62		10.07	15,2	11-20.07	15,3
63		20.07	15,7	21-31.07	16,2
64		31.07	15,5	1-10.08	14,1
65		10.08	13,7	11-20.08	13,4
66		20.08	13	21-31.08	12,1
67		31.08	11,6	1-10.09	11,1
68		10.09	10,3	11-20.09	9,7
69		20.09	9,3	21-30.09	8,83
70		30.09	8,24	1-10.10	7,46
71		10.10	7,07	11-20.10	8,21
72		20.10	9,73	21-30.10	11,3
73	2006	30.06	30,1	1-10.07	28,5
74		10.07	27,1	11-20.07	28
75		20.07	27,5	21-31.07	27
76		31.07	26	1-10.08	23
77		10.08	21,9	11-20.08	20,3
78		20.08	18	21-31.08	16,3
79		31.08	15,3	1-10.09	17,4
80		10.09	19,2	11-20.09	17,9
81		20.09	16,4	21-30.09	15,4
82		30.09	15,6	1-10.10	18,5
83		10.10	20,2	11-20.10	20,1
84		20.10	20	21-30.10	20,6
85	2007	30.06	10,7	1-10.07	8,44
86		10.07	7,88	11-20.07	7,19
87		20.07	6,54	21-31.07	6,22
88		31.07	6,11	1-10.08	6,18
89		10.08	6,35	11-20.08	6

Продовження табл. А1

90		20.08	5,59	21-31.08	5,05
91		31.08	4,76	1-10.09	4,46
92		10.09	4,33	11-20.09	4,54
93		20.09	4,72	21-30.09	4,78
94		30.09	4,99	1-10.10	5,31
95		10.10	5,86	11-20.10	6,69
96		20.10	7,32	21-30.10	6,88
97	2008	30.06	10,2	1-10.07	7,41
98		10.07	6,16	11-20.07	7,07
99		20.07	7,91	21-31.07	8,34
100		31.07	7,92	1-10.08	7,18
101		10.08	6,65	11-20.08	6,1
102		20.08	5,5	21-31.08	4,86
103		31.08	4,45	1-10.09	4,1
104		10.09	3,97	11-20.09	4,46
105		20.09	5,23	21-30.09	5,52
106		30.09	4,06	1-10.10	4,54
107		10.10	5,26	11-20.10	4,89
108		20.10	4,75	21-30.10	4,83
109	2009	30.06	12	1-10.07	10,6
110		10.07	10	11-20.07	9,36
111		20.07	9,23	21-31.07	8,13
112		31.07	7,2	1-10.08	6,46
113		10.08	6,01	11-20.08	5,93
114		20.08	5,75	21-31.08	5,05
115		31.08	4,5	1-10.09	4,43
116		10.09	4,15	11-20.09	3,59
117		20.09	3,16	21-30.09	2,97
118		30.09	2,84	1-10.10	2,61
119		10.10	2,52	11-20.10	2,73
120		20.10	3,05	21-30.10	3,96
121	2010	30.06	17,9	1-10.07	16,2
122		10.07	15,1	11-20.07	13,9
123		20.07	12,9	21-31.07	11,2
124		31.07	10,1	1-10.08	8,84
125		10.08	7,95	11-20.08	6,47
126		20.08	5,59	21-31.08	3,44
127		31.08	2,22	1-10.09	2,02
128		10.09	1,86	11-20.09	1,81
129		20.09	1,8	21-30.09	1,93
130		30.09	2,12	1-10.10	2,23
131		10.10	2,21	11-20.10	2,13
132		20.10	2,05	21-30.10	2,01
133	2011	30.06	8,43	1-10.07	9,77
134		10.07	<u>10,3</u>	11-20.07	10,3
135		20.07	10,1	21-31.07	8,61
136		31.07	<u>7,9</u>	1-10.08	7,1
137		10.08	6,62	11-20.08	6,02
138		20.08	5,64	21-31.08	5,16

Продовження табл. А1

139		31.08	<u>4,59</u>	1-10.09	4,03
140		10.09	3,78	11-20.09	3,51
141		20.09	3,28	21-30.09	3,09
142		30.09	2,86	1-10.10	2,73
143		10.10	2,73	11-20.10	2,25
144		20.10	2	21-30.10	1,78
145	2012	30.06	<u>8,15</u>	1-10.07	7,45
146		10.07	7,31	11-20.07	6,49
147		20.07	6,16	21-31.07	5,45
148		31.07	<u>4,73</u>	1-10.08	4,33
149		10.08	4,05	11-20.08	3,81
150		20.08	3,58	21-31.08	3,21
151		31.08	3,38	1-10.09	3,51
152		10.09	3,19	11-20.09	2,11
153		20.09	1,38	21-30.09	1,21
154		30.09	<u>1,05</u>	1-10.10	0,96
155		10.10	0,95	11-20.10	0,83
156		20.10	0,75	21-30.10	0,68
157	2013	30.06	10,8	1-10.07	7,9
158		10.07	5,81	11-20.07	4,95
159		20.07	4,45	21-31.07	4,26
160		31.07	4,09	1-10.08	3,69
161		10.08	3,48	11-20.08	2,85
162		20.08	2,38	21-31.08	1,44
163		31.08	1,37	1-10.09	1,69
164		10.09	1,87	11-20.09	1,96
165		20.09	2,18	21-30.09	2,77
166		30.09	3,24	1-10.10	4,12
167		10.10	4,83	11-20.10	5,97
168		20.10	6,65	21-30.10	7,1
169	2014	30.06	<u>4,85</u>	1-10.07	5,06
170		10.07	<u>5,20</u>	11-20.07	4,83
171		20.07	4,25	21-31.07	3,55
172		31.07	<u>3,05</u>	1-10.08	2,48
173		10.08	2,14	11-20.08	1,76
174		20.08	1,55	21-31.08	1,36
175		31.08	<u>1,30</u>	1-10.09	1,03
176		10.09	0,90	11-20.09	0,86
177		20.09	0,86	21-30.09	1,04
178		30.09	1,07	1-10.10	0,93
179		10.10	<u>0,80</u>	11-20.10	0,90
180		20.10	0,99	21-30.10	0,89
181	2015	30.06	<u>8,45</u>	1-10.07	7,60
182		10.07	7,40	11-20.07	8,03
183		20.07	8,47	21-31.07	8,34
184		31.07	8,33	1-10.08	6,72
185		10.08	5,22	11-20.08	3,91
186		20.08	3,30	21-31.08	3,05
187		31.08	<u>2,97</u>	1-10.09	2,23
188		10.09	1,73	11-20.09	1,50
189		20.09	1,44	21-30.09	1,42
190		30.09	<u>1,33</u>	1-10.10	1,22
191		10.10	1,14	11-20.10	1,09
192		20.10	<u>1,03</u>	21-30.10	1,04

Додаток А2 - Вихідні дані для розрахунку руслових запасів води і прогнозу середньомісячних витрат води р. Псел - с. Запсілля

№	Рік	Дата t	Витрата води в дату t	Період t+10	Витрати води
1	2000	30.06	24,8	1-10.07	21,2
2		10.07	19,7	11-20.07	19,1
3		20.07	19,1	21-31.07	22,6
4		31.07	24,8	1-10.08	31,2
5		10.08	31	11-20.08	31,2
6		20.08	29,2	21-31.08	30,6
7		31.08	26,1	1-10.09	25,1
8		10.09	25,5	11-20.09	26
9		20.09	31,8	21-30.09	35,8
10		30.09	40	1-10.10	41,9
11		10.10	45,3	11-20.10	42,6
12		20.10	38,6	21-30.10	37,8
13	2001	30.06	56,4	1-10.07	58,8
14		10.07	55,8	11-20.07	51,3
15		20.07	41	21-31.07	37,4
16		31.07	32,9	1-10.08	26,8
17		10.08	24,2	11-20.08	22,9
18		20.08	21,3	21-31.08	21,1
19		31.08	21,8	1-10.09	23,2
20		10.09	23,2	11-20.09	24,7
21		20.09	27	21-30.09	28,4
22		30.09	27,6	1-10.10	29,9
23		10.10	29,1	11-20.10	35,2
24		20.10	38,3	21-30.10	36,1
25	2002	30.06	29,3	1-10.07	24,9
26		10.07	22,3	11-20.07	21,9
27		20.07	22,6	21-31.07	22,6
28		31.07	21	1-10.08	18,1
29		10.08	15,4	11-20.08	17,2
30		20.08	16,3	21-31.08	18
31		31.08	17,8	1-10.09	18,5
32		10.09	16,9	11-20.09	15,9
33		20.09	15,4	21-30.09	18,2
34		30.09	19,5	1-10.10	27,4
35		10.10	27,8	11-20.10	31,3
36		20.10	30,7	21-30.10	36,3
37	2003	30.06	22,6	1-10.07	23,3
38		10.07	22,6	11-20.07	22

Продовження табл. А2

39		20.07	23	21-31.07	23,4
40		31.07	23,3	1-10.08	24
41		10.08	24	11-20.08	22,5
42		20.08	22,3	21-31.08	23,3
43		31.08	23	1-10.09	21,6
44		10.09	22,6	11-20.09	24,1
45		20.09	23,6	21-30.09	27,2
46		30.09	29,6	1-10.10	33,8
47		10.10	34,7	11-20.10	32,4
48		20.10	32,9	21-30.10	38,3
49	2004	30.06	34,7	1-10.07	29,9
50		10.07	26,7	11-20.07	28,5
51		20.07	30,3	21-31.07	37
52		31.07	34,3	1-10.08	40,4
53		10.08	41,5	11-20.08	36,1
54		20.08	29,4	21-31.08	26,2
55		31.08	23	1-10.09	21,8
56		10.09	22	11-20.09	23,3
57		20.09	24	21-30.09	26,1
58		30.09	32	1-10.10	45,2
59		10.10	48,7	11-20.10	52,3
60		20.10	55,6	21-30.10	56,6
61	2005	30.06	35,2	1-10.07	37,9
62		10.07	36,5	11-20.07	27,5
63		20.07	24,9	21-31.07	23,7
64		31.07	23,3	1-10.08	21,8
65		10.08	20,8	11-20.08	22,9
66		20.08	22,6	21-31.08	21,1
67		31.08	21,1	1-10.09	19,3
68		10.09	18,4	11-20.09	18,2
69		20.09	17,2	21-30.09	16,3
70		30.09	17	1-10.10	20,3
71		10.10	20,4	11-20.10	21,3
72		20.10	23,6	21-30.10	26,8
73	2006	30.06	48,1	1-10.07	38,9
74		10.07	27,3	11-20.07	27,2
75		20.07	24,5	21-31.07	21,6
76		31.07	17	1-10.08	20,4
77		10.08	19,5	11-20.08	20,5
78		20.08	19,5	21-31.08	20,7
79		31.08	23,6	1-10.09	23,2
80		10.09	24,5	11-20.09	26,1
81		20.09	29	21-30.09	33,6
82		30.09	36,9	1-10.10	38,2
83		10.10	38,6	11-20.10	39
84		20.10	40,8	21-30.10	38,6
85	2007	30.06	20	1-10.07	17,3
86		10.07	16,4	11-20.07	17,5
87		20.07	17,6	21-31.07	17,1

Продовження табл. А2

88		31.07	14,2	1-10.08	14,1
89		10.08	14,2	11-20.08	13,4
90		20.08	14,5	21-31.08	13
91		31.08	13,7	1-10.09	13,1
92		10.09	14,4	11-20.09	13,5
93		20.09	15	21-30.09	19,3
94		30.09	24,9	1-10.10	26,5
95		10.10	29,6	11-20.10	30,6
96		20.10	30,7	21-30.10	31
97	2008	30.06	18,5	1-10.07	15,5
98		10.07	13,1	11-20.07	13,7
99		20.07	15,4	21-31.07	17
100		31.07	14,5	1-10.08	14,9
101		10.08	14,8	11-20.08	14,7
102		20.08	13,8	21-31.08	9,06
103		31.08	3,57	1-10.09	6,95
104		10.09	8	11-20.09	11,3
105		20.09	14,3	21-30.09	19,9
106		30.09	20,8	1-10.10	20,6
107		10.10	19	11-20.10	21,1
108		20.10	24,9	21-30.10	25,6
109	2009	30.06	14,8	1-10.07	13,8
110		10.07	11,5	11-20.07	13,6
111		20.07	14,2	21-31.07	10,8
112		31.07	9,2	1-10.08	10,1
113		10.08	11,6	11-20.08	10,1
114		20.08	8,78	21-31.08	7,8
115		31.08	7,38	1-10.09	9,33
116		10.09	11	11-20.09	9,02
117		20.09	7,22	21-30.09	8,48
118		30.09	9,7	1-10.10	12,2
119		10.10	15,1	11-20.10	19,7
120		20.10	20,5	21-30.10	23,6
121	2010	30.06	11,1	1-10.07	11
122		10.07	10,4	11-20.07	11,6
123		20.07	13,4	21-31.07	12,3
124		31.07	10,5	1-10.08	10,6
125		10.08	10,4	11-20.08	10,1
126		20.08	9,11	21-31.08	9,84
127		31.08	9,87	1-10.09	8,91
128		10.09	7,47	11-20.09	8,01
129		20.09	8,64	21-30.09	9,96
130		30.09	12,1	1-10.10	13,5
131		10.10	15,1	11-20.10	15,4
132		20.10	16,8	21-30.10	16,7
133	2011	30.06	14,2	1-10.07	15,4
134		10.07	12,2	11-20.07	12,8
135		20.07	12,2	21-31.07	14,7
136		31.07	15,3	1-10.08	14,2

Продовження табл. А2

137		10.08	15,6	11-20.08	14,1
138		20.08	14,8	21-31.08	14,8
139		31.08	12,5	1-10.09	11
140		10.09	8,84	11-20.09	11,1
141		20.09	12	21-30.09	11,8
142		30.09	12,4	1-10.10	16,7
143		10.10	23,7	11-20.10	22,3
144		20.10	22,7	21-30.10	19,8
145	2012	30.06	12,2	1-10.07	14,5
146		10.07	16,5	11-20.07	13,8
147		20.07	12,2	21-31.07	10,9
148		31.07	9,26	1-10.08	7,9
149		10.08	6,43	11-20.08	6,8
150		20.08	6,95	21-31.08	7,45
151		31.08	7,43	1-10.09	7,81
152		10.09	7,65	11-20.09	8,83
153		20.09	9,48	21-30.09	11,5
154		30.09	14,8	1-10.10	14,8
155		10.10	17,5	11-20.10	23,1
156		20.10	23,1	21-30.10	25,1
157	2013	30.06	15,9	1-10.07	13,3
158		10.07	11,8	11-20.07	10,1
159		20.07	9,5	21-31.07	11,9
160		31.07	14,1	1-10.08	14,1
161		10.08	14,2	11-20.08	12,2
162		20.08	11,7	21-31.08	8,43
163		31.08	6,67	1-10.09	8,5
164		10.09	9,22	11-20.09	15,6
165		20.09	18,7	21-30.09	20,9
166		30.09	24,2	1-10.10	31,6
167		10.10	34	11-20.10	33,3
168		20.10	32,8	21-30.10	30,1
169	2014	30.06	10,5	1-10.07	11,6
170		10.07	12,5	11-20.07	11,6
171		20.07	10,0	21-31.07	11,5
172		31.07	12,0	1-10.08	10,9
173		10.08	8,12	11-20.08	7,99
174		20.08	8,42	21-31.08	8,11
175		31.08	7,99	1-10.09	8,13
176		10.09	7,94	11-20.09	6,91
177		20.09	6,86	21-30.09	9,11
178		30.09	11,0	1-10.10	16,4
179		10.10	20,1	11-20.10	19,5
180		20.10	17,9	21-30.10	19,1
181	2015	30.06	16,4	1-10.07	16,8
182		10.07	16,5	11-20.07	12,1
183		20.07	10,6	21-31.07	13,3
184		31.07	13,9	1-10.08	11,5
185		10.08	9,79	11-20.08	10,5

Продовження табл. А2

186		20.08	9,50	21-31.08	9,60
187		31.08	8,44	1-10.09	7,95
188		10.09	7,74	11-20.09	8,53
189		20.09	9,83	21-30.09	11,5
190		30.09	11,4	1-10.10	12,1
191		10.10	13,8	11-20.10	15,1
192		20.10	16,0	21-30.10	14,6

Додаток А3 - Вихідні дані для розрахунку руслових запасів води і прогнозу середньомісячних витрат води р. Ворскла - м. Кобеляки

1	2000	30.06	18,3	1-10.07	12,1
2		10.07	10,3	11-20.07	10,8
3		20.07	11,3	21-31.07	13,1
4		31.07	14,7	1-10.08	15,9
5		10.08	16,3	11-20.08	15,6
6		20.08	15,8	21-31.08	16,3
7		31.08	16,3	1-10.09	16,7
8		10.09	17,4	11-20.09	19,4
9		20.09	21,5	21-30.09	18,9
10		30.09	20,4	1-10.10	27,2
11		10.10	28,9	11-20.10	30,7
12		20.10	30,3	21-30.10	28,2
13	2001	30.06	51,7	1-10.07	52,7
14		10.07	52,9	11-20.07	46,8
15		20.07	28,8	21-31.07	37,4
16		31.07	34,7	1-10.08	26,4
17		10.08	20,5	11-20.08	15,4
18		20.08	12,6	21-31.08	11,6
19		31.08	10,9	1-10.09	12,2
20		10.09	12,8	11-20.09	14,2
21		20.09	12,1	21-30.09	17,2
22		30.09	25	1-10.10	26,2
23		10.10	28,2	11-20.10	28,9
24		20.10	31,4	21-30.10	29,6
25	2002	30.06	24,5	1-10.07	21,8
26		10.07	19,8	11-20.07	17,2
27		20.07	15,6	21-31.07	15,5
28		31.07	16,2	1-10.08	14,3
29		10.08	12,9	11-20.08	13
30		20.08	14,1	21-31.08	14,5
31		31.08	16	1-10.09	13,8
32		10.09	12,5	11-20.09	12,3
33		20.09	14,1	21-30.09	15,6
34		30.09	16,7	1-10.10	24,2
35		10.10	29,5	11-20.10	28
36		20.10	25,3	21-30.10	29,1
37	2003	30.06	13,1	1-10.07	14,1
38		10.07	14,6	11-20.07	15

Продовження табл. А3

39		20.07	16	21-31.07	17,1
40		31.07	18,8	1-10.08	18,1
41		10.08	19,1	11-20.08	20,5
42		20.08	19,7	21-31.08	18,5
43		31.08	18,1	1-10.09	20,4
44		10.09	21,3	11-20.09	22,9
45		20.09	25,1	21-30.09	25,5
46		30.09	26,8	1-10.10	28,3
47		10.10	31,8	11-20.10	29,9
48		20.10	31,7	21-30.10	32,7
49	2004	30.06	29,5	1-10.07	30,5
50		10.07	30,2	11-20.07	34,1
51		20.07	36,8	21-31.07	33,5
52		31.07	31,8	1-10.08	31,6
53		10.08	34,8	11-20.08	31
54		20.08	28,3	21-31.08	23,7
55		31.08	15,5	1-10.09	18,7
56		10.09	20,5	11-20.09	22,3
57		20.09	23,5	21-30.09	26,3
58		30.09	21,3	1-10.10	35,3
59		10.10	39,7	11-20.10	42,2
60		20.10	45	21-30.10	43,3
61	2005	30.06	26	1-10.07	24,7
62		10.07	21,9	11-20.07	21,2
63		20.07	19,9	21-31.07	22,3
64		31.07	22,8	1-10.08	18,5
65		10.08	17,2	11-20.08	17
66		20.08	16,2	21-31.08	18,4
67		31.08	20	1-10.09	16,3
68		10.09	13,3	11-20.09	14,4
69		20.09	14,2	21-30.09	14,2
70		30.09	14,1	1-10.10	16,3
71		10.10	17,5	11-20.10	21
72		20.10	22,1	21-30.10	22,9
73	2006	30.06	27,1	1-10.07	25,7
74		10.07	24,8	11-20.07	21,6
75		20.07	18,6	21-31.07	15
76		31.07	11,7	1-10.08	13,5
77		10.08	12,6	11-20.08	12,4
78		20.08	11	21-31.08	14,5
79		31.08	17,1	1-10.09	18,1
80		10.09	19,6	11-20.09	20,4
81		20.09	20,4	21-30.09	20,2
82		30.09	20,5	1-10.10	22
83		10.10	23,1	11-20.10	21,5
84		20.10	22,7	21-30.10	26,3
85	2007	30.06	14,9	1-10.07	16,5
86		10.07	15,8	11-20.07	14,5
87		20.07	14,3	21-31.07	13,3

Продовження табл. А3

88		31.07	12,5	1-10.08	11,5
89		10.08	10,9	11-20.08	9,69
90		20.08	10,6	21-31.08	11,4
91		31.08	10,3	1-10.09	10,7
92		10.09	11,3	11-20.09	12,7
93		20.09	13,4	21-30.09	14
94		30.09	14	1-10.10	20,1
95		10.10	23,2	11-20.10	23,2
96		20.10	24,1	21-30.10	26,1
97	2008	30.06	16,2	1-10.07	13,9
98		10.07	15,3	11-20.07	17,4
99		20.07	19,8	21-31.07	20,5
100		31.07	19,3	1-10.08	16,6
101		10.08	14	11-20.08	13,8
102		20.08	12,3	21-31.08	11,1
103		31.08	8,54	1-10.09	8,84
104		10.09	10,3	11-20.09	12,4
105		20.09	13,8	21-30.09	15
106		30.09	15,2	1-10.10	15,6
107		10.10	17,2	11-20.10	18,4
108		20.10	20,2	21-30.10	20,7
109	2009	30.06	16,3	1-10.07	12,9
110		10.07	12	11-20.07	13,6
111		20.07	14,4	21-31.07	13
112		31.07	11,4	1-10.08	10,2
113		10.08	10,1	11-20.08	11,3
114		20.08	10,8	21-31.08	9,26
115		31.08	9,14	1-10.09	9,98
116		10.09	10,4	11-20.09	10,8
117		20.09	11,4	21-30.09	13,5
118		30.09	15	1-10.10	11,7
119		10.10	10	11-20.10	13,6
120		20.10	15,6	21-30.10	17,6
121	2010	30.06	19,3	1-10.07	15,7
122		10.07	14,8	11-20.07	13,5
123		20.07	13,9	21-31.07	13,3
124		31.07	12,6	1-10.08	10,7
125		10.08	9,46	11-20.08	10,5
126		20.08	10,6	21-31.08	7,83
127		31.08	6,84	1-10.09	7,95
128		10.09	7,88	11-20.09	7,17
129		20.09	6,98	21-30.09	8,14
130		30.09	9,02	1-10.10	14,2
131		10.10	16,4	11-20.10	16,4
132		20.10	17,4	21-30.10	18,5
133	2011	30.06	13	1-10.07	20,1
134		10.07	21,3	11-20.07	18,6
135		20.07	16,5	21-31.07	17,7
136		31.07	17,3	1-10.08	16,3

Продовження табл. А3

137		10.08	14,4	11-20.08	10,4
138		20.08	7,66	21-31.08	5,2
139		31.08	5,02	1-10.09	6,17
140		10.09	7,38	11-20.09	8,06
141		20.09	8,92	21-30.09	9,94
142		30.09	10,9	1-10.10	11,8
143		10.10	13,1	11-20.10	15
144		20.10	16,1	21-30.10	17
145	2012	30.06	8,21	1-10.07	7,59
146		10.07	6,66	11-20.07	5,98
147		20.07	5,18	21-31.07	3,57
148		31.07	2,95	1-10.08	2,85
149		10.08	2,83	11-20.08	3,09
150		20.08	3,2	21-31.08	3,42
151		31.08	3,88	1-10.09	3,89
152		10.09	3,94	11-20.09	4,12
153		20.09	4,27	21-30.09	4,89
154		30.09	5,57	1-10.10	9,31
155		10.10	14	11-20.10	16,3
156		20.10	17,5	21-30.10	18,2
157	2013	30.06	4,35	1-10.07	4,2
158		10.07	3,65	11-20.07	3,55
159		20.07	3,53	21-31.07	3,47
160		31.07	3,66	1-10.08	4,8
161		10.08	5,71	11-20.08	4,66
162		20.08	4,21	21-31.08	4,59
163		31.08	5,61	1-10.09	5,79
164		10.09	6,47	11-20.09	8,19
165		20.09	11,4	21-30.09	12
166		30.09	12,9	1-10.10	14,7
167		10.10	18,4	11-20.10	22
168		20.10	25	21-30.10	21,8
169	2014	30.06	11,9	1-10.07	12,2
170		10.07	13,1	11-20.07	14,9
171		20.07	14,7	21-31.07	13,4
172		31.07	12,8	1-10.08	10,5
173		10.08	8,76	11-20.08	7,48
174		20.08	6,51	21-31.08	5,74
175		31.08	5,53	1-10.09	5,21
176		10.09	4,89	11-20.09	6,09
177		20.09	6,84	21-30.09	7,17
178		30.09	7,30	1-10.10	12,3
179		10.10	16,0	11-20.10	17,1
180		20.10	19,9	21-30.10	19,2
181	2015	30.06	11,7	1-10.07	13,0
182		10.07	11,0	11-20.07	10,3
183		20.07	8,95	21-31.07	8,12
184		31.07	8,16	1-10.08	7,35

Продовження табл. А3

185		10.08	6,54	11-20.08	6,82
186		20.08	6,87	21-31.08	6,24
187		31.08	4,85	1-10.09	4,81
188		10.09	4,49	11-20.09	4,43
189		20.09	4,57	21-30.09	6,04
190		30.09	5,92	1-10.10	6,11
191		10.10	6,80	11-20.10	8,23
192		20.10	10,8	21-30.10	12,0
1	2000	30.06	18,3	1-10.07	12,1

Додаток Б1 – Розрахунок допустимої та середньоквадратичної похибки для р. Сула

№п/п	Витрата води t+10	Q`	Q-Q`	(Q-Q`)²	Q-Qср	(Q-Qср)²
1	9,77	10,04	-0,27	0,08	1,18	1,39
2	8,08	9,08	-1,00	1,00	-0,51	0,26
3	7,15	7,20	-0,05	0,00	-1,44	2,07
4	7,57	6,95	0,62	0,38	-1,02	1,04
5	7,31	7,51	-0,20	0,04	-1,28	1,64
6	6,58	6,37	0,21	0,04	-2,01	4,04
7	8,05	7,15	0,90	0,82	-0,54	0,29
8	10,8	9,21	1,59	2,52	2,21	4,88
9	13,7	11,59	2,11	4,45	5,11	26,11
10	12,2	13,23	-1,03	1,06	3,61	13,03
11	15,6	12,65	2,95	8,69	7,01	49,14
12	18,4	17,00	1,40	1,97	9,81	96,24
13	34,8	33,51	1,29	1,66	26,21	686,96
14	35,7	35,44	0,26	0,07	27,11	734,95
15	30,3	31,00	-0,70	0,49	21,71	471,32
16	28,5	27,72	0,78	0,61	19,91	396,41
17	26,4	27,33	-0,93	0,87	17,81	317,20
18	22,1	24,43	-2,33	5,45	13,51	182,52
19	20	20,09	-0,09	0,01	11,41	130,19
20	17,6	17,96	-0,36	0,13	9,01	81,18
21	17,1	16,61	0,49	0,24	8,51	72,42
22	15,4	16,03	-0,63	0,40	6,81	46,38
23	14,2	14,49	-0,29	0,08	5,61	31,47
24	12,7	12,85	-0,15	0,02	4,11	16,89
25	13,5	14,20	-0,70	0,49	4,91	24,11
26	11,3	11,59	-0,29	0,08	2,71	7,34
27	10,8	10,43	0,37	0,14	2,21	4,88
28	10,2	10,24	-0,04	0,00	1,61	2,59
29	9,88	9,66	0,22	0,05	1,29	1,66
30	8,86	9,26	-0,40	0,16	0,27	0,07
31	6,9	7,81	-0,91	0,83	-1,69	2,86
32	5,77	6,11	-0,34	0,12	-2,82	7,95

Продовження табл. Б1

33	6,44	5,40	1,04	1,08	-2,15	4,62
34	8,39	7,63	0,76	0,58	-0,2	0,04
35	10,3	8,98	1,32	1,74	1,71	2,92
36	12,4	11,11	1,29	1,67	3,81	14,52
37	10,9	10,33	0,57	0,32	2,31	5,34
38	12	10,91	1,09	1,18	3,41	11,63
39	9,89	11,88	-1,99	3,96	1,3	1,69
40	7,4	7,86	-0,46	0,21	-1,19	1,42
41	6,61	6,68	-0,07	0,01	-1,98	3,92
42	6,11	6,40	-0,29	0,09	-2,48	6,15
43	6,27	5,28	0,99	0,97	-2,32	5,38
44	6,5	6,29	0,21	0,05	-2,09	4,37
45	6,58	6,43	0,15	0,02	-2,01	4,04
46	6,69	6,37	0,32	0,10	-1,9	3,61
47	7,96	6,93	1,03	1,05	-0,63	0,40
48	10,1	8,34	1,76	3,08	1,51	2,28
49	13	11,88	1,12	1,26	4,41	19,45
50	14,2	13,04	1,16	1,35	5,61	31,47
51	15,1	14,00	1,10	1,20	6,51	42,38
52	12	13,42	-1,42	2,03	3,41	11,63
53	11,2	10,72	0,48	0,23	2,61	6,81
54	9,16	10,04	-0,88	0,78	0,57	0,32
55	7,43	7,72	-0,29	0,08	-1,16	1,35
56	8,1	7,34	0,76	0,58	-0,49	0,24
57	9,35	8,23	1,12	1,26	0,76	0,58
58	12,1	10,53	1,57	2,47	3,51	12,32
59	11,7	11,78	-0,08	0,01	3,11	9,67
60	13,5	11,49	2,01	4,03	4,91	24,11
61	16,3	18,83	-2,53	6,42	7,71	59,44
62	15,3	14,68	0,62	0,38	6,71	45,02
63	16,2	15,16	1,04	1,08	7,61	57,91
64	14,1	14,97	-0,87	0,76	5,51	30,36
65	13,4	13,23	0,17	0,03	4,81	23,14
66	12,1	12,56	-0,46	0,21	3,51	12,32
67	11,1	11,20	-0,10	0,01	2,51	6,30
68	9,7	9,95	-0,25	0,06	1,11	1,23
69	8,83	8,98	-0,15	0,02	0,24	0,06
70	7,46	7,96	-0,50	0,25	-1,13	1,28
71	8,21	6,83	1,38	1,91	-0,38	0,14
72	11,3	9,40	1,90	3,62	2,71	7,34
73	28,5	29,07	-0,57	0,33	19,91	396,41
74	28	26,17	1,83	3,34	19,41	376,75
75	27	26,56	0,44	0,19	18,41	338,93
76	23	25,11	-2,11	4,46	14,41	207,65
77	20,3	21,15	-0,85	0,72	11,71	137,12
78	16,3	17,38	-1,08	1,18	7,71	59,44
79	17,4	14,78	2,62	6,88	8,81	77,62
80	17,9	18,54	-0,64	0,41	9,31	86,68
81	15,4	15,84	-0,44	0,19	6,81	46,38

Продовження табл. Б1

82	18,5	15,07	3,43	11,79	9,91	98,21
83	20,1	19,51	0,59	0,35	11,51	132,48
84	20,6	19,32	1,28	1,65	12,01	144,24
85	8,44	10,33	-1,89	3,59	-0,15	0,02
86	7,19	7,61	-0,42	0,18	-1,4	1,96
87	6,22	6,32	-0,10	0,01	-2,37	5,62
88	6,18	5,90	0,28	0,08	-2,41	5,81
89	6	6,13	-0,13	0,02	-2,59	6,71
90	5,05	5,40	-0,35	0,12	-3,54	12,53
91	4,46	4,60	-0,14	0,02	-4,13	17,06
92	4,54	4,18	0,36	0,13	-4,05	16,40
93	4,78	4,56	0,22	0,05	-3,81	14,52
94	5,31	4,82	0,49	0,24	-3,28	10,76
95	6,69	5,66	1,03	1,06	-1,9	3,61
96	6,88	7,07	-0,19	0,04	-1,71	2,92
97	7,41	9,85	-2,44	5,96	-1,18	1,39
98	7,07	5,95	1,12	1,26	-1,52	2,31
99	8,34	7,64	0,70	0,49	-0,25	0,06
100	7,18	7,65	-0,47	0,22	-1,41	1,99
101	6,1	6,42	-0,32	0,10	-2,49	6,20
102	4,86	5,31	-0,45	0,20	-3,73	13,91
103	4,1	4,30	-0,20	0,04	-4,49	20,16
104	4,46	3,83	0,63	0,39	-4,13	17,06
105	5,52	5,05	0,47	0,22	-3,07	9,42
106	4,54	3,92	0,62	0,38	-4,05	16,40
107	4,89	5,08	-0,19	0,04	-3,7	13,69
108	4,83	4,59	0,24	0,06	-3,76	14,14
109	10,6	11,59	-0,99	0,98	2,01	4,04
110	9,36	9,66	-0,30	0,09	0,77	0,59
111	8,13	8,91	-0,78	0,62	-0,46	0,21
112	6,46	6,95	-0,49	0,24	-2,13	4,54
113	5,93	5,80	0,13	0,02	-2,66	7,08
114	5,05	5,55	-0,50	0,25	-3,54	12,53
115	4,43	4,35	0,08	0,01	-4,16	17,31
116	3,59	4,01	-0,42	0,17	-5	25,00
117	2,97	3,05	-0,08	0,01	-5,62	31,58
118	2,61	2,74	-0,13	0,02	-5,98	35,76
119	2,73	2,43	0,30	0,09	-5,86	34,34
120	3,96	2,95	1,01	1,03	-4,63	21,44
121	16,2	17,29	-1,09	1,18	7,61	57,91
122	13,9	14,58	-0,68	0,47	5,31	28,20
123	11,2	12,46	-1,26	1,58	2,61	6,81
124	8,84	9,75	-0,91	0,84	0,25	0,06
125	6,47	7,68	-1,21	1,46	-2,12	4,49
126	3,44	5,40	-1,96	3,84	-5,15	26,52
127	2,02	2,14	-0,12	0,02	-6,57	43,16
128	1,81	1,80	0,01	0,00	-6,78	45,97
129	1,93	1,74	0,19	0,04	-6,66	44,36
130	2,23	2,05	0,18	0,03	-6,36	40,45

Продовження табл. Б1

131	2,13	2,13	0,00	0,00	-6,46	41,73
132	2,01	1,98	0,03	0,00	-6,58	43,30
133	9,77	8,14	1,63	2,65	1,18	1,39
134	10,3	9,95	0,35	0,12	1,71	2,92
135	8,61	9,75	-1,14	1,31	0,02	0,00
136	7,1	7,63	-0,53	0,28	-1,49	2,22
137	6,02	6,39	-0,37	0,14	-2,57	6,60
138	5,16	5,45	-0,29	0,08	-3,43	11,76
139	4,03	4,43	-0,40	0,16	-4,56	20,79
140	3,51	3,65	-0,14	0,02	-5,08	25,81
141	3,09	3,17	-0,08	0,01	-5,5	30,25
142	2,73	2,76	-0,03	0,00	-5,86	34,34
143	2,25	2,64	-0,39	0,15	-6,34	40,20
144	1,78	1,93	-0,15	0,02	-6,81	46,38
145	7,45	7,87	-0,42	0,18	-1,14	1,30
146	6,49	7,06	-0,57	0,32	-2,1	4,41
147	5,45	5,95	-0,50	0,25	-3,14	9,86
148	4,33	4,57	-0,24	0,06	-4,26	18,15
149	3,81	3,91	-0,10	0,01	-4,78	22,85
150	3,21	3,46	-0,25	0,06	-5,38	28,94
151	3,51	3,26	0,25	0,06	-5,08	25,81
152	2,11	3,08	-0,97	0,94	-6,48	41,99
153	1,21	1,33	-0,12	0,02	-7,38	54,46
154	0,96	1,01	-0,05	0,00	-7,63	58,22
155	0,83	0,92	-0,09	0,01	-7,76	60,22
156	0,68	0,72	-0,04	0,00	-7,91	62,57
157	7,9	10,43	-2,53	6,40	-0,69	0,48
158	4,95	5,61	-0,66	0,44	-3,64	13,25
159	4,26	4,30	-0,04	0,00	-4,33	18,75
160	3,69	3,95	-0,26	0,07	-4,9	24,01
161	2,85	3,36	-0,51	0,26	-5,74	32,95
162	1,44	2,30	-0,86	0,74	-7,15	51,12
163	1,69	1,32	0,37	0,13	-6,9	47,61
164	1,96	1,81	0,15	0,02	-6,63	43,96
165	2,77	2,11	0,66	0,44	-5,82	33,87
166	4,12	3,13	0,99	0,98	-4,47	19,98
167	5,97	4,66	1,31	1,70	-2,62	6,86
168	7,1	6,42	0,68	0,46	-1,49	2,22
169	5,06	4,68	0,38	0,14	-3,53	12,46
170	4,83	5,02	-0,19	0,04	-3,76	14,14
171	3,55	4,10	-0,55	0,31	-5,04	25,40
172	2,48	2,95	-0,47	0,22	-6,11	37,33
173	1,76	2,07	-0,31	0,09	-6,83	46,65
174	1,36	1,50	-0,14	0,02	-7,23	52,27
175	1,03	1,26	-0,23	0,05	-7,56	57,15
176	0,86	0,87	-0,01	0,00	-7,73	59,75
177	1,04	0,83	0,21	0,04	-7,55	57,00
178	0,93	1,03	-0,10	0,01	-7,66	58,68
179	0,90	0,77	0,13	0,02	-7,69	59,14

180	0,89	0,96	-0,07	0,00	-7,7	59,29
181	7,60	8,16	-0,56	0,31	-0,99	0,98
182	8,03	7,15	0,88	0,78	-0,56	0,31
183	8,34	8,18	0,16	0,03	-0,25	0,06
184	6,72	8,05	-1,33	1,76	-1,87	3,50
185	3,91	5,04	-1,13	1,28	-4,68	21,90
186	3,05	3,19	-0,14	0,02	-5,54	30,69
187	2,23	2,87	-0,64	0,41	-6,36	40,45
188	1,50	1,67	-0,17	0,03	-7,09	50,27
189	1,42	1,39	0,03	0,00	-7,17	51,41
190	1,22	1,28	-0,06	0,00	-7,37	54,32
191	1,09	1,10	-0,01	0,00	-7,5	56,25
192	1,04	0,99	0,05	0,00	-7,55	57,00
Сер. знач.	8,59			$\Sigma=162,49$		$\Sigma=8603,55$
$S/\sigma=0,14$		$\delta_{\text{доп}} = 4,52$		$S=0,92$	$P = 100\%$	$\sigma=6,71$
Липень	$S/\sigma=0,11$	$\delta_{\text{доп}} =6,20$		$S=1,03$	$P =100\%$	$\sigma=9,20$
Серпень	$S/\sigma=0,14$	$\delta_{\text{доп}} =4,19$		$S=0,84$	$P =100\%$	$\sigma=6,21$
Вересень	$S/\sigma=0,14$	$\delta_{\text{доп}} =3,62$		$S=0,73$	$P =100\%$	$\sigma=5,37$
Жовтень	$S/\sigma=0,18$	$\delta_{\text{доп}} =3,90$		$S=1,06$	$P =100\%$	$\sigma=5,79$

Додаток Б2 – Розрахунок допустимої та середньоквадратичної похибки для р. Псел

№п/п	Витрата води t+10	Q`	Q-Q`	(Q-Q`)²	Q-Qср	(Q-Qср)²
1	21,2	25,13	-3,93	15,44	7,44	55,35
2	19,1	19,96	-0,86	0,74	5,34	28,52
3	22,6	19,35	3,25	10,54	8,84	78,15
4	31,2	25,13	6,07	36,85	17,44	304,15
5	31,2	31,41	-0,21	0,05	17,44	304,15
6	30,6	29,59	1,01	1,02	16,84	283,59
7	25,1	26,45	-1,35	1,81	11,34	128,60
8	26	25,84	0,16	0,03	12,24	149,82
9	35,8	32,22	3,58	12,80	22,04	485,76
10	41,9	40,53	1,37	1,87	28,14	791,86
11	42,6	45,90	-3,30	10,91	28,84	831,75
12	37,8	39,11	-1,31	1,72	24,04	577,92
13	58,8	57,15	1,65	2,72	45,04	2028,60
14	51,3	56,54	-5,24	27,48	37,54	1409,25
15	37,4	41,55	-4,15	17,18	23,64	558,85
16	26,8	33,34	-6,54	42,74	13,04	170,04
17	22,9	24,52	-1,62	2,63	9,14	83,54
18	21,1	21,58	-0,48	0,23	7,34	53,88
19	23,2	22,09	1,11	1,23	9,44	89,11
20	24,7	23,51	1,19	1,42	10,94	119,68
21	28,4	27,36	1,04	1,08	14,64	214,33
22	29,9	27,97	1,93	3,74	16,14	260,50
23	35,2	29,49	5,71	32,64	21,44	459,67
24	36,1	38,81	-2,71	7,34	22,34	499,08
25	24,9	29,69	-4,79	22,94	11,14	124,10
26	21,9	22,60	-0,70	0,49	8,14	66,26
27	22,6	22,90	-0,30	0,09	8,84	78,15
28	18,1	21,28	-3,18	10,11	4,34	18,84
29	17,2	15,60	1,60	2,54	3,44	11,83
30	18	16,52	1,48	2,20	4,24	17,98
31	18,5	18,04	0,46	0,21	4,74	22,47
32	15,9	17,12	-1,22	1,50	2,14	4,58
33	18,2	15,60	2,60	6,73	4,44	19,71
34	27,4	19,76	7,64	58,38	13,64	186,05
35	31,3	28,17	3,13	9,80	17,54	307,65
36	36,3	31,11	5,19	26,95	22,54	508,05
37	23,3	22,90	0,40	0,16	9,54	91,01
38	22	22,90	-0,90	0,81	8,24	67,90
39	23,4	23,31	0,09	0,01	9,64	92,93
40	24	23,61	0,39	0,15	10,24	104,86
41	22,5	24,32	-1,82	3,31	8,74	76,39
42	23,3	22,60	0,70	0,49	9,54	91,01

Продовження табл. Б2

43	21,6	23,31	-1,71	2,91	7,84	61,47
44	24,1	22,90	1,20	1,44	10,34	106,92
45	27,2	23,91	3,29	10,80	13,44	180,63
46	33,8	29,99	3,81	14,49	20,04	401,60
47	32,4	35,16	-2,76	7,63	18,64	347,45
48	38,3	33,34	4,96	24,63	24,54	602,21
49	29,9	35,16	-5,26	27,68	16,14	260,50
50	28,5	27,06	1,44	2,09	14,74	217,27
51	37	30,70	6,30	39,65	23,24	540,10
52	40,4	34,76	5,64	31,85	26,64	709,69
53	36,1	42,05	-5,95	35,43	22,34	499,08
54	26,2	29,79	-3,59	12,90	12,44	154,75
55	21,8	23,31	-1,51	2,27	8,04	64,64
56	23,3	22,29	1,01	1,01	9,54	91,01
57	26,1	24,32	1,78	3,17	12,34	152,28
58	45,2	32,43	12,77	163,19	31,44	988,47
59	52,3	49,35	2,95	8,72	38,54	1485,33
60	56,6	56,34	0,26	0,07	42,84	1835,27
61	37,9	35,67	2,23	4,98	24,14	582,74
62	27,5	36,99	-9,49	89,97	13,74	188,79
63	23,7	25,23	-1,53	2,34	9,94	98,80
64	21,8	23,61	-1,81	3,28	8,04	64,64
65	22,9	21,08	1,82	3,32	9,14	83,54
66	21,1	22,90	-1,80	3,24	7,34	53,88
67	19,3	21,38	-2,08	4,33	5,54	30,69
68	18,2	18,64	-0,44	0,20	4,44	19,71
69	16,3	17,43	-1,13	1,27	2,54	6,45
70	20,3	17,23	3,07	9,45	6,54	42,77
71	21,3	20,67	0,63	0,40	7,54	56,85
72	26,8	23,91	2,89	8,33	13,04	170,04
73	38,9	48,74	-9,84	96,82	25,14	632,02
74	27,2	27,66	-0,46	0,21	13,44	180,63
75	21,6	24,83	-3,23	10,41	7,84	61,47
76	20,4	17,23	3,17	10,07	6,64	44,09
77	20,5	19,76	0,74	0,55	6,74	45,43
78	20,7	19,76	0,94	0,88	6,94	48,16
79	23,2	23,91	-0,71	0,51	9,44	89,11
80	26,1	24,83	1,27	1,62	12,34	152,28
81	33,6	29,39	4,21	17,76	19,84	393,63
82	38,2	37,39	0,81	0,65	24,44	597,31
83	39	39,11	-0,11	0,01	25,24	637,06
84	38,6	41,34	-2,74	7,52	24,84	617,03
85	17,3	20,27	-2,97	8,80	3,54	12,53
86	17,5	16,62	0,88	0,78	3,74	13,99
87	17,1	17,83	-0,73	0,54	3,34	11,16
88	14,1	14,39	-0,29	0,08	0,34	0,12
89	13,4	14,39	-0,99	0,98	-0,36	0,13
90	13	14,69	-1,69	2,87	-0,76	0,58

Продовження табл. Б2

91	13,1	13,88	-0,78	0,61	-0,66	0,44
92	13,5	14,59	-1,09	1,19	-0,26	0,07
93	19,3	15,20	4,10	16,81	5,54	30,69
94	26,5	25,23	1,27	1,61	12,74	162,31
95	30,6	29,99	0,61	0,37	16,84	283,59
96	31	31,11	-0,11	0,01	17,24	297,22
97	15,5	18,75	-3,25	10,54	1,74	3,03
98	13,7	13,27	0,43	0,18	-0,06	0,00
99	17	15,60	1,40	1,95	3,24	10,50
100	14,9	14,69	0,21	0,04	1,14	1,30
101	14,7	15,00	-0,30	0,09	0,94	0,88
102	9,06	13,98	-4,92	24,24	-4,7	22,09
103	6,95	3,62	3,33	11,11	-6,81	46,38
104	11,3	8,11	3,19	10,20	-2,46	6,05
105	19,9	14,49	5,41	29,27	6,14	37,70
106	20,6	21,08	-0,48	0,23	6,84	46,79
107	21,1	19,25	1,85	3,41	7,34	53,88
108	25,6	25,23	0,37	0,14	11,84	140,19
109	13,8	15,00	-1,20	1,43	0,04	0,00
110	13,6	11,65	1,95	3,79	-0,16	0,03
111	10,8	14,39	-3,59	12,88	-2,96	8,76
112	10,1	9,32	0,78	0,60	-3,66	13,40
113	10,1	11,75	-1,65	2,74	-3,66	13,40
114	7,8	8,90	-1,10	1,20	-5,96	35,52
115	9,33	7,48	1,85	3,43	-4,43	19,62
116	9,02	11,15	-2,13	4,52	-4,74	22,47
117	8,48	7,32	1,16	1,35	-5,28	27,88
118	12,2	9,83	2,37	5,62	-1,56	2,43
119	19,7	15,30	4,40	19,35	5,94	35,28
120	23,6	20,77	2,83	7,99	9,84	96,83
121	11	11,25	-0,25	0,06	-2,76	7,62
122	11,6	10,54	1,06	1,13	-2,16	4,67
123	12,3	13,58	-1,28	1,63	-1,46	2,13
124	10,6	10,64	-0,04	0,00	-3,16	9,99
125	10,1	10,54	-0,44	0,19	-3,66	13,40
126	9,84	9,23	0,61	0,37	-3,92	15,37
127	8,91	10,00	-1,09	1,19	-4,85	23,52
128	8,01	7,57	0,44	0,19	-5,75	33,06
129	9,96	8,75	1,21	1,45	-3,8	14,44
130	13,5	12,26	1,24	1,54	-0,26	0,07
131	15,4	15,30	0,10	0,01	1,64	2,69
132	16,7	17,02	-0,32	0,10	2,94	8,64
133	15,4	14,39	1,01	1,02	1,64	2,69
134	12,8	12,36	0,44	0,19	-0,96	0,92
135	14,7	12,36	2,34	5,47	0,94	0,88
136	14,2	15,50	-1,30	1,70	0,44	0,19
137	14,1	15,81	-1,71	2,92	0,34	0,12

Продовження табл. Б2

138	14,8	15,00	-0,20	0,04	1,04	1,08
139	11	12,67	-1,67	2,78	-2,76	7,62
140	11,1	8,96	2,14	4,59	-2,66	7,08
141	11,8	12,16	-0,36	0,13	-1,96	3,84
142	16,7	12,56	4,14	17,10	2,94	8,64
143	22,3	24,02	-1,72	2,94	8,54	72,93
144	19,8	23,00	-3,20	10,25	6,04	36,48
145	14,5	12,36	2,14	4,57	0,74	0,55
146	13,8	16,72	-2,92	8,52	0,04	0,00
147	10,9	12,36	-1,46	2,14	-2,86	8,18
148	7,9	9,38	-1,48	2,20	-5,86	34,34
149	6,8	6,52	0,28	0,08	-6,96	48,44
150	7,45	7,04	0,41	0,17	-6,31	39,82
151	7,81	7,53	0,28	0,08	-5,95	35,40
152	8,83	7,75	1,08	1,16	-4,93	24,30
153	11,5	9,61	1,89	3,59	-2,26	5,11
154	14,8	15,00	-0,20	0,04	1,04	1,08
155	23,1	17,73	5,37	28,81	9,34	87,24
156	25,1	23,41	1,69	2,87	11,34	128,60
157	13,3	16,11	-2,81	7,90	-0,46	0,21
158	10,1	11,96	-1,86	3,45	-3,66	13,40
159	11,9	9,63	2,27	5,17	-1,86	3,46
160	14,1	14,29	-0,19	0,04	0,34	0,12
161	12,2	14,39	-2,19	4,79	-1,56	2,43
162	8,43	11,86	-3,43	11,73	-5,33	28,41
163	8,5	6,76	1,74	3,03	-5,26	27,67
164	15,6	9,34	6,26	39,15	1,84	3,39
165	20,9	18,95	1,95	3,81	7,14	50,98
166	31,6	24,52	7,08	50,10	17,84	318,27
167	33,3	34,45	-1,15	1,33	19,54	381,81
168	30,1	33,24	-3,14	9,84	16,34	267,00
169	11,6	10,64	0,96	0,92	-2,16	4,67
170	11,6	12,67	-1,07	1,14	-2,16	4,67
171	11,5	10,13	1,37	1,87	-2,26	5,11
172	10,9	12,16	-1,26	1,59	-2,86	8,18
173	7,99	8,23	-0,24	0,06	-5,77	33,29
174	8,11	8,53	-0,42	0,18	-5,65	31,92
175	8,13	8,10	0,03	0,00	-5,63	31,70
176	6,91	8,05	-1,14	1,29	-6,85	46,92
177	9,11	6,95	2,16	4,66	-4,65	21,62
178	16,4	11,15	5,25	27,60	2,64	6,97
179	19,5	20,37	-0,87	0,75	5,74	32,95
180	19,1	18,14	0,96	0,93	5,34	28,52
181	16,8	16,62	0,18	0,03	3,04	9,24
182	12,1	16,72	-4,62	21,34	-1,66	2,76
183	13,3	10,74	2,56	6,55	-0,46	0,21
184	11,5	14,08	-2,58	6,68	-2,26	5,11
185	10,5	9,92	0,58	0,34	-3,26	10,63

Продовження табл. Б2

186	9,60	9,63	-0,03	0,00	-4,16	17,31
187	7,95	8,55	-0,60	0,36	-5,81	33,76
188	8,53	7,84	0,69	0,47	-5,23	27,35
189	11,5	9,96	1,54	2,37	-2,26	5,11
190	12,1	11,55	0,55	0,30	-1,66	2,76
191	15,1	13,98	1,12	1,25	1,34	1,80
192	14,6	16,21	-1,61	2,60	0,84	0,71
Сер. знач.	13,76			$\Sigma=1574,94$		$\Sigma=29070,36$
$S/\sigma=0,23$		$\delta_{\text{доп}} = 8,32$		$S=2,86$	$P = 98\%$	$\sigma=12,34$
Липень	$S/\sigma=0,27$	$\delta_{\text{доп}} = 7,20$		$S=2,86$	$P = 100\%$	$\sigma=10,68$
Серпень	$S/\sigma=0,28$	$\delta_{\text{доп}} = 5,50$		$S=2,31$	$P = 96\%$	$\sigma=8,15$
Вересень	$S/\sigma=0,34$	$\delta_{\text{доп}} = 5,21$		$S=2,60$	$P = 96\%$	$\sigma=7,73$
Жовтень	$S/\sigma=0,39$	$\delta_{\text{доп}} = 7,18$		$S=4,20$	$P = 100\%$	$\sigma=10,65$

Додаток БЗ – Розрахунок допустимої та середньоквадратичної похибки для
р. Ворскла

№п/п	Витрата води t+10	Q`	Q-Q`	(Q-Q`)²	Q-Qср	(Q-Qср)²
1	12,1	18,37	-6,27	39,28	-3,99	15,92
2	10,8	10,34	0,46	0,21	-5,29	27,98
3	13,1	11,34	1,76	3,09	-2,99	8,94
4	15,9	14,75	1,15	1,31	-0,19	0,04
5	15,6	16,36	-0,76	0,58	-0,49	0,24
6	16,3	15,86	0,44	0,19	0,21	0,04
7	16,7	16,36	0,34	0,12	0,61	0,37
8	19,4	17,46	1,94	3,75	3,31	10,96
9	18,9	21,58	-2,68	7,18	2,81	7,90
10	27,2	20,48	6,72	45,22	11,11	123,43
11	30,7	29,01	1,69	2,87	14,61	213,45
12	28,2	30,41	-2,21	4,89	12,11	146,65
13	52,7	51,89	0,81	0,65	36,61	1340,29
14	46,8	53,10	-6,30	39,64	30,71	943,10
15	37,4	28,91	8,49	72,14	21,31	454,12
16	26,4	34,83	-8,43	71,04	10,31	106,30
17	15,4	20,58	-5,18	26,79	-0,69	0,48
18	11,6	12,65	-1,05	1,10	-4,49	20,16
19	12,2	10,94	1,26	1,59	-3,89	15,13
20	14,2	12,85	1,35	1,83	-1,89	3,57
21	17,2	12,14	5,06	25,56	1,11	1,23
22	26,2	25,09	1,11	1,23	10,11	102,21
23	28,9	28,30	0,60	0,35	12,81	164,10
24	29,6	31,52	-1,92	3,67	13,51	182,52
25	21,8	24,59	-2,79	7,79	5,71	32,60
26	17,2	19,87	-2,67	7,15	1,11	1,23
27	15,5	15,66	-0,16	0,02	-0,59	0,35
28	14,3	16,26	-1,96	3,84	-1,79	3,20
29	13	12,95	0,05	0,00	-3,09	9,55
30	14,5	14,15	0,35	0,12	-1,59	2,53
31	13,8	16,06	-2,26	5,10	-2,29	5,24
32	12,3	12,55	-0,25	0,06	-3,79	14,36
33	15,6	14,15	1,45	2,10	-0,49	0,24
34	24,2	16,76	7,44	55,33	8,11	65,77
35	28	29,61	-1,61	2,59	11,91	141,85
36	29,1	25,39	3,71	13,74	13,01	169,26
37	14,1	13,15	0,95	0,91	-1,99	3,96
38	15	14,65	0,35	0,12	-1,09	1,19
39	17,1	16,06	1,04	1,08	1,01	1,02
40	18,1	18,87	-0,77	0,59	2,01	4,04
41	20,5	19,17	1,33	1,77	4,41	19,45
42	18,5	19,77	-1,27	1,62	2,41	5,81
43	20,4	18,17	2,23	4,99	4,31	18,58
44	22,9	21,38	1,52	2,31	6,81	46,38
45	25,5	25,19	0,31	0,09	9,41	88,55
46	28,3	26,90	1,40	1,96	12,21	149,08
47	29,9	31,92	-2,02	4,07	13,81	190,72
48	32,7	31,82	0,88	0,78	16,61	275,89

Продовження табл. Б3

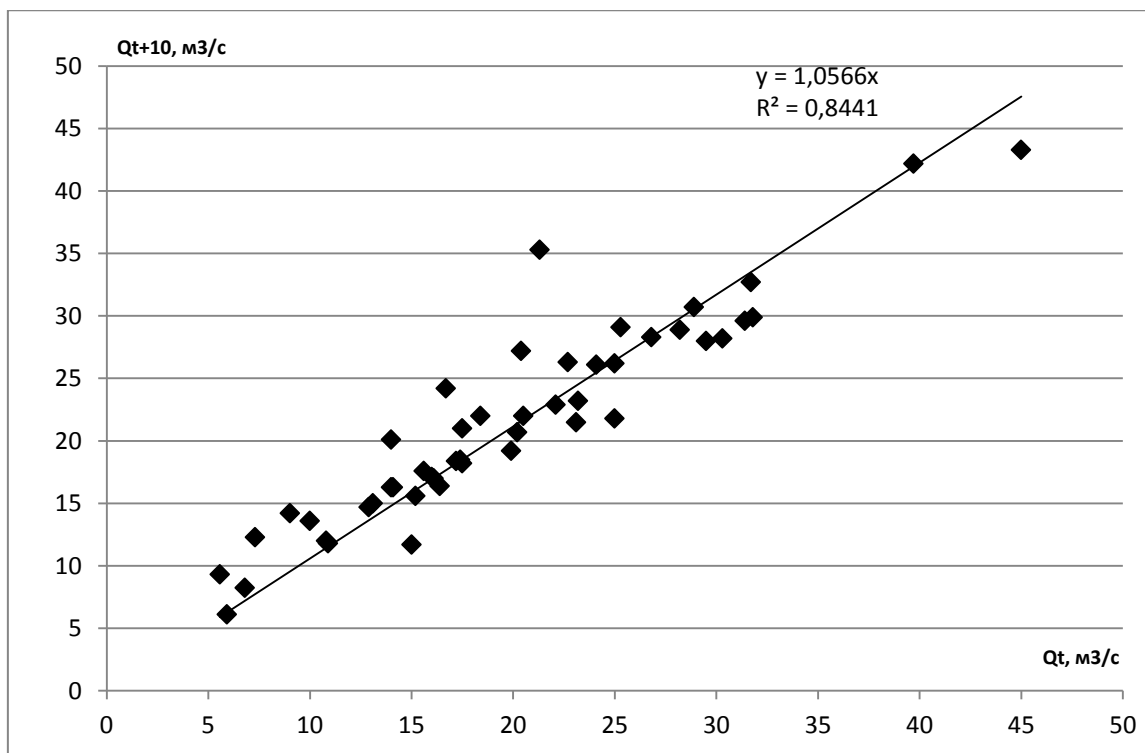
49	30,5	29,61	0,89	0,79	14,41	207,65
50	34,1	30,31	3,79	14,35	18,01	324,36
51	33,5	36,94	-3,44	11,81	17,41	303,11
52	31,6	31,92	-0,32	0,10	15,51	240,56
53	31	34,93	-3,93	15,44	14,91	222,31
54	23,7	28,40	-4,70	22,13	7,61	57,91
55	18,7	15,56	3,14	9,88	2,61	6,81
56	22,3	20,58	1,72	2,97	6,21	38,56
57	26,3	23,59	2,71	7,36	10,21	104,24
58	35,3	21,38	13,92	193,80	19,21	369,02
59	42,2	39,85	2,35	5,54	26,11	681,73
60	43,3	45,17	-1,87	3,48	27,21	740,38
61	24,7	26,10	-1,40	1,95	8,61	74,13
62	21,2	21,98	-0,78	0,61	5,11	26,11
63	22,3	19,97	2,33	5,41	6,21	38,56
64	18,5	22,88	-4,38	19,22	2,41	5,81
65	17	17,26	-0,26	0,07	0,91	0,83
66	18,4	16,26	2,14	4,58	2,31	5,34
67	16,3	20,07	-3,77	14,24	0,21	0,04
68	14,4	13,35	1,05	1,10	-1,69	2,86
69	14,2	14,25	-0,05	0,00	-1,89	3,57
70	16,3	14,15	2,15	4,61	0,21	0,04
71	21	17,56	3,44	11,80	4,91	24,11
72	22,9	22,18	0,72	0,52	6,81	46,38
73	25,7	27,20	-1,50	2,25	9,61	92,35
74	21,6	24,89	-3,29	10,84	5,51	30,36
75	15	18,67	-3,67	13,46	-1,09	1,19
76	13,5	11,74	1,76	3,09	-2,59	6,71
77	12,4	12,65	-0,25	0,06	-3,69	13,62
78	14,5	11,04	3,46	11,97	-1,59	2,53
79	18,1	17,16	0,94	0,88	2,01	4,04
80	20,4	19,67	0,73	0,53	4,31	18,58
81	20,2	20,48	-0,28	0,08	4,11	16,89
82	22	20,58	1,42	2,03	5,91	34,93
83	21,5	23,19	-1,69	2,84	5,41	29,27
84	26,3	22,78	3,52	12,36	10,21	104,24
85	16,5	14,96	1,54	2,39	0,41	0,17
86	14,5	15,86	-1,36	1,85	-1,59	2,53
87	13,3	14,35	-1,05	1,11	-2,79	7,78
88	11,5	12,55	-1,05	1,09	-4,59	21,07
89	9,69	10,94	-1,25	1,56	-6,4	40,96
90	11,4	10,64	0,76	0,58	-4,69	22,00
91	10,7	10,34	0,36	0,13	-5,39	29,05
92	12,7	11,34	1,36	1,84	-3,39	11,49
93	14	13,45	0,55	0,30	-2,09	4,37
94	20,1	14,05	6,05	36,58	4,01	16,08
95	23,2	23,29	-0,09	0,01	7,11	50,55
96	26,1	24,19	1,91	3,65	10,01	100,20
97	13,9	16,26	-2,36	5,57	-2,19	4,80
98	17,4	15,36	2,04	4,18	1,31	1,72
99	20,5	19,87	0,63	0,39	4,41	19,45
100	16,6	19,37	-2,77	7,68	0,51	0,26

Продовження табл. Б3

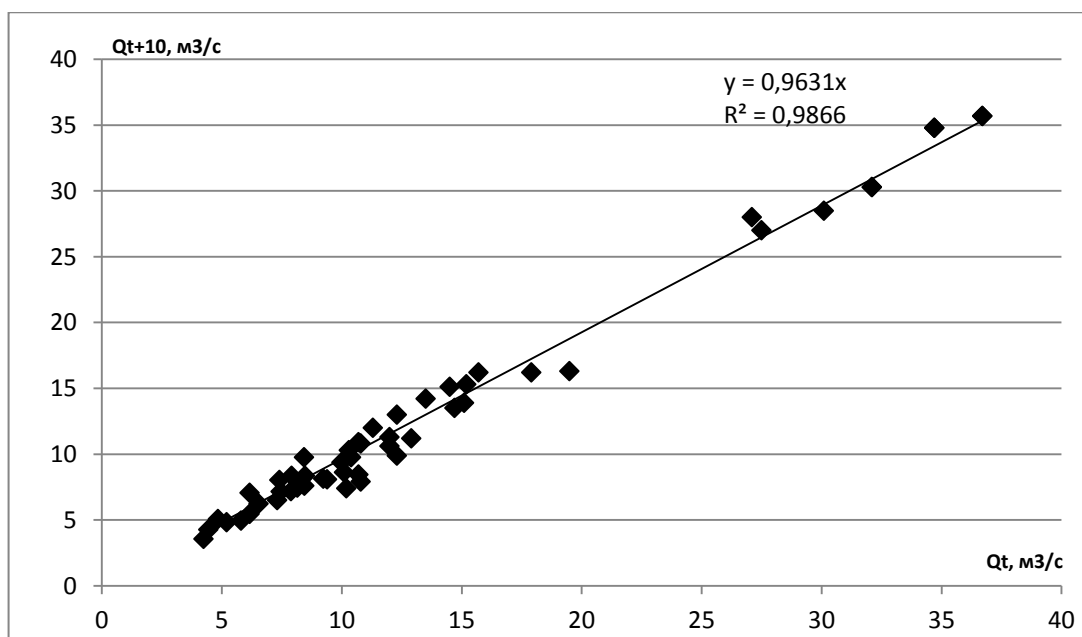
101	13,8	14,05	-0,25	0,06	-2,29	5,24
102	11,1	12,35	-1,25	1,55	-4,99	24,90
103	8,84	8,57	0,27	0,07	-7,25	52,56
104	12,4	10,34	2,06	4,25	-3,69	13,62
105	15	13,85	1,15	1,32	-1,09	1,19
106	15,6	15,26	0,34	0,12	-0,49	0,24
107	18,4	17,26	1,14	1,29	2,31	5,34
108	20,7	20,27	0,43	0,18	4,61	21,25
109	12,9	16,36	-3,46	11,97	-3,19	10,18
110	13,6	12,04	1,56	2,42	-2,49	6,20
111	13	14,45	-1,45	2,11	-3,09	9,55
112	10,2	11,44	-1,24	1,54	-5,89	34,69
113	11,3	10,14	1,16	1,35	-4,79	22,94
114	9,26	10,84	-1,58	2,50	-6,83	46,65
115	9,98	9,17	0,81	0,65	-6,11	37,33
116	10,8	10,44	0,36	0,13	-5,29	27,98
117	13,5	11,44	2,06	4,23	-2,59	6,71
118	11,7	15,06	-3,36	11,26	-4,39	19,27
119	13,6	10,04	3,56	12,69	-2,49	6,20
120	17,6	15,66	1,94	3,77	1,51	2,28
121	15,7	19,37	-3,67	13,48	-0,39	0,15
122	13,5	14,85	-1,35	1,84	-2,59	6,71
123	13,3	13,95	-0,65	0,42	-2,79	7,78
124	10,7	12,65	-1,95	3,79	-5,39	29,05
125	10,5	9,50	1,00	1,01	-5,59	31,25
126	7,83	10,64	-2,81	7,89	-8,26	68,23
127	7,95	6,87	1,08	1,18	-8,14	66,26
128	7,17	7,91	-0,74	0,55	-8,92	79,57
129	8,14	7,01	1,13	1,29	-7,95	63,20
130	14,2	9,05	5,15	26,49	-1,89	3,57
131	16,4	16,46	-0,06	0,00	0,31	0,10
132	18,5	17,46	1,04	1,07	2,41	5,81
133	20,1	13,05	7,05	49,73	4,01	16,08
134	18,6	21,38	-2,78	7,72	2,51	6,30
135	17,7	16,56	1,14	1,30	1,61	2,59
136	16,3	17,36	-1,06	1,13	0,21	0,04
137	10,4	14,45	-4,05	16,43	-5,69	32,38
138	5,2	7,69	-2,49	6,19	-10,89	118,59
139	6,17	5,04	1,13	1,28	-9,92	98,41
140	8,06	7,41	0,65	0,43	-8,03	64,48
141	9,94	8,95	0,99	0,97	-6,15	37,82
142	11,8	10,94	0,86	0,74	-4,29	18,40
143	15	13,15	1,85	3,43	-1,09	1,19
144	17	16,16	0,84	0,71	0,91	0,83
145	7,59	8,24	-0,65	0,42	-8,5	72,25
146	5,98	6,68	-0,70	0,50	-10,11	102,21
147	3,57	5,20	-1,63	2,65	-12,52	156,75
148	2,85	2,96	-0,11	0,01	-13,24	175,30
149	3,09	2,84	0,25	0,06	-13	169,00
150	3,42	3,21	0,21	0,04	-12,67	160,53
151	3,89	3,89	0,00	0,00	-12,2	148,84
152	4,12	3,95	0,17	0,03	-11,97	143,28

Продовження табл. Б3

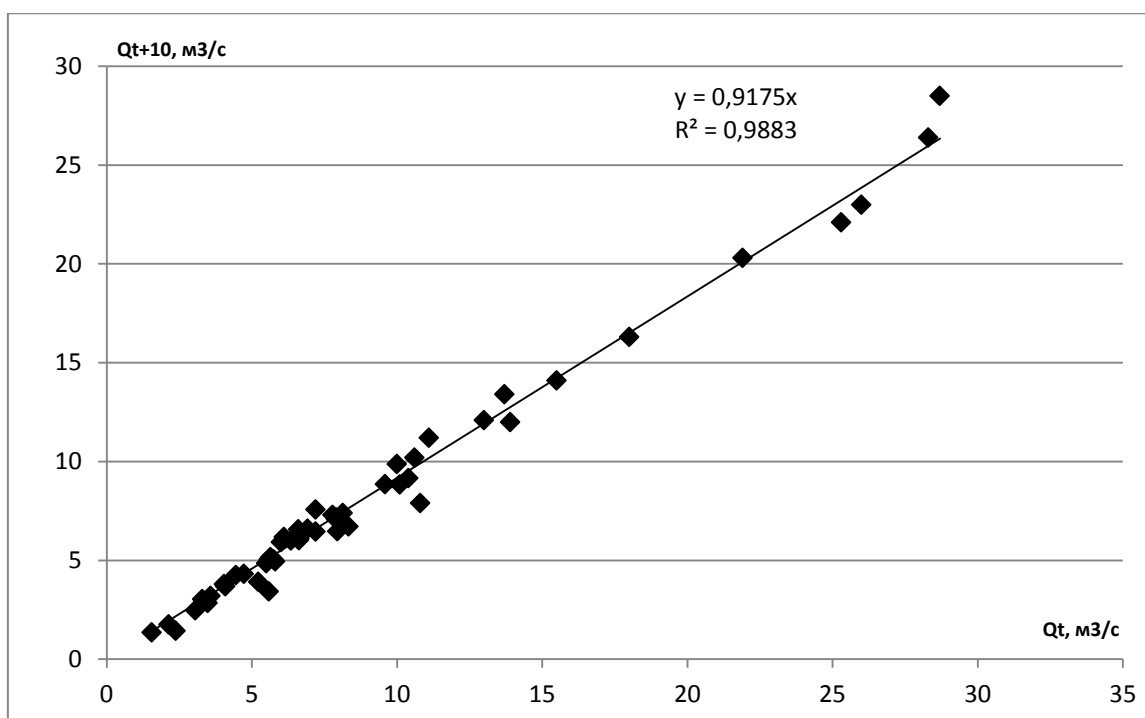
153	4,89	4,29	0,60	0,37	-11,2	125,44
154	9,31	5,59	3,72	13,83	-6,78	45,97
155	16,3	14,05	2,25	5,05	0,21	0,04
156	18,2	17,56	0,64	0,40	2,11	4,45
157	4,2	4,37	-0,17	0,03	-11,89	141,37
158	3,55	3,66	-0,11	0,01	-12,54	157,25
159	3,47	3,54	-0,07	0,01	-12,62	159,26
160	4,8	3,67	1,13	1,27	-11,29	127,46
161	4,66	5,73	-1,07	1,15	-11,43	130,64
162	4,59	4,23	0,36	0,13	-11,5	132,25
163	5,79	5,63	0,16	0,03	-10,3	106,09
164	8,19	6,49	1,70	2,88	-7,9	62,41
165	12	11,44	0,56	0,31	-4,09	16,73
166	14,7	12,95	1,75	3,07	-1,39	1,93
167	22	18,47	3,53	12,47	5,91	34,93
168	21,8	25,09	-3,29	10,84	5,71	32,60
169	12,2	11,94	0,26	0,07	-3,89	15,13
170	14,9	13,15	1,75	3,07	-1,19	1,42
171	13,4	14,75	-1,35	1,83	-2,69	7,24
172	10,5	12,85	-2,35	5,51	-5,59	31,25
173	7,48	8,79	-1,31	1,72	-8,61	74,13
174	5,74	6,53	-0,79	0,63	-10,35	107,12
175	5,21	5,55	-0,34	0,12	-10,88	118,37
176	6,09	4,91	1,18	1,40	-10	100,00
177	7,17	6,87	0,30	0,09	-8,92	79,57
178	12,3	7,33	4,97	24,73	-3,79	14,36
179	17,1	16,06	1,04	1,08	1,01	1,02
180	19,2	19,97	-0,77	0,60	3,11	9,67
181	13,0	11,74	1,26	1,58	-3,09	9,55
182	10,3	11,04	-0,74	0,55	-5,79	33,52
183	8,12	8,98	-0,86	0,74	-7,97	63,52
184	7,35	8,19	-0,84	0,71	-8,74	76,39
185	6,82	6,56	0,26	0,07	-9,27	85,93
186	6,24	6,90	-0,66	0,43	-9,85	97,02
187	4,81	4,87	-0,06	0,00	-11,28	127,24
188	4,43	4,51	-0,08	0,01	-11,66	135,96
189	6,04	4,59	1,45	2,11	-10,05	101,00
190	6,11	5,94	0,17	0,03	-9,98	99,60
191	8,23	6,83	1,40	1,97	-7,86	61,78
192	12,0	10,84	1,16	1,35	-4,09	16,73
Сер. знач.	16,09			$\Sigma=1271,97$		$\Sigma=14339,24$
$S/\sigma=0,30$		$\delta_{\text{доп}} = 5,84$		$S=2,57$	$P = 96\%$	$\sigma=8,66$
Липень	$S/\sigma=0,26$	$\delta_{\text{доп}} =6,86$		$S=2,66$	$P =98\%$	$\sigma=10,17$
Серпень	$S/\sigma=0,30$	$\delta_{\text{доп}} =4,47$		$S=1,97$	$P =100\%$	$\sigma=6,64$
Вересень	$S/\sigma=0,31$	$\delta_{\text{доп}} =4,06$		$S=1,85$	$P =98\%$	$\sigma=6,02$
Жовтень	$S/\sigma=0,46$	$\delta_{\text{доп}} =5,51$		$S=3,37$	$P =92\%$	$\sigma=8,17$



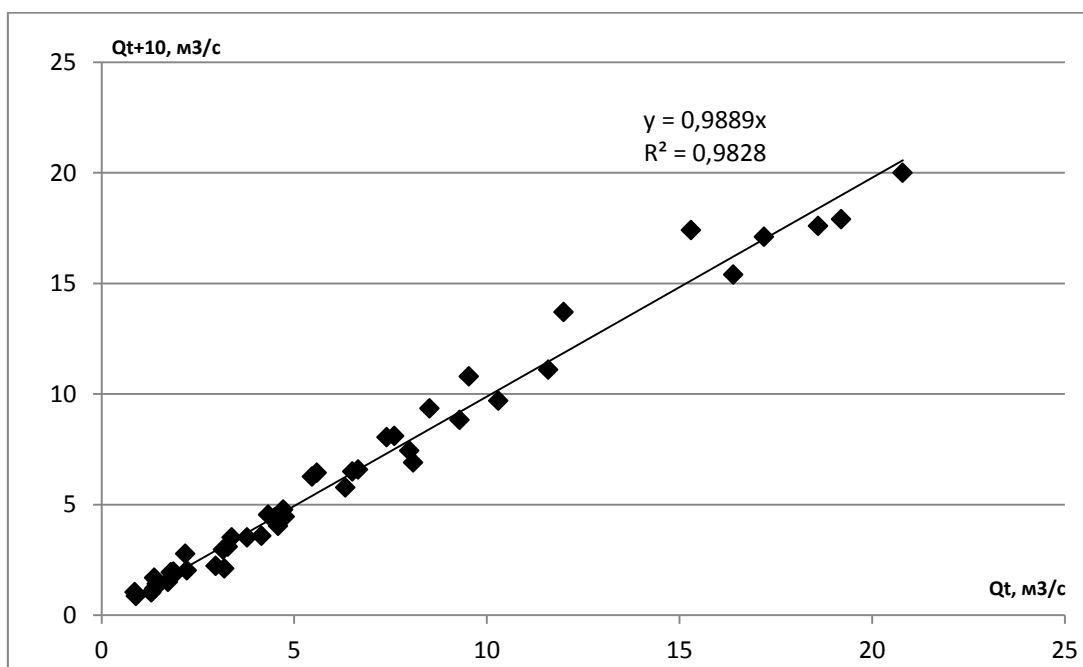
Додаток В1 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Сула (липень)



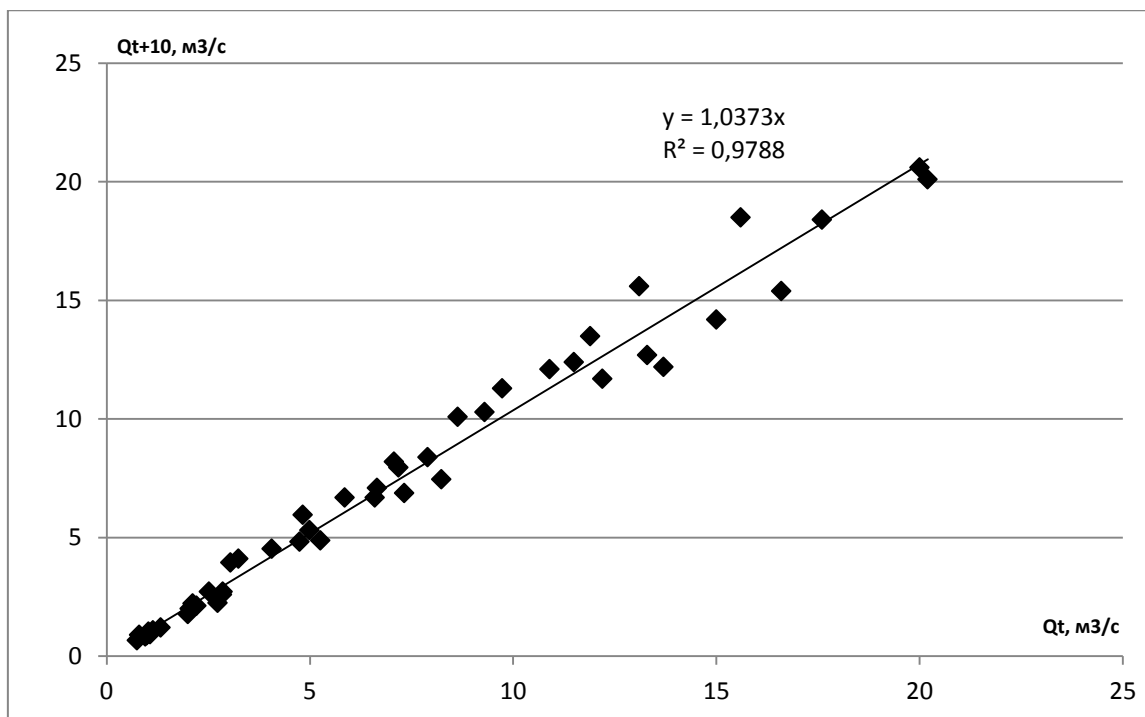
Додаток В2 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Сула (серпень)



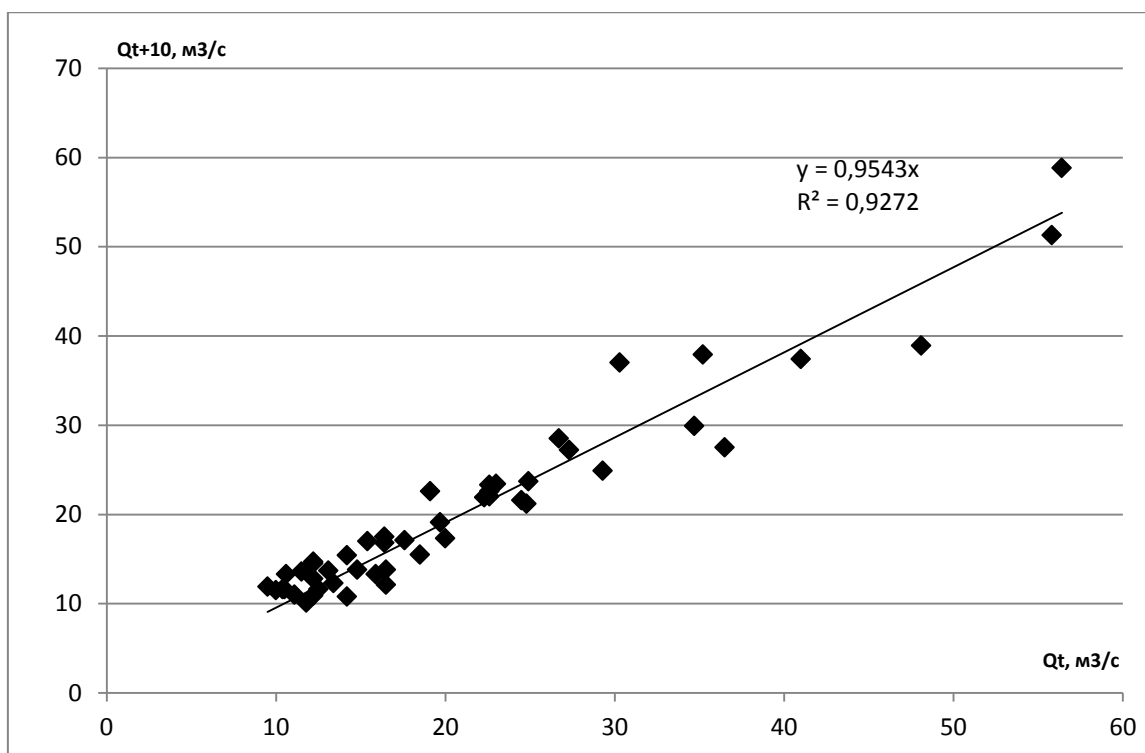
Додаток В3 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Сула (вересень)



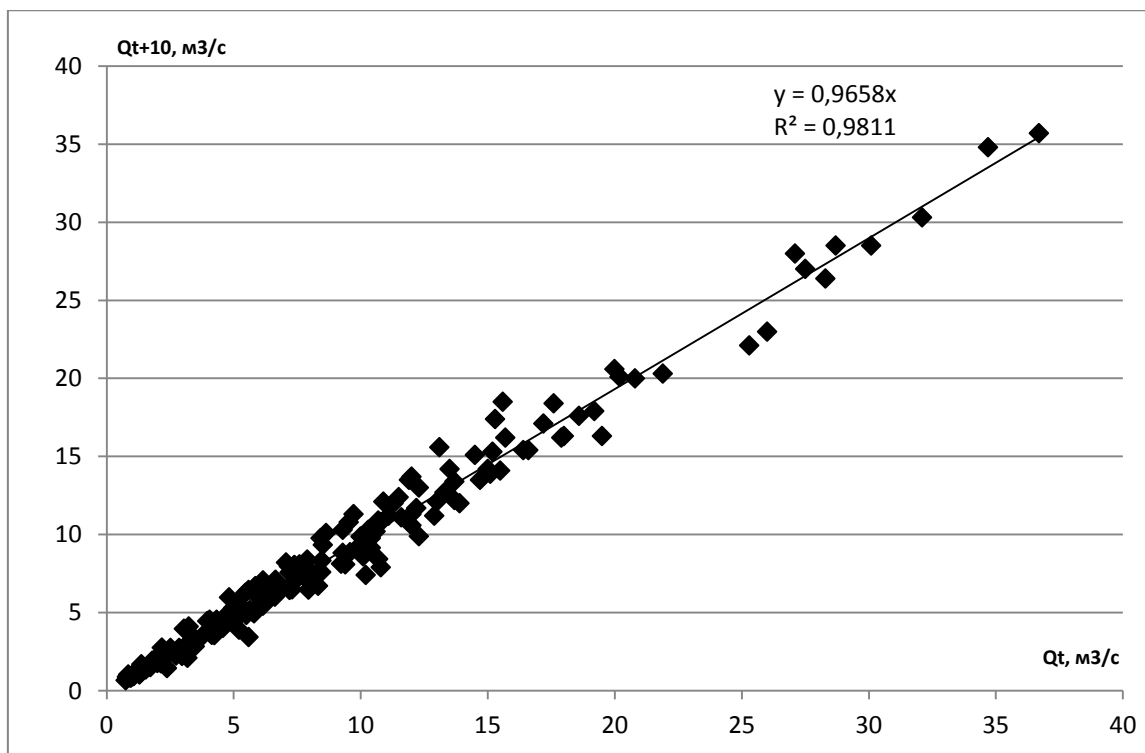
Додаток В4 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Сула (жовтень)



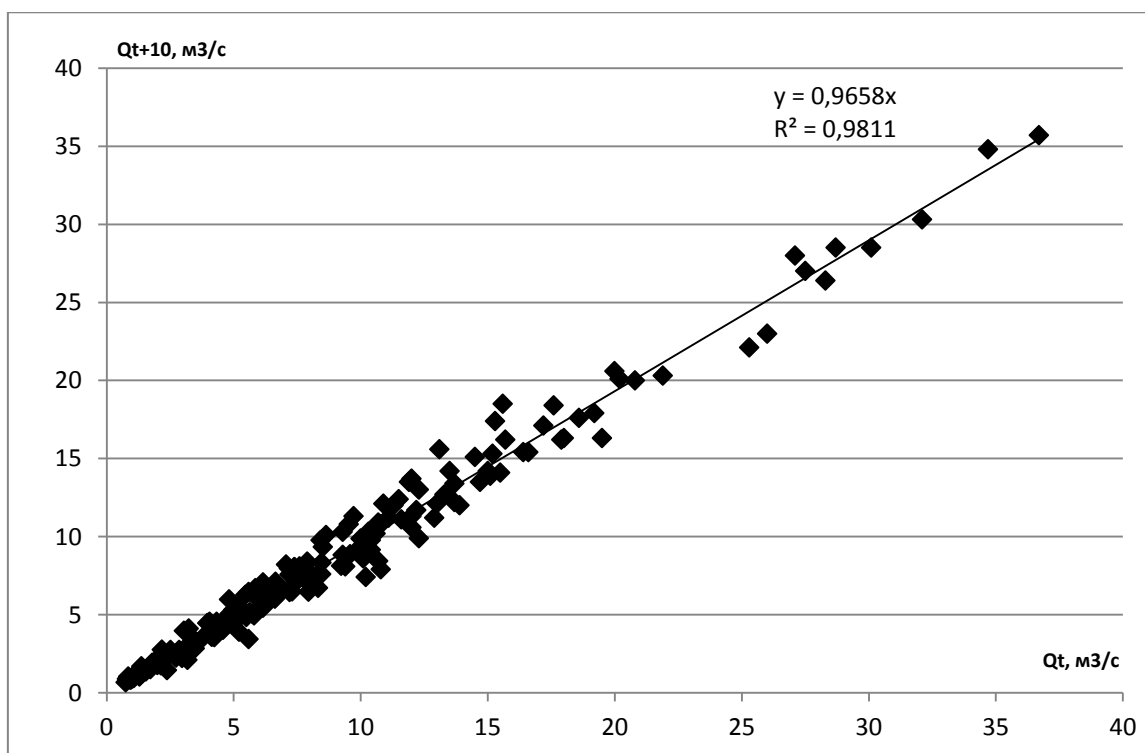
Додаток В5 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Псел (липень)



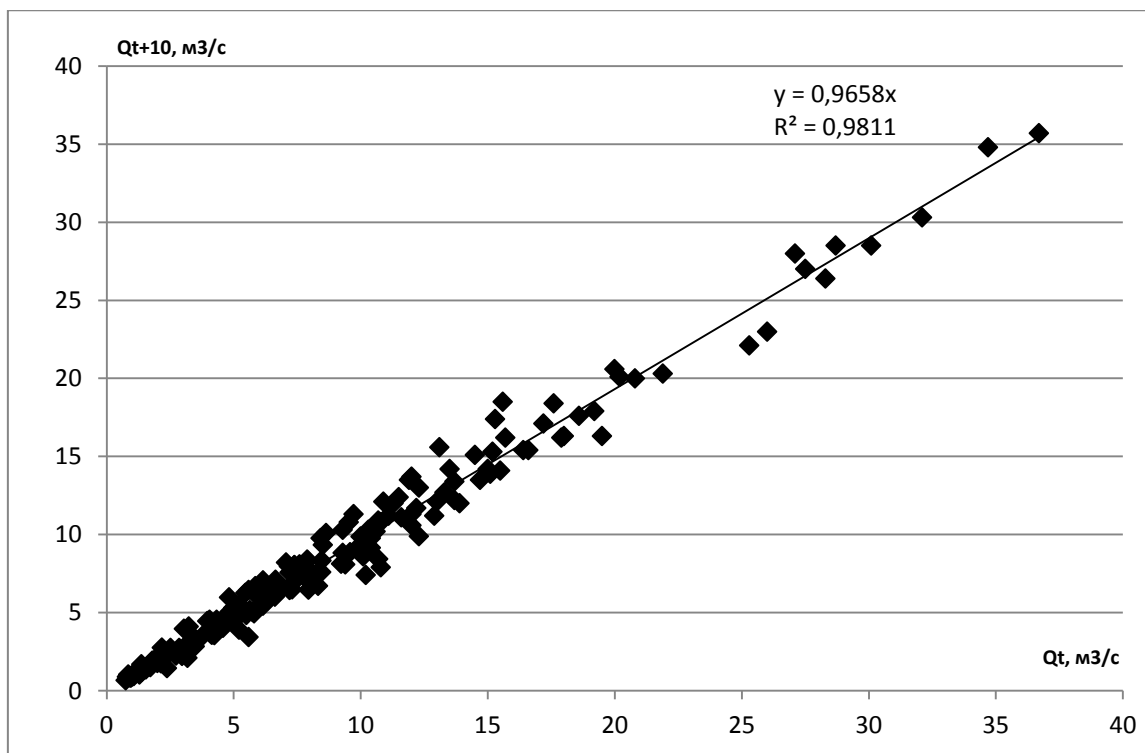
Додаток В6 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Псел (серпень)



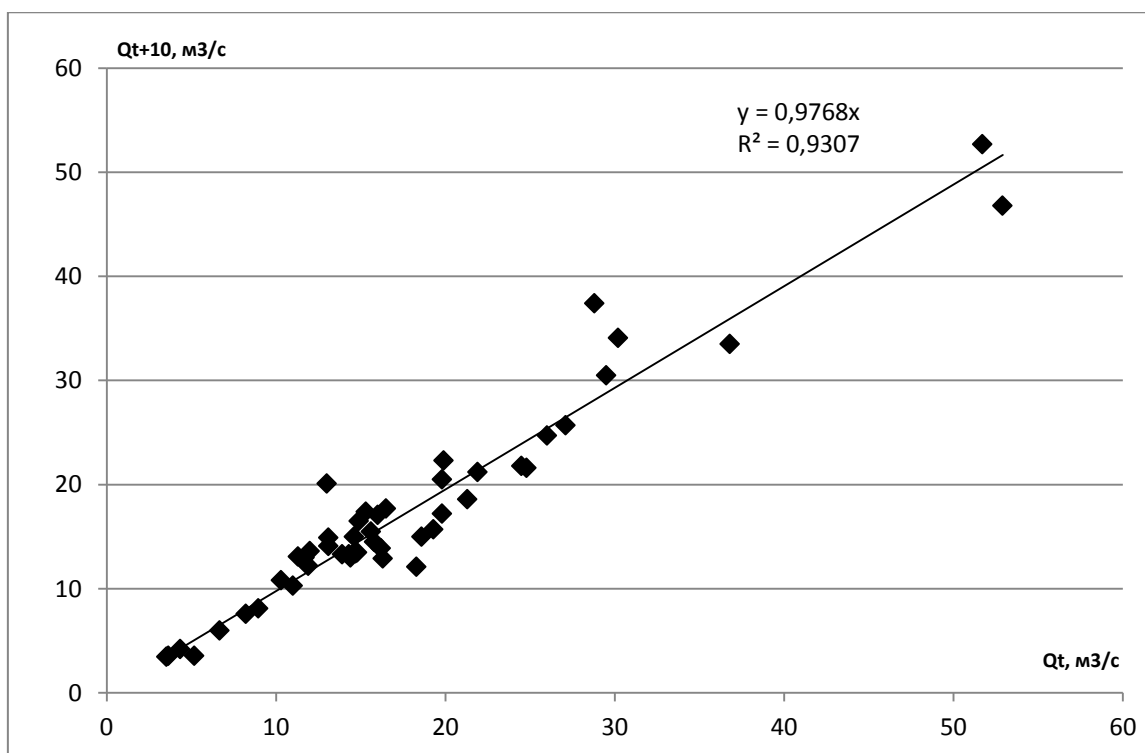
Додаток В7 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Псел (вересень)



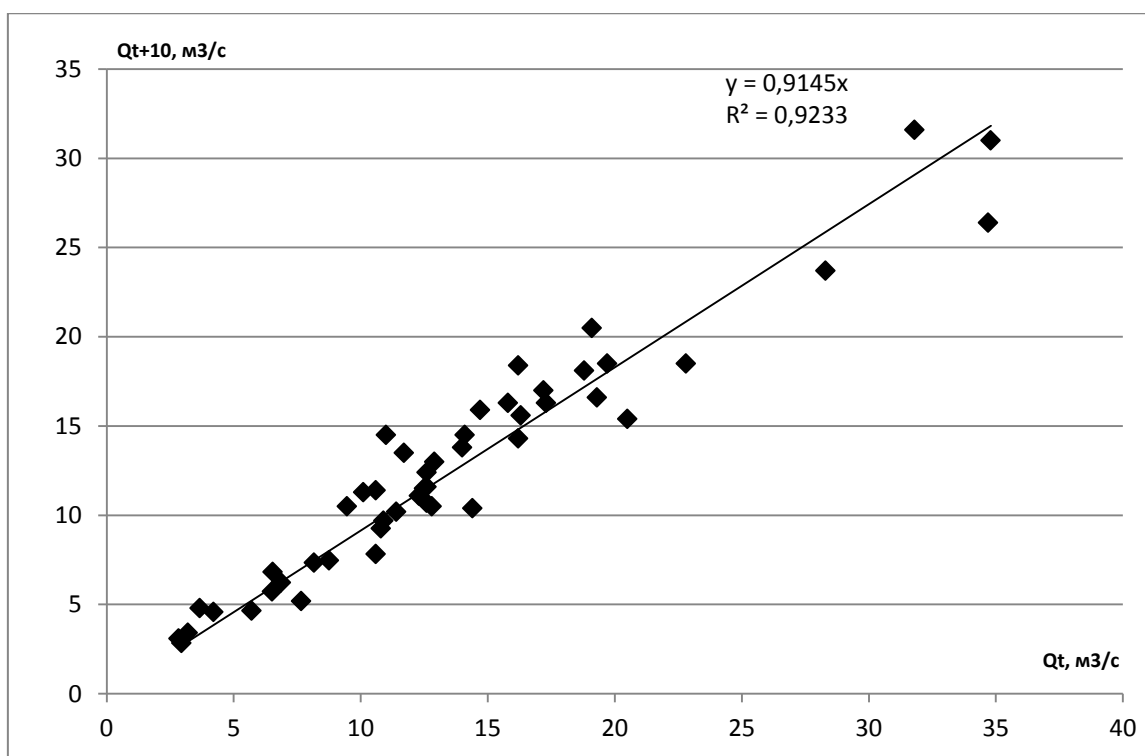
Додаток В8 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Псел (жовтень)



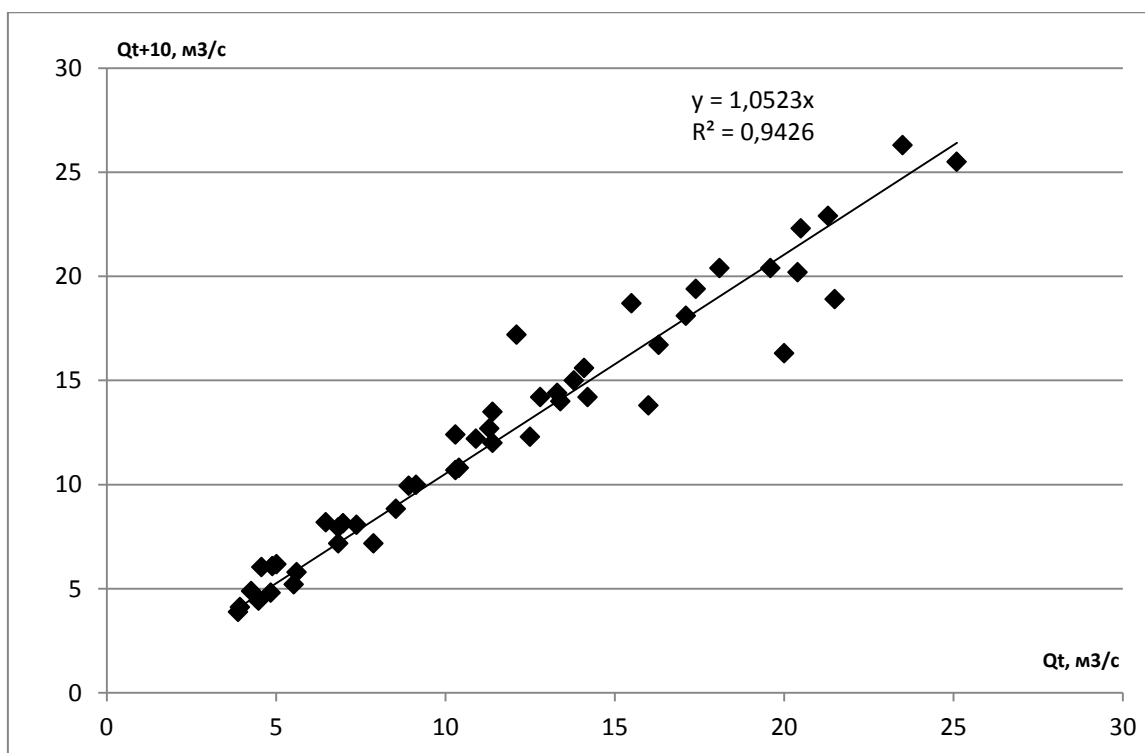
Додаток В9 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Ворскла (липень)



Додаток В10 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Ворскла (серпень)



Додаток В11 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Ворскла (вересень)



Додаток В12 - Залежність середньодекадних витрат води в русловій системі в період літньо-осінньої межені від витрат води в замікающем створі на дату випуску прогнозу в басейні р. Ворскла (жовтень)