

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: «Розрахунок річного стоку в басейні річок Приазов'я»

Виконав: студент 2-го року навчання
гр. МЗГ-21
спеціальності 103 «Наука про Землю»
освітньо-професійної програми
«Гідрологія і комплексне використання
водних ресурсів»
Вознюк Артур Олексійович

Керівник: канд. геогр. наук, доцент
Бурлуцька Марія Едуардівна
Рецензент канд. геогр. наук, доцент
Романчук Марина Євгенівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут

Кафедра гідрології суші

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Гідрологія і комплексне використання водних ресурсів

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувач кафедри гідрології суші

д-р геогр. наук, доц. **Овчарук В.А.**

“ 10 ” жовтня 2022 року

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

Вознюку Артуру Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок річного стоку в басейні річок Приазов'я

керівник роботи Бурлуцька Марія Едуардівна, к. геогр. н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 30.09.2022 року № 166 «С»

2. Строк подання студентом роботи 14.11.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Часові ряди річного стоку (за весь період спостережень) в басейні річок Приазов'я

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

На основі отриманих даних спостережень за річним стоком розглянутої території виконати статистичний аналіз, перевірити на однорідність існуючи ряди спостережень за річним стоком, проаналізувати циклічність. Визначити і просторово узагальнити норму річного стоку.

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

Побудувати карту-схему розташування гідрологічних постів басейна річок Приазов'я, побудувати сумісний графіки різницевої інтегральних кривих, залежності середньорічних модулів річного стоку від широтного та висотного положення водозборів. Узагальнити норми річного стоку по території у вигляді карти ізоліній.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.10.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Збір матеріалів вихідних даних середньорічних модулів стоку досліджуваного басейну. Виконати опис фізико-географічних характеристик.	10.10. 2022 р.- 15.10.2022 р.	80	добре
2	Виконати статистичну обробку часових рядів річного соку	16.10. 2022 р.- 18.10.2022 р	80	добре
3	Визначення та аналіз циклічності у рядах річного стоку в басейні річок Приазов'я	19.10. 2022 р.- 26.10.2022 р.	80	добре
4	Визначення впливу місцевих факторів на норму стоку у досліджуваній території	27.10. 2022 р.- 01.11.2022 р	80	добре
	Рубіжна атестація	01.11 - 05.11.2022 р		
5	Просторове узагальнення норми річного стоку в басейні річок Приазов'я	02.11. 2022 р.- 7.11.2022 р	80	добре
	Висновки	8.11. 2022 р.- 12.11.2022 р.		
6	Оформлення роботи	13.11. 2022 р.- 14.11.2022 р		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	14.11- 18.11.2022 р		
	Підготовка доповіді, презентації	21.11- 30.11.2022		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80	добре

Магістр  Вознюк А.О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Бурлуцька М.Е.

АНОТАЦІЯ

Актуальність. Формування стоку на річках досліджуваної території знаходяться під впливом змін клімату. Розрахункові характеристики річного стоку, розраховуються у відповідності з вимогами нормативного документу СНіП 2.01.14-83. Нормативний документ ґрунтується на вихідних даних спостережень, які відносяться до 1980 року. При відсутності або недостатності гідрологічної інформації фахівці звертаються до карт ізоліній гідрологічних величин, узагальнених більш ніж 35 років тому. Тому, уточнення розрахункових характеристик річного стоку для невивчених річок басейну Приазов'я, з використанням сучасних матеріалів, є необхідною практичною задачею

Об'єкт дослідження - річний стік в басейні річок Приазов'я.

Мета роботи – є аналіз сучасних умов формування стоку і уточнення розрахункових характеристик часових рядів річного стоку для річок Приазов'я, аналіз ступеня впливу місцевих факторів на його параметри та узагальнення розрахункової характеристики по території базуючись на сучасних даних.

Методи дослідження Статистичний, оцінка, узагальнення.

Теоретичне та практичне значення Виконане дослідження має практичне значення для потреб народного господарства, яке дозволяє надійно оцінити водність річок в басейні Приазов'я. Також можливо визначати норму річного стоку за допомогою побудованої карти ізоліній розглянутої території.

Запропоновану методику можна використовувати для визначення розрахункових характеристик річного стоку за відсутності систематичних вимірювань стоку і відповідно часових рядів в басейні річок Приазов'я.

Загальна характеристика наукової роботи:

Вихідні дані. Часові ряди річного стоку за весь період спостережень в басейні річок Приазов'я

Кількість сторінок – 66

Кількість рисунків – 10

Кількість таблиць – 6

Кількість додатків – 4

Ключові слова: норма, параметри, узагальнення, чинники.

SUMMARY

Actuality of theme. Runoff formation on the rivers of the study area is influenced by climate change. The estimated characteristics of the annual runoff are calculated in accordance with the requirements of the normative document SNiP 2.01.14-83. The normative document is based on the original observational data that relates to 1980. In the absence or insufficiency of hydrological information, experts refer to maps of isolines of the hydrological values generalized more than 35 years ago. Therefore, clarifying the estimated characteristics of annual flow for the unstudied rivers of the Azov basin using of modern materials, is a necessary practical task.

Object of study. Annual runoff in the basin of Azov region rivers.

The purpose of research – analysis of modern terms of forming of flow and clarification of calculation characteristics of time series of annual flow for basin of the Azov region rivers, analysis of degree of influence of local factors on his parameters and generalizations of calculation characteristics on territory, being based on modern data.

Research methods. Statistical, evaluation, generalization of the characteristics of the annual runoff.

Theoretical and practical importance. The studies carried out are of practical importance for the needs of the national economy, which makes it possible to reliably assess the water content of the rivers in the basin of the Azov region rivers. Also possible to determine the norm of the annual flow with the help of the constructed map of contour lines in the area under consideration.

The proposed method can be used to determine the estimated characteristics of annual runoff in the absence of systematic measurements of runoff and, respectively, time series of the basin the Azov region rivers.

Output data. Time series of annual runoff for the whole period of observations in the basin of the Azov region rivers.

Number of Pages - 66

Number of figures - 10

Number of tables – 6

Number of applications – 4

Keywords: *annual runoff, generalization, parameters, factors.*

ЗМІСТ

	Вступ	8
1	Фізико-географічна характеристика басейну річок Приазов'я	9
1.1	Фізико-географічне положення.....	9
1.2	Ґрунти	9
1.3	Рослинність	12
1.4	Клімат	14
2	Особливості водного режиму річок Приазов'я	15
2.1	Гідрологічна вивченість	15
2.2	Водний режим	18
3	Методи розрахунку статистичних параметрів стоку	19
3.1	Застосування статистичних методів в гідрології.....	19
3.2	Аналіз результатів визначення статистичних параметрів часових рядів річного стоку в басейні річок Приазов'я	21
3.3	Дослідження статистичної однорідності	22
3.4	Основні етапи аналізу однорідності рядів спостережень	22
3.5	Визначення статистичної однорідності у часових рядах річного стоку в басейні річок Приазов'я	26
4	Циклічність часових рядів річного стоку	29
4.1	Аналіз циклічності часових рядів в басейні річок Приазов'я	29
5	Удосконалення методики узагальнення норми річного стоку басейна річок	31
5.1	Методи узагальнення норми річного стоку річок України	31
5.2	Узагальнення норми річного стоку в басейні річок Приазов'я	32
5.3	Перевірочні розрахунки	39
	Висновки	41
	Список використаних джерел	42

	Додаток А	44
	Додаток Б	46
	Додаток В	47
	Додаток Г	58

ВСТУП

Теорія про стік складає частину річкової гідрології, яка вивчає процеси, що відбуваються у басейні річки і визначають її водність. При розгляді окремих питань стоку слід звернути увагу на розрахунки річного стоку, аналіз процесів його формування, а також на виявлення географічних чинників стоку.

Нормою річного стоку називається середнє значення річного стоку за досить тривалий період, що включає декілька (не менше двох) повних циклів коливань стоку.

Як підсумковий елемент водного балансу, обумовлений співвідношенням тепла і вологи таким, що відповідають даному географічному ландшафту, норма річного стоку є стійкою гідрокліматичною характеристикою цього району за даних кліматичних умов і рівня господарської діяльності людини.

Стійкість норми річного стоку для будь якого конкретного географічного ландшафту не можна вважати незмінною.

Якщо під впливом зміни кліматичних умов або антропогенної діяльності змінюється середня величина опадів і випару, то змінюється і норма річного стоку.

Але за відносно незмінних середніх кліматичних умов, норму річного стоку можна вважати стійкою територіальною гідрологічною характеристикою, обумовленою властивою цьому географічному ландшафту середнім співвідношенням тепла і вологи. Питання розрахунку річного стоку найтісніше пов'язані із запитами народного господарства.

Розрахунки норми річного стоку, як основної гідрологічної характеристики отримали широке застосування в практиці водогосподарського проектування.

У цій магістерській роботі виконаний розрахунок норми річного стоку для басейну річок Приазов'я і побудована карта ізоліній норми річного стоку для невивчених річок цього району.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНУ РІЧОК ПРИАЗОВ'Я

1.1 Фізико-географічне положення

Приазов'я у геологічному плані розташоване на схилі Українського кристалічного щита та причорноморської западини. Приазовська низовина представляє рівнинний ландшафт, який характерний для цього регіону. Також рівнинний ландшафт представлений Бердянською косою та сучасною терасою Азовського моря [1].

До басейну річок північного узбережжя Азовського моря відносяться річки Обіточна, Молочна, Берда, Кальміус та Міус. Всі вони вливають свої води в Азовське море, крім річки Молочна, що впадає в Молочний ліман. Ці річки течуть на південь Приазовської височини та Донецького кряжу, мають звивисті русла, тому їх течії декілька уповільні (рис. 1.1).

В багатьох місцях головного вододілу Приазовської височини оголюються кристалічні породи у вигляді окремих горбів, виступів. Рівнинний характер поверхня має на південь від головного вододілу, де кристалічні породи виходять на денну поверхню лише в схилах і днищах річкових долин і покриті третинними і четвертинними відкладеннями.

1.2 Ґрунти

В межах описуваного району ґрунтовий покрив неоднорідний, кліматична зональність спостерігається в його просторовій зміні (рис. 1.2). На схід від долини річки Берда, приблизно у 20 км, поширені південні чорноземи. Потужність цих чорноземів складає 80-100 см.

В даному районі південні чорноземи займають відносно невелику територію на захід від звичайних малогумусних потужних чорноземів. В їх заляганні спостерігається певна залежність від висоти місцевості [1].

Зона південних чорноземів поділяється на дві підзони: південних чорноземів солонцеватих та південних чорноземів несолонцеватих.

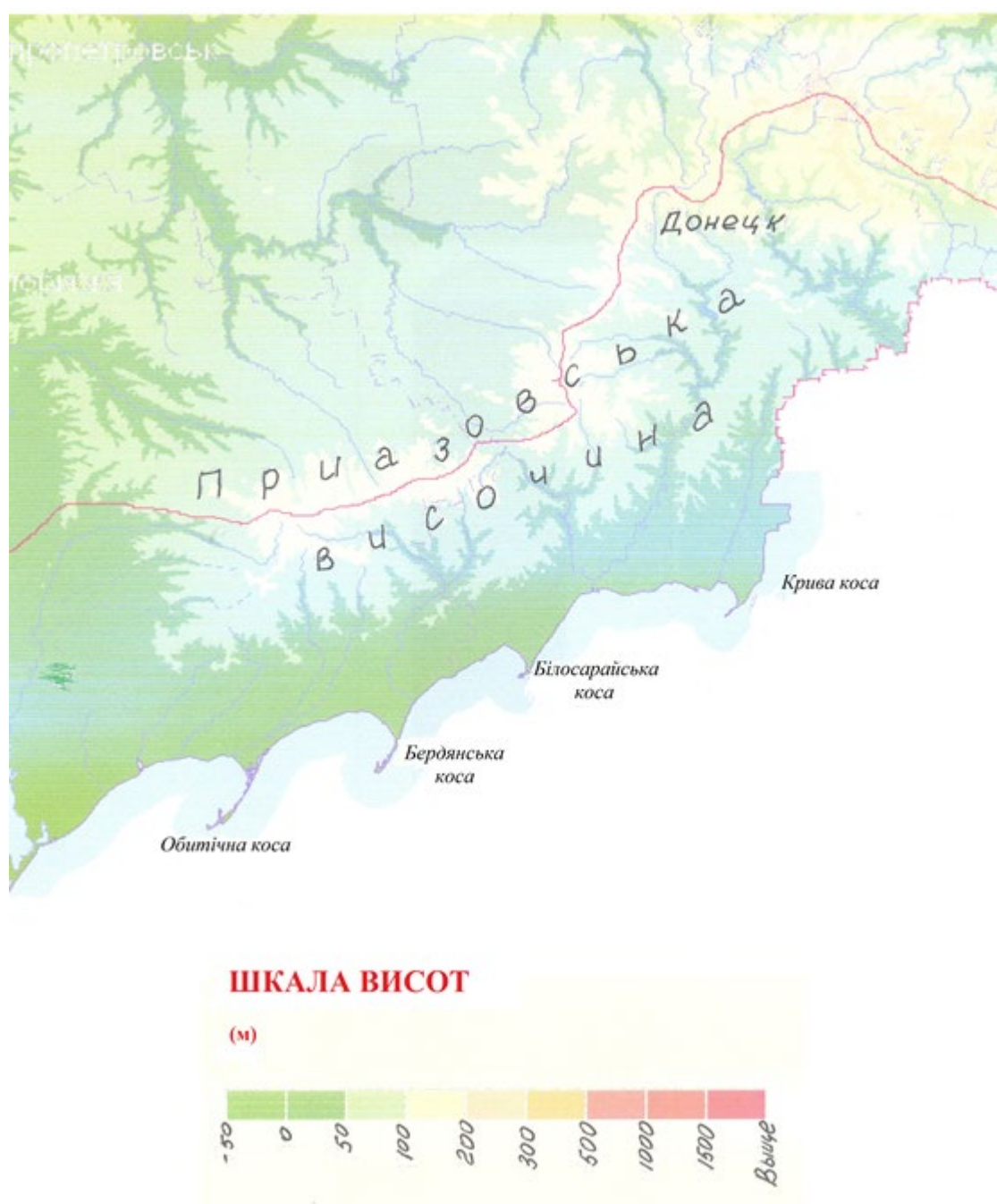
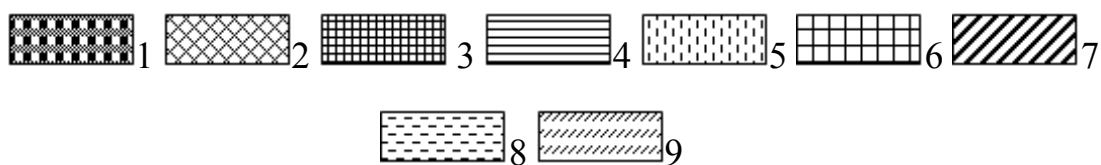
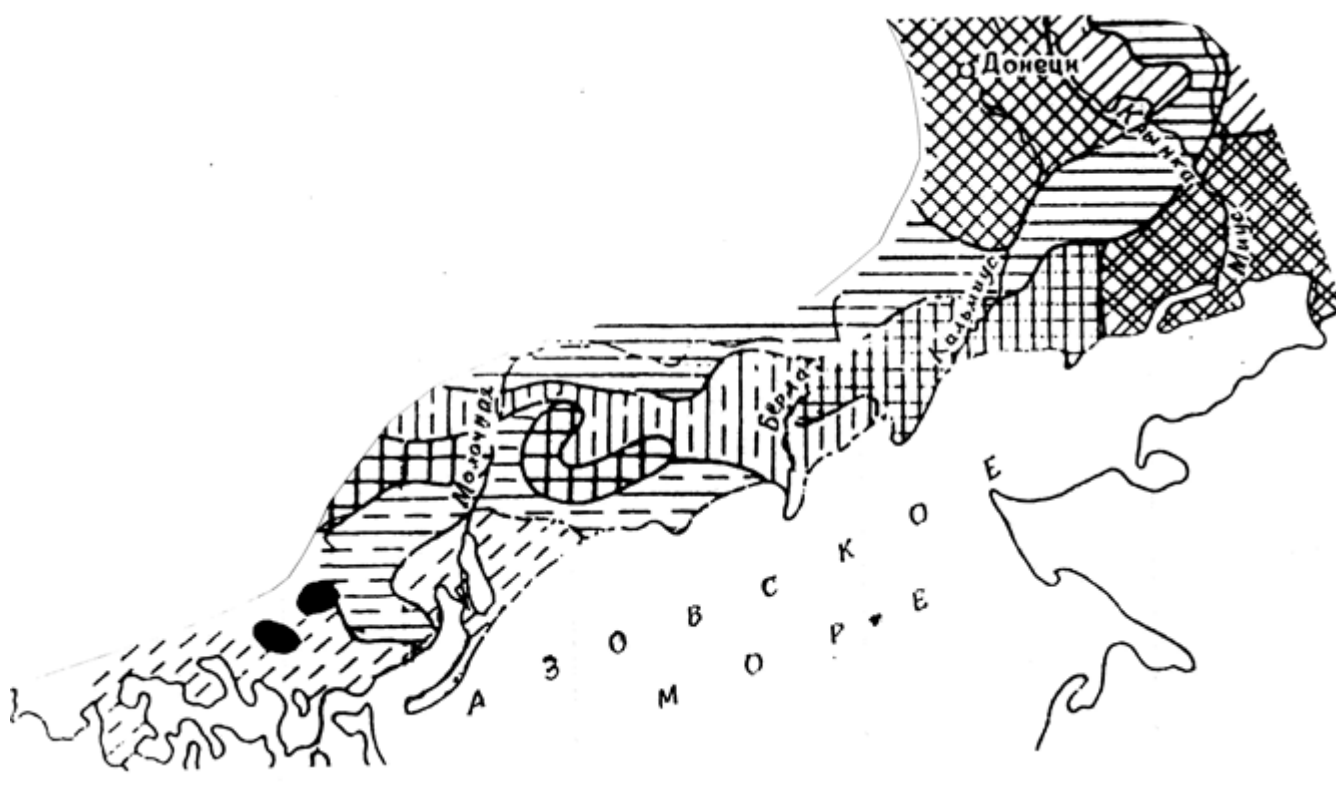


Рисунок 1.1 – Географічне положення басейну річок Приазов'я



1 – чорноземи звичайні малогумусні потужні; 2 – чорноземи звичайні середньогумусні; 3 – чорноземи звичайні малогумусні; 4 – чорноземи звичайні малогумусні малопотужні; 5 – чорноземи південні; 6 – чорноземи південні слабкосолонцюваті; 7 – чорноземи на щільних породах; 8 – темно-каштанові слабкосолонцюваті; 9 – каштанові ґрунти

Рисунок 1.2 – Ґрунти Приазов'я

На північний схід від Молочного лиману невеликими масивами з'являються каштанові ґрунти, де вони покривають пониззя р. Молочної.

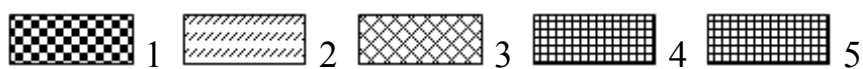
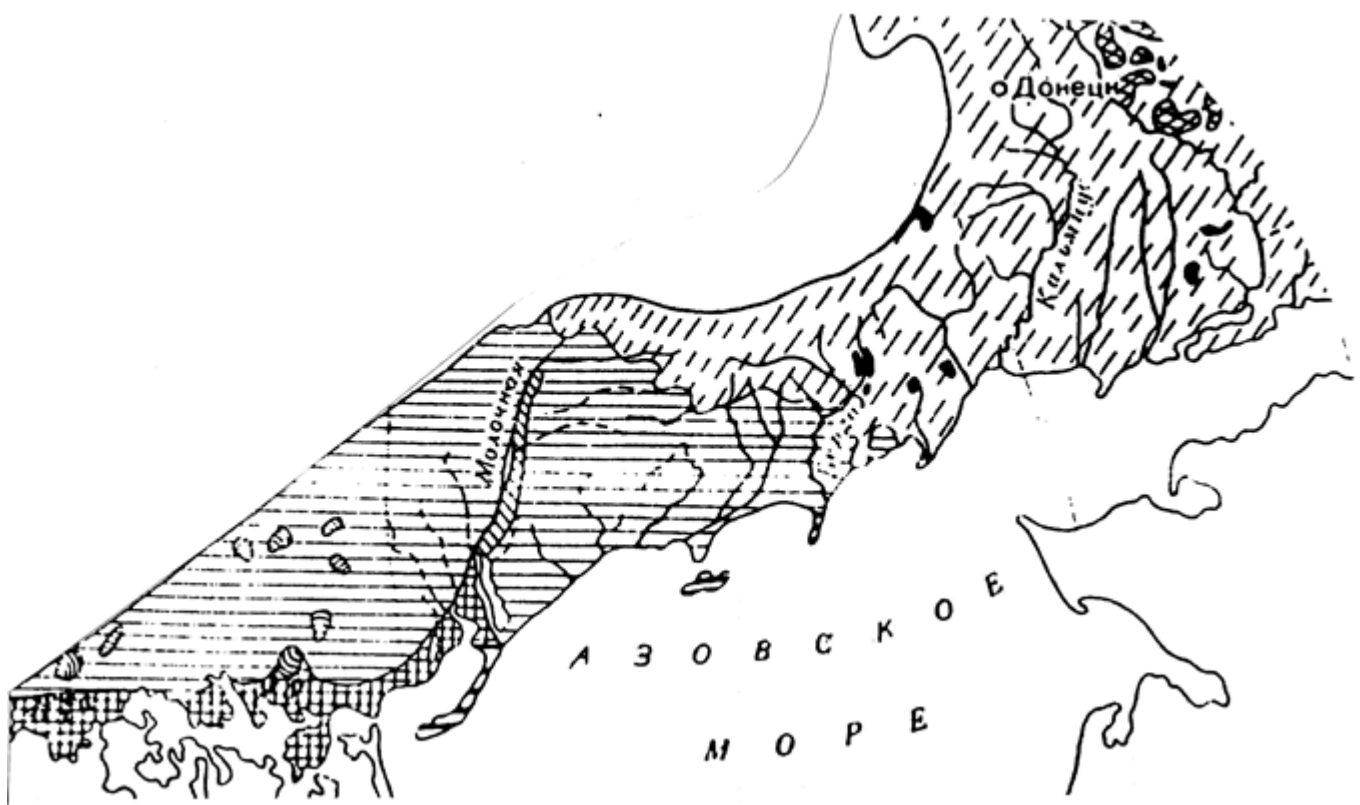
В заплавах річок і долинах балок розвинені лугово-чорноземні ґрунти. Вони можуть бути підрозділені на вилужені і засолені за змістом солей. Перші поширені у верхів'ях і середньої течії річок Берди, Обитічної, Лозоватки, Молочної і ін., другі - в низов'ях річок [1].

1.3 Рослинність

Басейн річок Приазов'я розташований в степовій зоні (рис. 1.3). Для Приазовського округу характерною є відсутність природних лісів. Північну частину Приазов'я від гирла р. Кальчик на захід, займають разнотравно-тіпчаково-ковилові степи. Чагарники степової вишні, бересклету європейського, бузини чорної і декілька видів шипшини зустрічаються у нижніх частинах схилів долин річок і балок. Ці чагарники грають велику ґрунтозахисну роль і підлягають охороні [1].

Лісосмуги у цьому районі благотворно впливають на кліматичний режим. Під їх дією зменшується швидкість вітру, знижується випаровуваність, підвищується вологість повітря і кінцева знижується температура. Також лісосмуги запобігають ерозії ґрунтів.

Від південного кордону Приазовського округу до підзони полиново-злакових степів по лінії Генічеськ – Скадовськ тягнеться Мелітопольський округ тіпчаково-ковилових степів і низовинних лугов. По території цього округу протікають річки Молочна, Обитічна з їх припливами і нижня частина р. Берда.



1 - дубово-соснові леси із сосни звичайної і дуба черешчатого; 2 - сільськогосподарські угіддя на місці різнотравно-типчаково-ковильних степів; 3 - сільськогосподарські угіддя на місці різнотравно-типчаково-ковильних кам'янистих степів; 4 - полинно-злакові степи; 5 - сільськогосподарські угіддя на місці супіщаних степів терас річок в поєднанні з рослинністю пісків, лугів і лісів

Рисунок 1.3 – Рослинність Приазов'я

1.4 Клімат

Клімат Приазов'я помірно-континентальний, з тривалим сухим, жарким та з великою кількістю сонячних днів літом, і короткою, малосніжною м'якою, з частими відлигами зимою [2].

В цьому регіоні середньорічна температура повітря коливається від $8,0^{\circ}\text{C}$ до $11,7^{\circ}\text{C}$, за багаторічний період у середньому вона становить близько 10°C .

Тут переважають вітри східних і північно-східних румбів, що повторюються із частотою 40-50%.

В басейні Приазов'я поява льоду приходить на початок січня. До середини березня тримається льодовий покрив, в квітні-травні істотніше підвищення температури. Температурний режим формується за рахунок прогрівання повітря. У липні температура повітря складає $21-23^{\circ}$.

В середньому на рік випадає 179 сонячних днів [1].

Приазов'я являє собою посушливий район. Тут за рік випадає до 350 - 400 мм. Характеризується річний хід опадів максимумом у червні і у липні -40-50 мм.

Сніг, який випадає на поверхню розглянутої території з поверненням тепла тане, а потім знову випадає і залишається на поверхні у межах місяця. Узбережжя Азовського моря позбавлено стійкого снігового покриву. Сніг буває тут лише в окремі зими.

На території Приазов'я вітровий режим формується під впливом циркуляційних процесів і особливостей рельєфу.

Жаркий сухий вітер - суховій спостерігається у травні, червні та серпні. Перехід від літніх процесів до зимових починається у жовтні. Повторюється найчастіше східний вітер.

На даній території буває вітер східного напрямку з відхиленнями до південного сходу або до північного сходу [1].

2 ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК ПРИАЗОВ'Я

2.1 Гідрологічна вивченість

Гідрографічна мережа, поверхневий стік річок Приазов'я формуються під дією геолого-геоморфологічних особливостей даної території.

Густота річкової мережі річок Приазов'я складає $0,28 \text{ км/км}^2$ [3].

Значними річками досліджуваного району є: Молочна, Обитічна, Берда, Кальміус, Кальчик, Міус [4].

Спостереження за річним стоком ведуться на 26 постах.

Карта басейну річок Приазов'я з розташованими гідрологічними постами представлена рис. 2.1.

Гідрографічні характеристики наведені у таблиці 2.1.

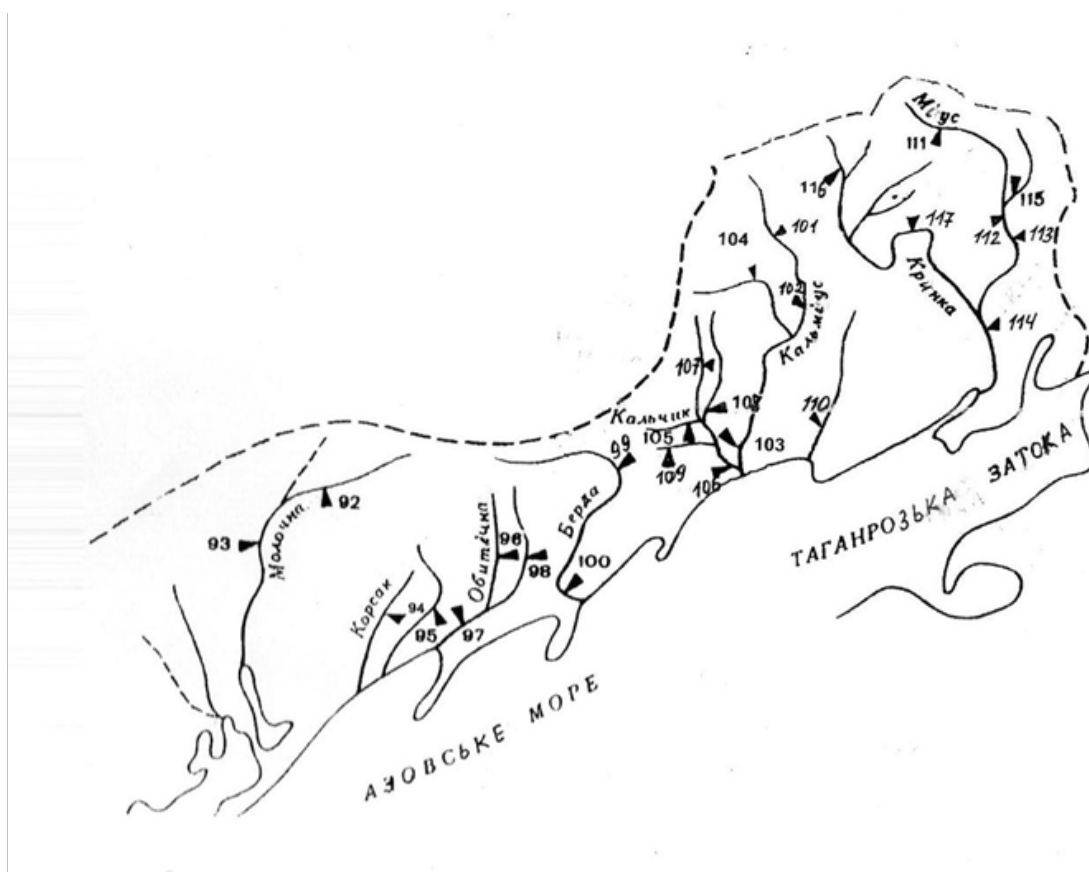


Рисунок 2.1 - Карта-схема розташування гідрологічних постів
спостережень в басейні річок Приазов'я

Таблиця 2.1 –Гідрографічні характеристики водозборів річок Приазов'я

№ п/п	№ за картою	Річка - пост	L , км	I_{cp} , %	F , км ²	H_{cp} , м	f_o , %	f_l , %	f_b , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	92	р.Молочна - м. Токмак	74	1,9	760	160	<1	1	0
2	93	р.Молочна - с.Терпіння	149	0,9	2780	110	<1	2	<1
3	94	р.Корсак – с.Аннівка	16	4,4	194	90	0	<1	0
4	95	р.Лозуватка - с. Новоолексіївка	35	2,5	331	90	0	<1	0
5	96	р.Обитічна – с.Шевченко	35	3,2	390	140	<1	<1	0
6	97	р.Обитічна - м. Приморськ	83	1,5	1330	100	<1	1	0
7	98	р.Кільтиця - с. Новотроїцьке	30	4,4	398	130	<1	1	0
8	99	р.Берда- с.Захарівка	59	2,7	718	170	<1	2	0
9	100	р.Берда - с. Осипенко	106	1,4	1620	140	<1	2	0
10	101	р.Кальміус – смт Авдотіно	26	2,9	263	200	<1	3	0
11	102	р.Кальміус – с.Роздольне	97	0,8	1690	170	<1	2	0
12	103	Кальміус – смт Приморське	192	0,7	3700	150	<1	1	1
13	104	р.Мокра Волноваха – с.Миколаївка	16	5,1	194	210	0	1	0
14	105	р.Кальчик - с. Кременівка	44	2,8	469	170	<1	<1	<1
15	106	р.Кальчик – м. Маріуполь	80	1,6	1250	140	<1	1	<1
16	107	р.балка Полкова – с.Кременівка	14	9,5	63	150	<1	0	0
17	108	р.М.Кальчик - с. Кременівка	37	4,1	270	160	<1	<1	0
18	109	р.Калец – х. Перемога	16	5,1	164	130	<1	<1	0
19	110	р.Грузькій Єланчик – с.Гусельщикове	83	0,8	1190	100	<1	1	0

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	111	р.Міус - с. Стрюкове	17	14	142	260	0	8	0
21	112	р.Міус - с. Дмитрівка	77	1,6	2090	200	0	5	0
22	113	р.Міус – с.Куйбишеве	106	1,1	2450	190	0	4	0
23	114	р.Міус – с Матвіїв Курган	193	0,5	5780	170	0	3	0
24	115	р. Крепенька - х. Чугуно-Крепінка	36	4,1	224	210	<1	15	0
25	116	р.Кринка - с. Новоселівка	5	2,8	582	230	<1	7	0
26	117	р.Кринка – смт Благодатне	94	1,1	1690	210	<1	4	0

Спостереження за річним стоком у розглянутому басейні змінюється від 17 до 75 років. Площі водозборів знаходяться в межах від 63 км² до 5780 км² [3]. Ці данні занесені у таблиці 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 - Розподіл постів за тривалістю спостережень в басейні річок Приазов'я

Кількість років спостережень	< 20	20 - 40	40 - 60	> 60	Всього
Кількість постів	5	5	12	4	26

Таблиця 2.3 - Розподіл постів за величиною площ водозборів в басейні річок Приазов'я

Площа водозбору F , км ²	<100	100-500	500- 1000	1000- 2000	>2000	Всього
Кількість постів	1	11	3	6	5	26

2.2 Водний режим

Водний режим річок Приазов'я виражається у вигляді весняного водопілля, за рахунок танення сезонних снігів [5].

Досліджувана територія затопляється водою. Шаром досягає від 0,8 – до 1,5 м та 2 - 3 м, в період весняної повені.

У нижній течії річки звивисті, глибина змінюється від 0,2-0,5 м у верхів'ях, до 1-3 м і 5 м - у нижній течії та характеризуються незначними швидкостями течії. У межень швидкості течії близькі до нульових і дорівнюють 0,2 - 0,3 м/с, в період весняної повені вони дорівнюють 0,5 - 0,8 м/с [5].

Водозбори річок Приазов'я знаходяться на висоті 130-150 м. Малі річки, які впадають в море, мають середню висоту водозбору 90-100 м. Більшість річок цього району мають середній ухил водозборів.

Значне поширення на цих річках мають штучні водоймища - водосховища і ставки, вони використовуються для водопостачання, гідроенергетики, рибного господарства, зрошування тощо.

3 МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТОКУ

Принципове застосування статистичних методів, зокрема в гідрології, ґрунтується на так званих граничних теоремах теорії ймовірностей. Першу групу математичних теорем у теорії ймовірностей взагалі зв'язують з законом великих чисел.

Друга група теорем перебуває у межах законів розподілу. Відносно “центральної граничної теореми” розподіл суми достатньо великого числа незалежних випадкових величин наближується до нормального закону. Гідрологічні явища здебільшого відповідають цим схемам, тобто можуть розглядатися як обумовлені випадковими подіями.

3.1 Застосування статистичних методів в гідрології

Статистичні методи у гідрологічних дослідженнях знаходять застосування при рішенні багатьох задач, але мають деякі особливості. Це обумовлено специфічністю розглядаємих у гідрології явищ [6].

Перша особливість полягає у тому, що у розпорядженні гідролога обмежена інформація, яка не може бути збільшена. У зв'язку з цим виникає питання статистичних оцінок вибірових параметрів розподілу. Часто буває невідомо, яка функція розподілу описує ту чи іншу гідрологічну характеристику і ніякої додаткової інформації про вид кривої розподілу, крім даних спостереження немає. Тому вибір кривої розподілу здійснюється виходячи з деяких загальних міркувань (о граничних умовах до яких повинна задовольняти прийнята схема).

Після встановлення закону розподілу, який описує аналізоване гідрологічне явище, виникає задача оцінити параметри розподілу генеральної сукупності по вибіровим даним, що може бути значно менше з граничним ступенем точності,

яка залежить від виду розподілу та по якій здійснюється розрахунки вибірових параметрів розподілу. Тому вибірові оцінки параметрів розподілу визначаються завжди з тими чи іншими похибками. Встановити такі похибки при гідрологічних розрахунках важлива задача [6].

Друга особливість застосування статистичних методів у гідрології полягає у тому, перед статистичними розрахунками слід перевіряти вихідну гідрологічну інформацію з точки зору її фізичної та статистичної однорідності.

Третя особливість пов'язана з наявністю внутрішньорядного зв'язку, який порушує принцип випадковості відбору, в результаті чого об'єм незалежної інформації, яка знаходиться у тому чи іншому гідрологічному ряді зменшується і нестійкість вибірових оцінок збільшується, у той час змінюється й структура гідрологічних рядів. Особливо це важно при регулюванні річного стоку, так як характер угруповань маловодних та багатоводних років визначається наявністю внутрішньорядного зв'язку.

Існують параметри, які описують певні властивості кривих розподілу. Для цього використовують поняття момент. Розрізняють початковий, центральний та абсолютний моменти.

У даній роботі розрахунок статистичних параметрів річного стоку виконувався двома методами: методом моментів та методом найбільшої правдоподібності.

Метод найбільшої правдоподібності є більш складним за метод моментів. Сутність його полягає у тому, що за оцінку невідомого параметра a вибирається таке його значення, яке максималізує функцію правдоподібності. Це значення є функцією $x_1, x_2, \dots, x_n$ і називається оцінкою найбільшої правдоподібності [6].

Після статистичних розрахунків визначається точність отриманих результатів.

3.2 Аналіз результатів визначення статистичних параметрів часових рядів річного стоку в басейні річок Приазов'я

Статистична обробка часових рядів середньорічних модулів річного стоку в басейні річок Приазов'я проводилась по 26 гідрологічних постах.

Відповідно рекомендаціям СНіП 2.01.14.83 середньорічні модулі стоку обчислювались з використанням методів моментів та найбільшої правдоподібності. Визначались стандартні параметри ($\bar{q}$, C_v , C_s і C_s / C_v).

Результати розрахунку, які наведені у додатку А, показали, що середньорічні модулі стоку змінюються від 0,58 л/с·км² (р. Грузській Єланчик – с. Гусельщикове) до 11,4 л/с·км² (р. Кальміус – смт. Авдотьїно). Коефіцієнти варіації дають майже однакові результати за двома методами і змінюються у межах від 0,27 (р. Кальміус - с. Роздольне) до 0,94 (р. Грузській Єланчик – с. Гусельщикове). Це свідчить про невелику мінливість у рядах річного стоку розглянутої території. По басейну середнє значення $C_v = 0,49$.

При $C_v < 0.5$ методи найбільшої правдоподібності та метод моментів практично мають однакові результати [6], тому у подальших розрахунках можна використовувати любий з двох методів.

Коефіцієнти асиметрії змінюються від - 0,05 (р. Кальміус-сmt. Приморське) до 1,71 (р. Грузській Єланчик – с. Гусельщикове) Співвідношення C_s / C_v в середньому знаходиться на рівні 1,73.

Мірою точності статистичних розрахунків є середня квадратична похибка.

Середня квадратична похибка n -річних середніх рядів річного стоку, тобто для $\bar{q}$, в басейні річок Приазов'я дорівнює $\sigma_{\bar{q}} = 8,1\%$, а коефіцієнтів варіації – $C_v = 13\%$. Результати обчислення наведені у додатку Б.

3.3 Дослідження статистичної однорідності

Внаслідок многофакторності більшості параметрів гідрологічного режиму часто буває важко відокремити причини. Порушується стан однорідності ряду спостережень від факторів, що формують гідрологічний ряд як сукупність випадкових змінних [7].

У деяких випадках оцінка однорідності даних гідрологічних спостережень набуває впевне самостійне значення. Прикладом такого роду може служити вибір пункту-аналога, коли встановлюється однорідність фізико-географічних і кліматичних факторів стоку на підставі їх якісного аналізу на двох водозборах.

В інших випадках слід оцінити внутрішньорядну однорідність величин стоку річки, яка порушена різними природними або штучними причинами, до числа яких можна віднести, наприклад, зміну природного стоку завдяки регулюванню його водосховищем. Істотно важливо з'ясовуватиметься ступінь однорідності рядів стоку, що відносяться до різних річках, при єднання їх в єдиний просторово-часовий статистичний ряд [7].

Коли фізичного аналізу однорідності тих чи інших гідрологічних характеристик або факторів, які їх обумовлюють, виявляється недостатньо, доцільно використовувати статистичні методи, які дозволяють оцінити однорідність досліджуваних рядів спостережень також і в кількісному виразі. З їх допомогою можна визначити область, в якій доцільно шукати фізичну причину, що порушує однорідність рядів спостережень, і тим самим допомогти досліднику знайти цю причину [7].

3.4 Основні етапи аналізу однорідності рядів спостережень

Формулювання нульовий і альтернативних гіпотез

Будь-яке статистичне судження про однорідність тих чи інших рядів спостережень завжди має імовірнісний характер. Статистичний аналіз

однорідності рядів спостережень починається з припущення відсутності суттєвої різниці між параметрами порівнюваних рядів (нульова гіпотеза). При цьому зазвичай передбачається, що закон розподілу зіставляються рядів спостережень один і той же, що впливає з фізичних міркувань або накопиченого попереднього досвіду, але можуть мати місце лише відмінності в параметрах розподілу. До числа яких можуть бути віднесено: середнє значення, коефіцієнт варіації і коефіцієнт асиметрії. У багатьох випадках підлягають перевірці на нульову гіпотезу всі параметри розподілу. Гіпотези, протилежні нульовій, називають альтернативними [8].

Вибір рівня значущості

Рівнем значущості вважається таке досить мале значення ймовірності, яке в тому чи іншому випадку характеризує практично неможливу подію. Поява такого роду події вказує на неправильність прийнятої нульової гіпотези з ймовірністю, що не перевищує обраний рівень значимості. В такому випадку з ймовірністю, рівною обраному рівню значущості, можна відкинути нульову гіпотезу, хоча вона може виявитися правильною, або, як кажуть, припуститися помилки першого роду. В іншому випадку можна прийняти неправильну альтернативну гіпотезу або зробити помилку другого роду. Очевидно, що повністю уникнути помилок першого і другого роду не можна. При цьому завжди має місце певний ризик. Можна лише зменшити ризик здійснення помилки одного роду за рахунок збільшення помилки іншого роду. Зазвичай за рівень значущості приймають ймовірність 5%, 2% або 1% . В окремих випадках рівень значущості може бути обраний 0,1% і менше або більше 5%.

Зі зменшенням рівня значущості ймовірність забракувати нульову гіпотезу зменшується, коли вона вірна [8].

Вибір критичної області

Критичну область слід вибирати таким чином, щоб ймовірність попадання в неї критерію була найбільшою, коли справедлива альтернативна гіпотеза, тобто гіпотеза, конкуруюча з нульовою гіпотезою.

Якщо вибіркове значення критерію потрапляє в критичну область, то нульова гіпотеза невірна, і повинна бути прийнята альтернативна гіпотеза. У випадках, якщо величина критерію виявляється в області припустимих значень, то це означає, що при даному емпіричному матеріалі немає підстав спростувати нульову гіпотезу і отже, вона визнається [8].

Коли на однорідність середніх значень повинні перевірятися короткі ряди спостережень, можна використовувати критерій Стюдента. Однак, при цьому необхідно мати на увазі, що застосування його правомірно лише в тому випадку, коли рівні середні квадратичні відхилення генеральних сукупностей розглянутих рядів: $\sigma_x = \sigma_y = \sigma$.

Критерій Стюдента записується у вигляді

$$t = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{n_x \sigma_x^2 + n_y \sigma_y^2}} \sqrt{\frac{n_x n_y (n_x + n_y - 2)}{n_x + n_y}}. \quad (3.1)$$

Цей критерій підпорядковується розподілу Стюдента з числом ступенів свободи, рівним $k = n_x + n_y - 2$.

При перевірці нульової гіпотези $\bar{x} = \bar{y}$ з використанням критерію Стюдента слід визначати критичну область при $q\%$ -му рівні значимості як область великих за абсолютним значенням відхилень $[|t| > t_{q,k}]$. Величина $t_{q,k}$ визначається з таблиці розподілу Стюдента.

Критерій Стюдента однорідності середніх значень відноситься до числа параметричних, оскільки його використання пов'язується з необхідністю прийняття для даної вибірки нормального закону розподілу.

З числа непараметричних критеріїв оцінки однорідності середніх в гідрологічних дослідженнях отримав застосування переважно критерій однорідності Вількоксона і критерій знаків. Критерій Вількоксона часто

розуміють як критерій приналежності до однієї і той же генеральної сукупності. Фактично цей критерій досить чутливий по відношенню до вибіровим середнім і майже не реагує на зміну вибірових дисперсій. Тому точніше розглянутий критерій поширювати на оцінку однорідності вибірових середніх. Критерій Вількоксона заснований на підрахунку числа так званих інверсій [8].

Критерій оцінки однорідності середніх квадратичних відхилень

В даний час відомо чимало критеріїв для оцінки однорідності середнього квадратичного відхилення. У гідрологічних роботах використовувалися лиш деякі з них, а зокрема критерій Фішера (F) у вигляді

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}, \quad (3.2)$$

де σ_x та σ_y - середні квадратичні відхилення, обчислені по рядах, щодо яких робиться припущення, що вони підпорядковані нормальному закону розподілу [9]. Ця обставина кілька звужує можливість розглянутого критерію. Однак при невеликій асиметричності рядів критерій Фішера зазвичай застосовується [9].

3.5 Визначення статистичної однорідності у часових рядах річного стоку в басейні річок Приазов'я

Наступним етапом у магістерській роботі була перевірка часових рядів річного стоку басейна річок Приазов'я на статистичну однорідність. Перевірка виконувалась за критеріями Фішера, Ст'юдента і Вількоксона. Визначені данні занесені у табл. 3.1[9].

За результатами перевірки неоднорідними виявилось 11 гідрологічних постів. Для дослідження трендів за сучасних умов формування річного стоку було побудовано хронологічні графіки [10].

Визначено, що річний стік на водозборах, які виявились неоднорідними, має значимий тренд до збільшення (р.Кальміус - с. Роздольне, р.Кальміус - с. Роздольне, р.Кальміус- смт. Авдотїно, р. Кринка - смт Благодатне, р. Кринка - с.Новоселівка ,р.Грузський Єланчик - с. Гусельщикове), до зменшення (р.Молочна- м.Токмак, р. Обитічна - м. Приморськ, р. Обитічна - м. Приморськ, р.Кальчик - м. Маріуполь). Це пов'язано з географічним особливостями досліджуваного району.

Також не слід виключати можливість у цих районах інтенсивної господарської діяльності .

Таблиця 3.1 – Перевірка часових рядів стоку на однорідність середніх квадратичних відхилень за критеріями Фішера, Ст'юдента і Вілкоксона в басейні річок Приазов'я

№ п/п	Річка – пост	n, років	Рівень значущості	Критерій Фішера		Висновок	Критерій Ст'юдента		Висновок	Критерій Вілкоксона	Загальний висновок
				F	F _{кр}		t	t _{кр}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
92	р.Молочна - м. Токмак	65	5%	2,8	2,0	Неодн.	1,9	2,0	Одн.	Одн.	Неодн.
93	р.Молочна - с.Терпіння	47	5%	1,1	2,3	Одн.	0,5	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
94	р.Корсак – с.Аннівка	17	5%								
95	р.Лозуватка - с. Новоолексіївка	57	5%	2,4	2,2	Неодн.	0,8	2,0	Одн.	Одн.	Неодн.
96	р.Обитічна – с.Шевченко	32	5%	1,8	3,3	Одн.	0,4	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
97	р.Обитічна - м. Приморськ	49	5%	1,5	2,4	Одн.	2,01	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
98	р.Кільтиця - с. Новотроїцьке	33	5%	2,2	3,2	Одн.	0,2	2,1	Одн.	Одн.	Одн.
99	р.Берда- с.Захарівка	49	5%	1,0	2,2	Одн.	1,2	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
100	р.Берда - с. Осипенко	61	5%	1,8	2,1	Одн.	2,7	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
101	р.Кальміус – смт Авдот'їно	37	5%	2,5	2,9	Одн.	5,1	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
102	р.Кальміус – с.Роздольне	58	5%	1,6	2,1	Одн.	3,3	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
103	Кальміус – смт Приморське (Сартана)	77	5%	1,5	2,0	Одн.	4,4	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
104	р.Мокра Волноваха – с.Миколаївка	63	5%	1,1	2,1	Одн.	0,8	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
105	р.Кальчик - с. Кременівка	53	5%	1,5	2,2	Одн.	0,3	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
106	р.Кальчик – м. Маріуполь	75	5%	22,7	2,0	Неодн.	3,5	1,9	Неодн.	Неодн.	Неодн.

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
107	р. балка Полкова – с.Кременівка	17	5%								
108	р.М.Кальчик - с. Кременівка	51	5%	1,8	2,2	Одн.	0,5	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
109	р.Калец – х. Перемога	18	5%								
110	р.Грузькій Єланчик – с.Гусельщикове	26	5%	5,2	3,6	Неодн.	0,2	2,0	Одн.	Одн.	Неодн.
111	р.Міус - с. Стрюкове	54	5%	2,1	2,2	Одн.	1,5	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
112	р.Міус - с. Дмитрівка	50	5%	1,1	2,2	Одн.	0,4	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
113	р.Міус – с.Куйбишеве	18	5%								
114	р.Міус – с.Матвіїв Курган	25	5%	1,2	3,6	Одн.	0,2	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
115	р. Крепенька - х. Чугуно- Крепінка	19	5%	1,6	4,0	Одн.	0,03	2,0	Одн.	Одн.	Одн.
116	р.Кринка - с. Новоселівка	64	5%	1,3	2,1	Одн.	3,4	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.
117	р.Кринка – смт Благодатне	60	5%	1,1	2,1	Одн.	3,1	2,0	Неодн.	Неодн.	Неодн.

4 ЦИКЛІЧНІСТЬ ЧАСОВИХ РЯДІВ РІЧНОГО СТОКУ

Гідрологічний ряд може бути хронологічно розташований згідно з [10] у межах фази підвищеного стоку, тому середня величина стоку, яка розглядається є завищеною, а коли в межах зниженого стоку – зниженою.

Оскільки неврахування коливань річного стоку може привести до великих похибок при розрахунку річного стоку, тому вводиться поняття «норма стоку».

4.1 Аналіз циклічності часових рядів в басейні річок Приазов'я

Для визначення циклічності у часових рядах річного стоку басейну річок Приазов'я, були побудовані різницеві інтегральні криві. Для більш повного аналізу, різницеві інтегральні криві були представлені по декілька постів на одному графіку [11].

Розрахувавши ординати різницево-інтегральних кривих та побудувавши їх, як приклад р. Молочна - м. Токмак; р. Молочна - с. Терпіння; р. Обитічна - с. Шевченко (рис. 4.1), можемо відмітити, що коливання синхронні, що свідчить про однаковість умов формування стоку в межах досліджуваної території. Проаналізувавши криві, слід відмітити, що починаючи з 1960-1967 та 1990-1998 років на річках басейну Приазов'я спостерігається маловодна фаза. У період з 1968-1973 р, 1978-1990 та на р. Молочна - м. Токмак з 1990-2015 рр. відмічалась багатоводна фаза.

Проте усі розглянуті водозбори мають повні цикли водності, що має важливе значення для визначення норми річного стоку.

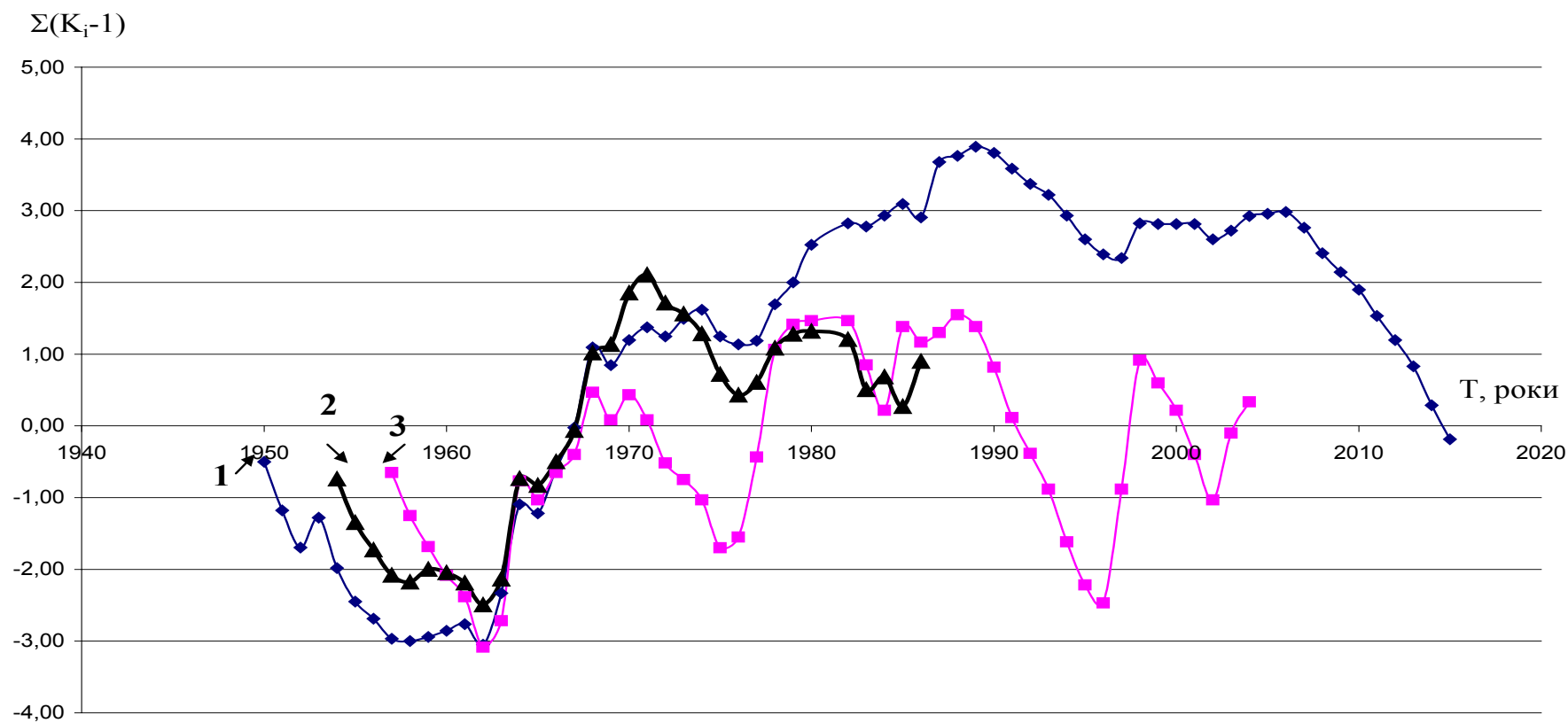


Рисунок 4.1 - Різницеви інтегральні криві: 1 - р. Молочна - м. Токмак; 2 - р. Молочна - с. Терпіння;
3 - р. Обитічна - с. Шевченко

5 УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ УЗАГАЛЬНЕННЯ НОРМИ РІЧНОГО СТОКУ БАСЕЙНА РІЧОК

5.1 Методи узагальнення норми річного стоку річок України

Норма річного стоку – це важлива характеристика стоку річок і уявляє середнє його значення за багаторічний період.

Географо-гідрологічне узагальнення основних характеристик річного стоку річок України, виконала Н.С. Лобода [12], які базуються на сучасних методах багатовимірною статистичного аналізу даних багаторічних спостережень за стоком води та балансових методах розрахунків стоку з використанням метеорологічної інформації.

В досліджуваному районі за відсутністю гідрометеорологічної інформації розрахунок річного стоку базується на методах, які засновані тільки на гідрологічної інформації в пунктах, де здійснюються спостереження. Зокрема, одним із таких методів є картування, тобто осереднення параметрів розподілу річного стоку в однорідному районі на підставі всієї гідрометричної інформації за річним стоком річок, яка є в цьому в досліджуваному районі.

Норма річного стоку для невивчених річок найчастіше визначається за допомогою карт з відповідними ізолініями в ($\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$). Норму річного стоку невивчених річок рекомендують оцінювати за аналогією з близько розташованими річками, водозбори яких характеризуються такими ж умовами формування стоку [13].

5.2 Узагальнення норми річного стоку в басейні річок Приазов'я

Для узагальнення цієї характеристики, слід встановити чи залежить величина норми річного стоку від широтного положення водозборів для річок Приазов'я (рис. 5.1). Коефіцієнт кореляції значимий і дорівнює $r = 0,60$.

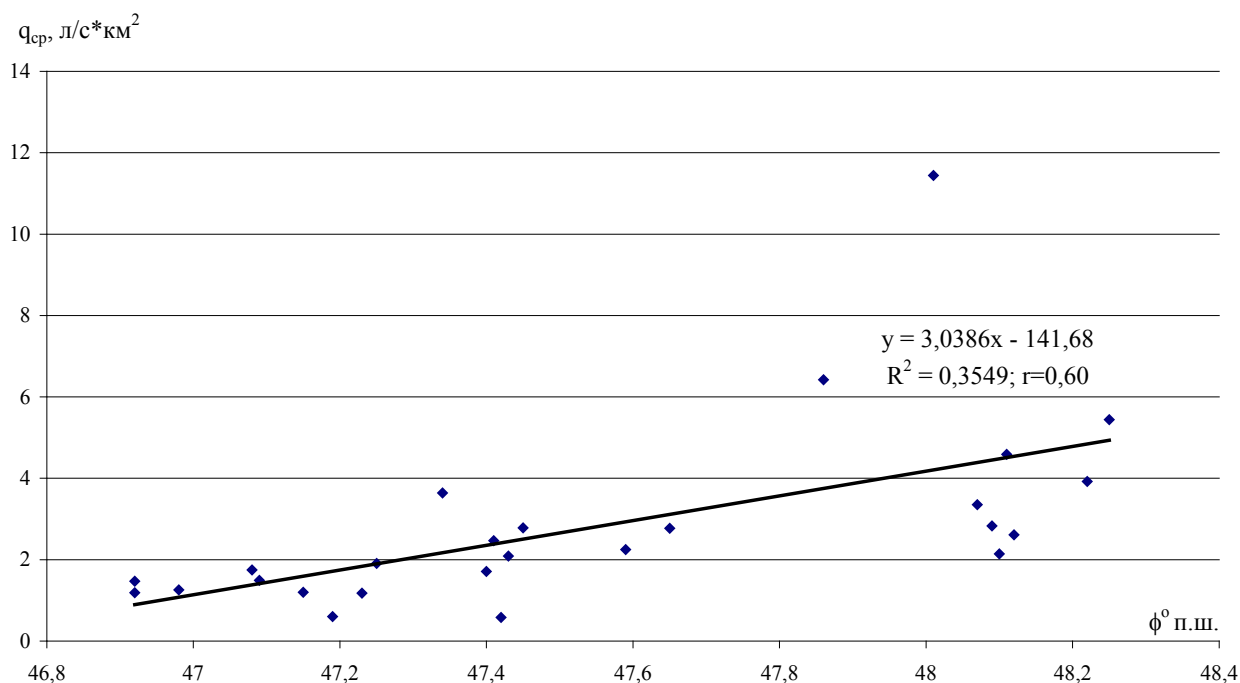


Рисунок 5.1- Залежність середньорічних модулів річного стоку від широти центрів тяжіння водозборів в басейні річок Приазов'я

Можливий вплив місцевих факторів (лісистості та висота місцевості) на величину норми річного стоку в досліджуваного басейну визначався за допомогою залежностей (рисунки 5.2 та 5.3).

Коефіцієнт кореляції залежності впливу висоти на норму річного стоку дорівнює 0,55. Для досконалого дослідження прийнято рішення привести всі дані до однієї широти 47,6° пн.ш., згідно з залежністю на рис. 5.1.

$$\bar{q}_{\varphi=47,6} = \bar{q} - 3,04(\varphi^{\circ} - 47,6) \quad (5.1)$$

· $\bar{q}_{\varphi=47,6}$ - приведені до широти 47,6° пн.ш. значення норми річного стоку.

Отримані дані були використані для побудови залежності $\bar{q}_{\varphi=47,6} = f(H_{cp})$, $r=0,05$ (рис. 5.4).

Значимих регіональних залежностей від лісистості та висота місцевості не виявлено.

Таким чином, величину норми річного стоку для річок басейну Приазов'я можна картувати.

Вихідні дані щодо дослідження впливу місцевих факторів на норму річного стоку представлені у табл. 5.1.

Карта розподілу величини норми річного стоку в басейні річок Приазов'я наведена на рис. 5.5.

Ізолінії змінюються від 1,0 (л/с·км²) у районі р. Молочна - м. Токмак до 11 (л/с·км²) біля р. Кальміус – смт. Авдотьїно.

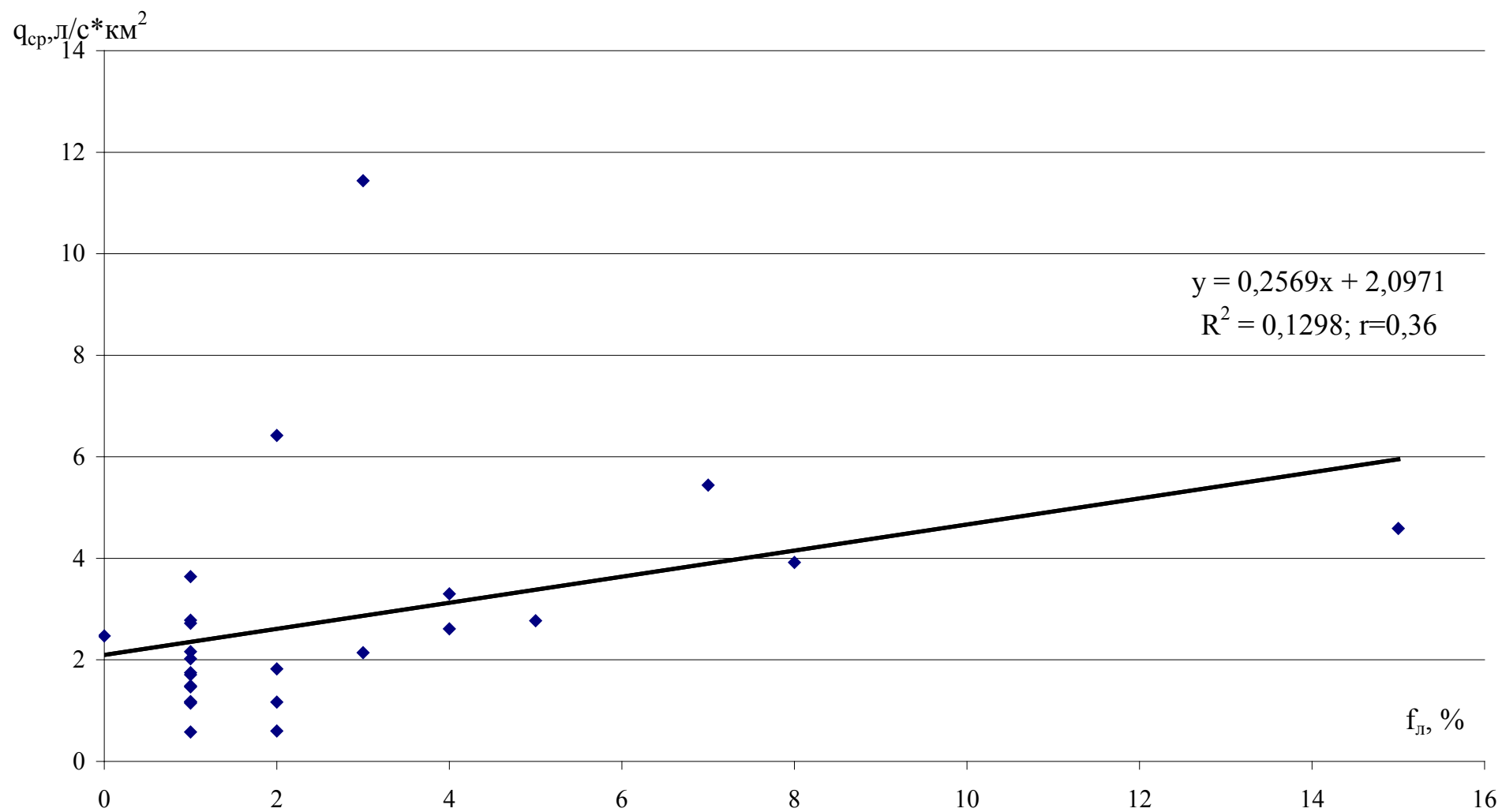


Рисунок 5.2 - Залежність середньорічних модулів стоку від залісеності в басейні річок Приазов'я

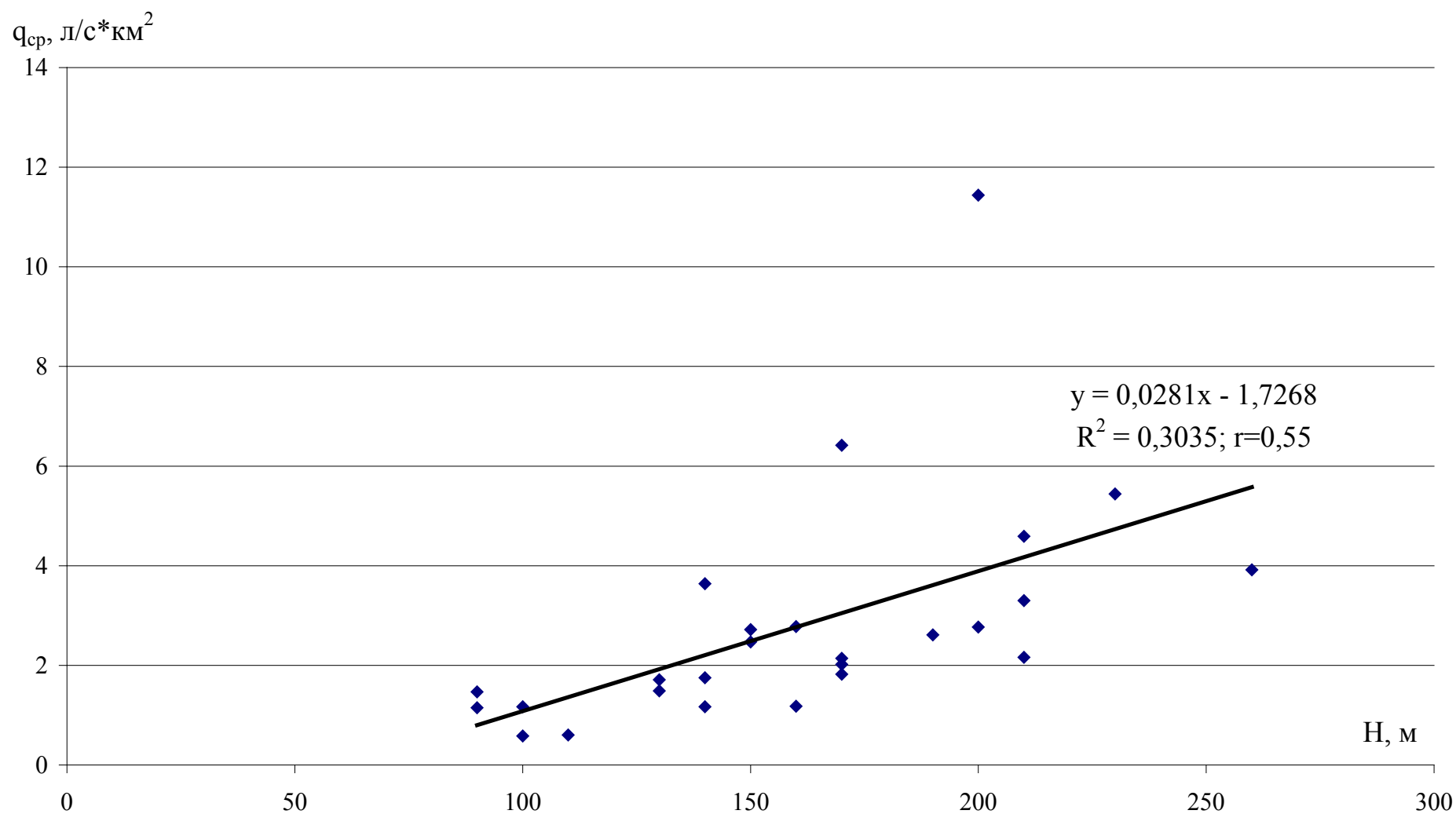


Рисунок 5.3 - Залежність середньорічних модулів стоку від висоти в басейні річок Приазов'я

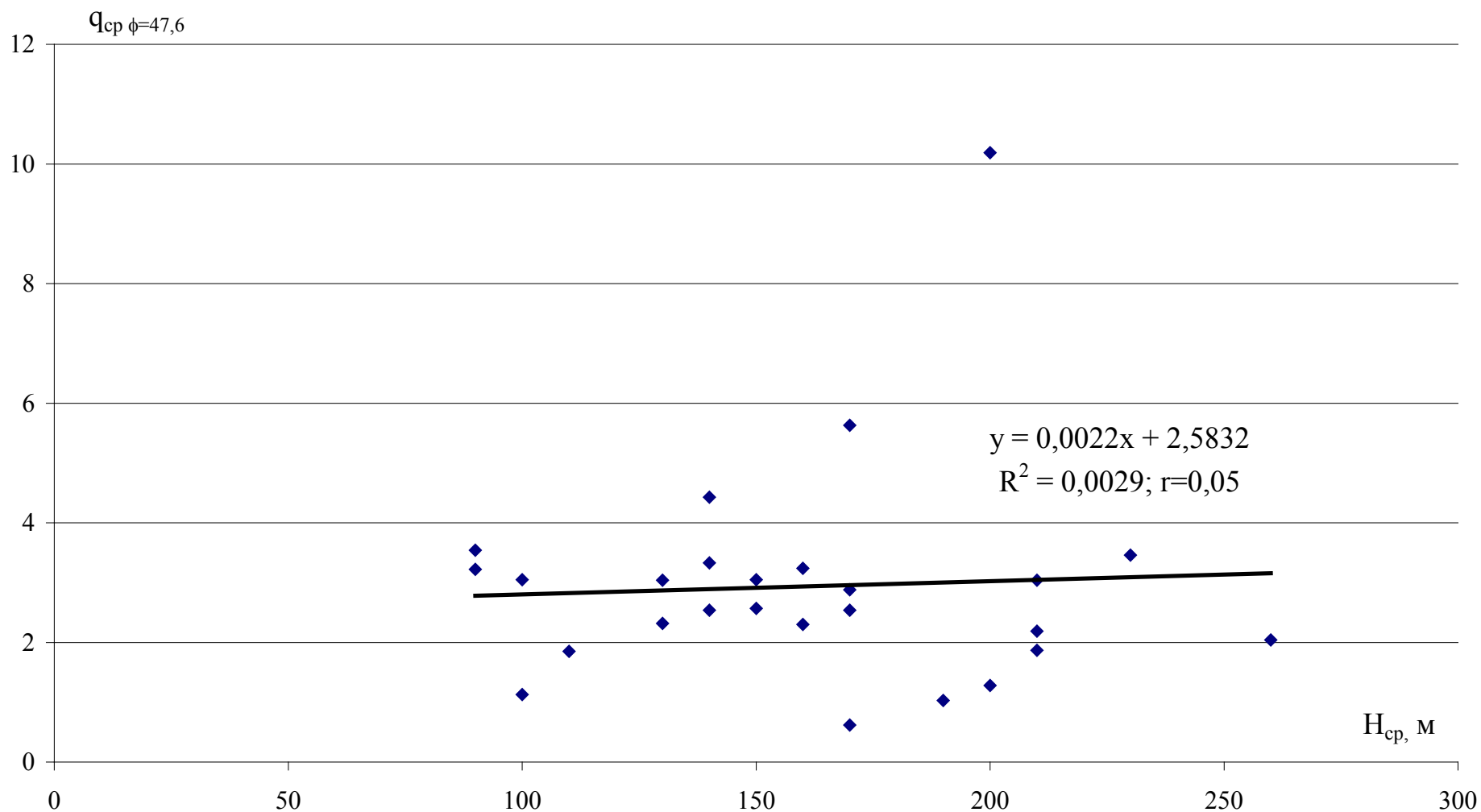


Рисунок 5.4 – Зміна середньорічних модулів стоку, приведених до широти 47,6° пн. ш., від середньої висоти водозборів в басейні річок Приазов'я

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для дослідження впливу на норму річного стоку місцевих факторів в басейні річок Приазов'я

№ поста	Річка-пост	F , км ²	$\bar{q}$, л/(с·км ²)	ϕ° п.ш.	σ_n	σ_{c_v}
92	Молочна - м. Токмак	760	1,18	47,23	4,84	9,41
93	Молочна - с. Терпіння	2780	0,60	47,19	10,50	12,71
94	Корсак – с. Аннівка	194	1,47	46,92	14,55	20,00
95	Лозуватка - с. Новоолексіївка	331	1,19	46,92	7,35	11,10
96	Обитічна – с. Шевченко	390	1,75	47,08	8,31	13,81
97	Обитічна - м. Приморськ	1330	1,26	46,98	9,20	12,49
98	Кільтича - с. Новотроїцьке	398	1,49	47,09	9,05	13,87
99	Берда - с. Захарівка	718	1,91	47,25	7,09	11,78
100	Берда - с. Осипенко	1620	1,20	47,15	8,49	11,27
101	Кальміус – смт Авдот'їно	263	11,44	48,01	7,23	12,70
102	Кальміус – с. Роздольне	1690	6,42	47,86	3,55	9,62
103	Кальміус – смт Приморське	3700	2,77	47,65	4,60	8,94
104	Мокра Волноваха – с. Миколаївка	194	2,25	47,59	6,83	10,47
105	Кальчик - с. Кременівка	469	2,09	47,43	5,48	10,92
106	Кальчик – м. Маріуполь	1250	3,64	47,34	8,89	10,31
107	балка Полкова – с. Кременівка	63	2,47	47,41	10,67	18,74
108	М. Кальчик - с. Кременівка	270	2,78	47,45	5,90	11,23
109	Калец – х. Перемога	164	1,71	47,40	10,61	18,28
110	Грузській Еланчик – с. Гусельщикове	1190	0,58	47,42	18,43	19,03
111	Міус - с. Стрюкове	142	3,92	48,22	5,99	10,51
112	Міус - с. Дмитрівка	2090	2,83	48,09	5,90	11,23
113	Міус – с. Куйбишеве	2450	2,61	48,12	10,14	18,14
114	Міус – с. Матвіїв Курган	578	2,14	48,10	9,00	15,51
115	р. Крепенька - х. Чугуно-Крепінка	224	4,59	48,11	6,42	16,85
116	Кринка - с. Новоселівка	582	5,44	48,25	5,63	9,69
117	Кринка – смт Благодатне	1690	3,35	48,07	6,01	10,36

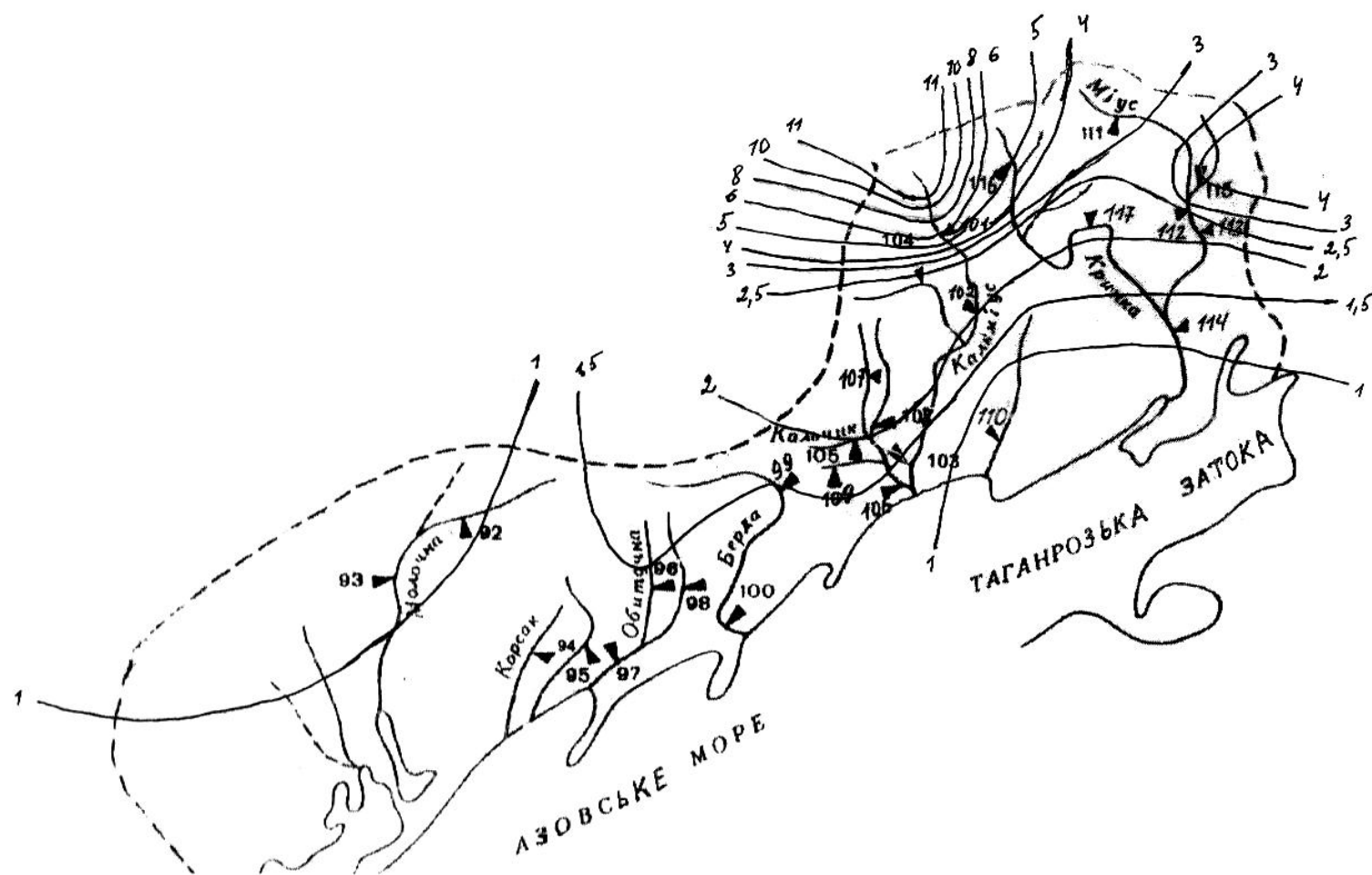


Рисунок 5.5 – Карта ізоліній норми річного стоку в басейні річок Приазов'я

5.3 Перевірочні розрахунки

З метою уточнення карти ізоліній норми річного стоку, з карти були зняті значення та порівняні з величинами, які були розраховані за результатами статистичної обробки. Результати перевірки наведені у таблиці 5.2. Відхилення карти складає $\pm 11,0\%$, що цілком задовольняє вимогам нормативного документа [14] для визначення норми річного стоку.

Таблиця 5.2 – Оцінка точності побудування карти середньорічних модулів стоку в басейні р. Приазов'я

№ поста	Річка – пост	F , км ²	$\bar{q}_\phi$, л/(с·км ²)	$\bar{q}_p$, л/(с·км ²)	$ \Delta q $, %
92	р.Молочна - м. Токмак	760	1,18	1,0	15,25
93	р.Молочна - с.Терпіння	2780	0,60	0,5	16,70
94	р.Корсак – с.Аннівка	194	1,47	1,3	11,56
95	р.Лозуватка - с. Новоолексіївка	331	1,15	1,25	8,69
96	р.Обитічна – с.Шевченко	390	1,75	1,6	8,57
97	р.Обитічна - м. Приморськ	1330	1,17	1,25	6,84
98	р.Кільтиця - с. Новотроїцьке	398	1,49	1,47	1,34
99	р.Берда- с.Захарівка	718	1,82	1,8	1,10
100	р.Берда - с. Осипенко	1620	1,17	1,29	10,26
101	р.Кальміус – смт Авдот'їно	263	11,4	1,91	83,24
102	р.Кальміус – с.Роздольне	1690	6,42	5,91	7,94
103	Кальміус – смт Приморське (Сартана)	3700	2,72	2,49	8,45
104	р.Мокра Волноваха – с.Миколаївка	194	2,16	2,3	6,48
105	р.Кальчик - с. Кременівка	469	2,02	2,0	0,99
106	р.Кальчик – м. Маріуполь	1250	3,64	2,5	31,32
107	р. балка Полкова – с.Кременівка	63	2,47	2,4	2,83
108	р.М.Кальчик - с. Кременівка	270	2,78	2,25	19,06
109	р.Калець – х. Перемога	164	1,71	1,7	0,58
110	р.Грузській Єланчик – с.Гусельщикове	1190	0,58	0,6	3,45
111	р.Міус - с. Стрюкове	142	3,92	3,8	3,06
112	р.Міус - с. Дмитрівка	2090	2,77	3,0	8,30
113	р.Міус – с.Куйбишеве	2450	2,61	3,0	14,94
114	р.Міус – с.Матвіїв Курган	5780	2,14	2,18	1,87
115	р. Крепенька - х. Чугуно-Крепінка	224	4,59	4,0	12,85
116	р.Кринка - с. Новоселівка	582	5,44	5,5	1,10
117	р.Кринка – смт Благодатне	1690	3,3	3,4	3,03
Середнє					11,15

ВИСНОВКИ

1. Статистичні розрахунки часових рядів річного стоку в басейні річок Приазов'я проводилась по 26 гідрологічних постах.
2. Середньорічні модулі стоку змінюються від 0,58 л/с·км² до 11,4 л/с·км².
 $C_v = 0,49$
3. Співвідношення C_s/C_v в середньому знаходиться на рівні 1,73.
4. Середня квадратична похибка для $\bar{q}$, в басейні річок Приазов'я дорівнює $\sigma_{\bar{q}} = 8,0\%$, для коефіцієнтів варіації – $C_v = 13\%$. Це задовольняє вимогам СНіП 2.01.14.83.
5. Неоднорідними виявилось 11 гідрологічних постів. Для дослідження трендів за сучасних умов формування річного стоку було побудовано хронологічні графіки.
6. Річний стік на водозборах, які виявились неоднорідними, має значимий тренд як до збільшення, так і до зменшення. Це пов'язано з географічними особливостями досліджуваного району, не слід виключати можливість у цих районах інтенсивної господарської діяльності.
7. Визначення циклічності показало, що водозбори мають повні цикли водності.
8. Побудована карта ізоліній норми річного стоку, по якій виконані перевірочні розрахунки. Результат задовольняє вихідній інформації $|\Delta \bar{q}| \pm 11\%$.
9. Отриману карту можна використовувати при розрахунках річного стоку для невивчених річок досліджуваного району.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР Т.6. Украина и Молдавия. Вып.3. Бассейн Северского Донца и реки Приазов'я / [под ред. М.С.Каганера]. Л.:Гидрометеиздат, 1967. 492 с.
2. Клімат України: у минулому... і майбутньому? (за ред.. М.І. Кульбіді, М.Б. Барабаш): Монографія. - Київ: Сталь, 2009. 234 с.
3. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України, К.: Ника-центр. 2003. 324 с
4. Швебс Г.І., Ігошин М.І.. Каталог річок і водойм України (навчально-довідковий посібник). - Одеса: Астропрінт, 2003. 392 с.
5. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). К.: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
6. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. 302 с.
7. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии.-Л., Гидрометеиздат, 1973. 424 с.
8. Клибашев К.П., Горошков И.Ф. (под ред. Чеботарева А.И. Гидрологические расчеты –Л.: Гидрометеиздат, 1970. 459 с.
9. Лобода Н.С. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Гідрологічні розрахунки». – Одеса, ОДЕКУ, 2005. 56 с.
10. Гопченко Є.Д, Овчарук В.А., Лобода Н.С. Гідрологічні розрахунки.- Одеса:ТЕС, 2014. 483 с
11. Шакірзанова Ж.Р., Бурлуцька М.Е. Гідрологічні розрахунки і прогнози: Конспект лекцій. – Одеса: Вид-во: ОДЕКУ, 2016. 158 с.
12. Лобода Н.С. Розрахунок та узагальнення характеристик річного стоку річок України в умовах антропогенного впливу: Монографія. – Одеса: Екологія, 2005. 208 с.

13. Овчарук В.А. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Гідрологічні розрахунки». – Одеса, ОДЕКУ, 2004. 47 с.

14. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. 448 с.

ДОДАТОК А

Результати розрахунку статистичних параметрів річного стоку в басейні річок Приазов'я

№ п/п	Річка-пост	F , км^2	п, роки	$\bar{q}$, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$	Метод моментів		Метод найб.правдоп.	
					C_v	C_s	C_v	C_s / C_v
1	2	3	4	5	6	7	8	9
92	р.Молочна - м. Токмак	760	65	1,18	0,39	0,94	0,39	2,5
93	р.Молочна - с.Терпіння	2780	47	0,60	0,71	1,28	0,72	2,0
94	р.Корсак – с.Аннівка	194	17	1,47	0,59	0,76	0,6	1,5
95	р.Лозуватка - с. Новоолексіївка	331	57	1,15	0,54	1,56	0,53	3,3
96	р.Обитічна – с.Шевченко	390	32	1,75	0,47	0,86	0,47	2,0
97	р.Обитічна - м. Приморськ	1330	49	1,17	0,66	1,42	0,66	2,4
98	р.Кільтича - с. Новотроїцьке	398	33	1,49	0,52	1,58	0,52	3,8
99	р.Берда- с.Захарівка	718	49	1,82	0,49	0,82	0,49	1,8
100	р.Берда - с. Осипенко	1620	60	1,17	0,63	1,33	0,63	2,3
101	р.Кальміус – смт Авдот'їно	263	37	1,44	0,44	-0,24	0,44	-0,2
102	р.Кальміус – с.Роздольне	1690	58	6,42	0,27	0,71	0,27	-1,6
103	Кальміус – смт Приморське (Сартана)	3700	77	2,72	0,39	0,03	0,39	0,2
104	р.Мокра Волноваха – с.Миколаївка	194	63	2,16	0,54	0,59	0,54	1,2
105	р.Кальчик - с. Кременівка	469	53	2,02	0,39	1,29	0,38	3,7
106	р.Кальчик – м. Маріуполь	1250	75	3,64	0,76	1,65	0,77	2,4
107	р. балка Полкова – с.Кременівка	63	17	2,47	0,43	1,65	0,44	5,8
108	р.М.Кальчик - с. Кременівка	270	51	2,78	0,38	0,87	0,38	2,5

ДОДАТОК В
Графіки трендів

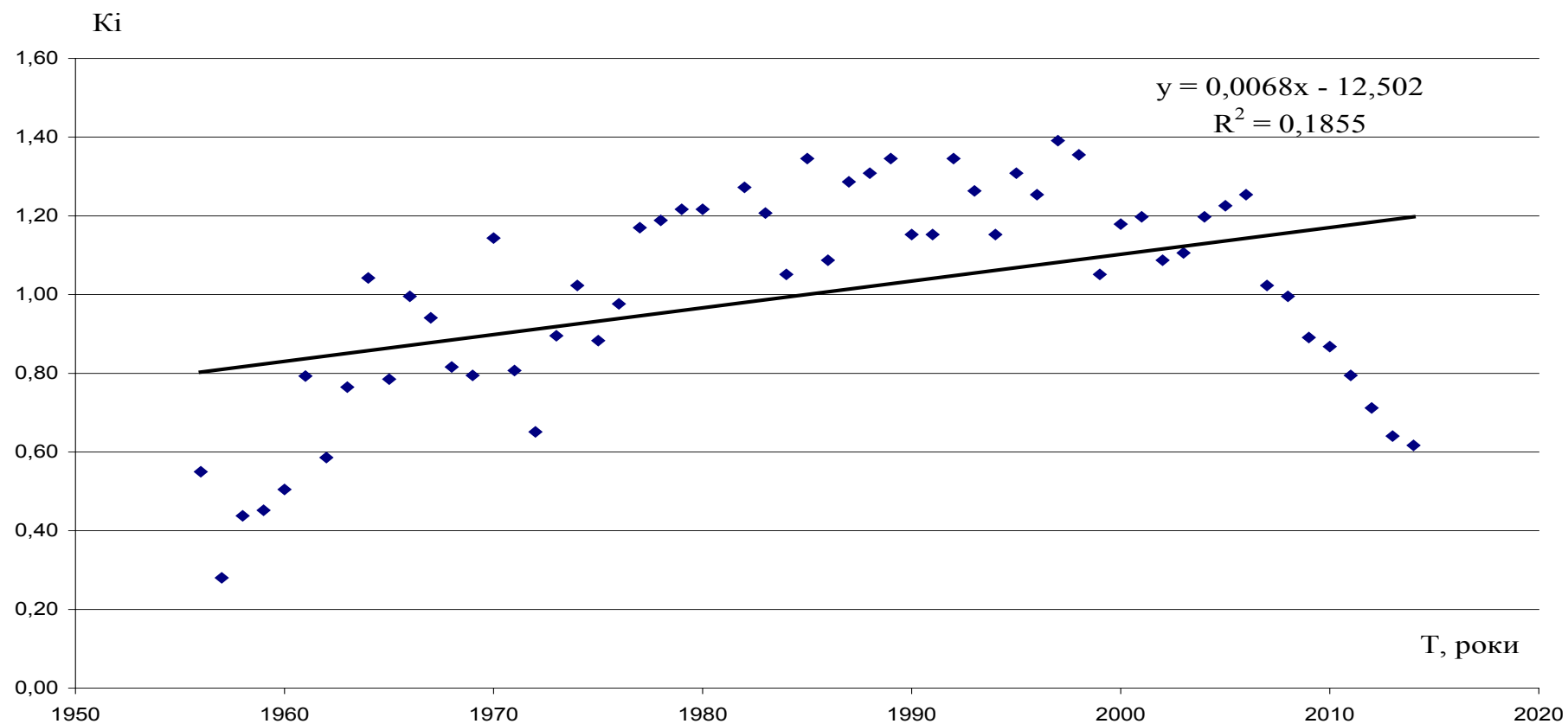


Рисунок В.1 – Визначення тренду р.Кальміус - с. Роздольне

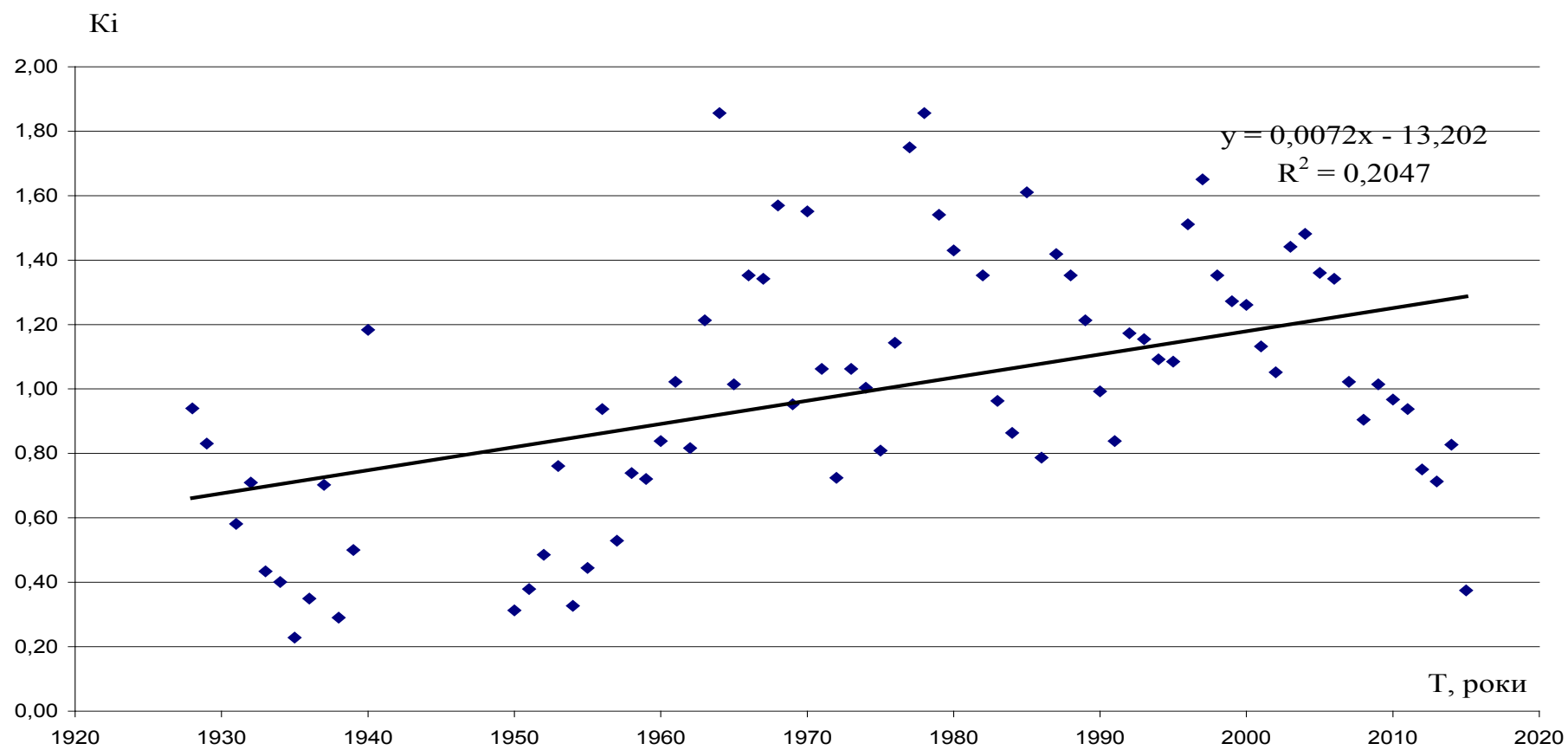


Рисунок В.2 – Визначення тренду р. Кальміус – смт Приморське

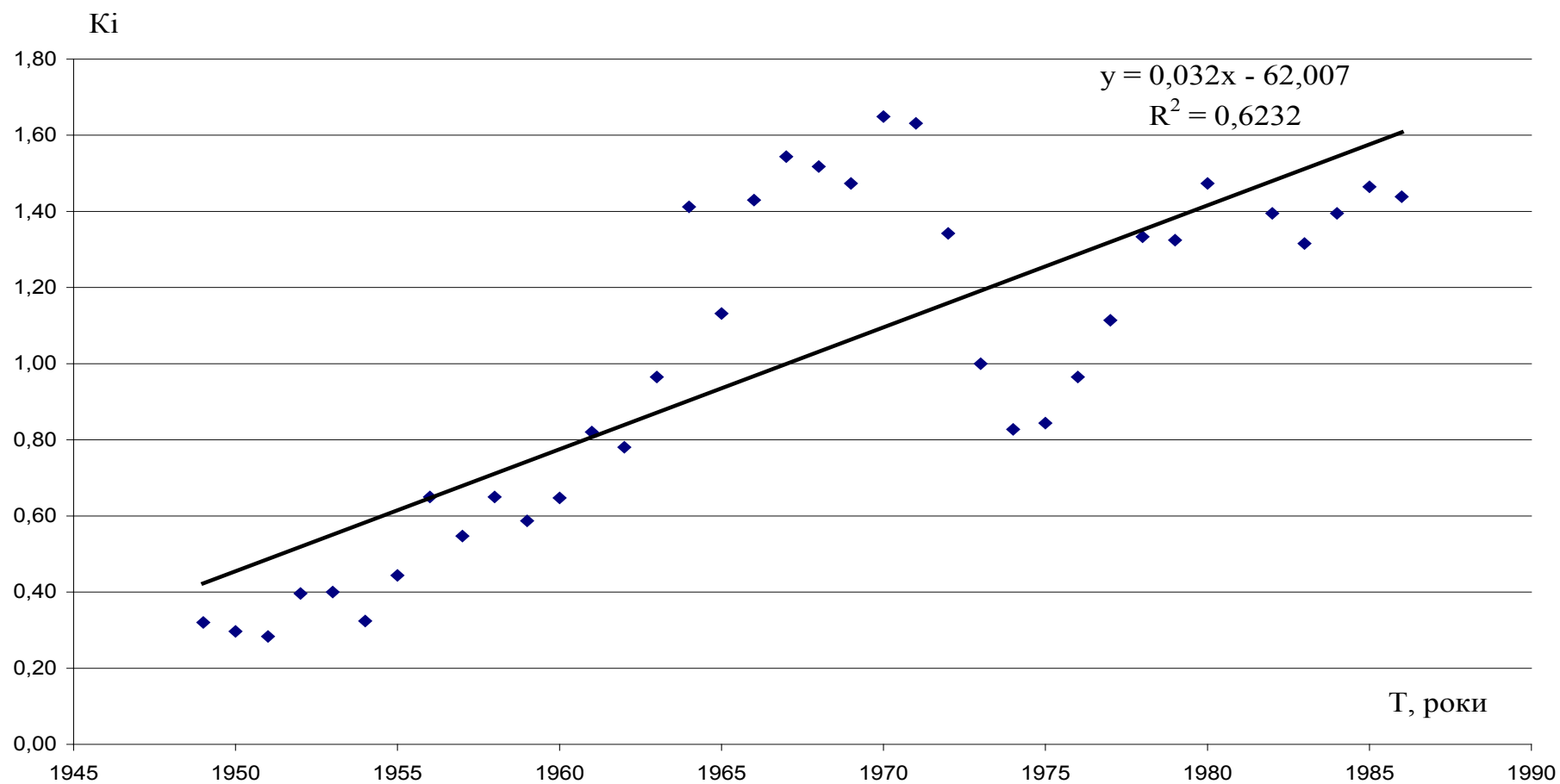


Рисунок В.3 – Визначення тренду р.Кальміус- смт. Авдотіно

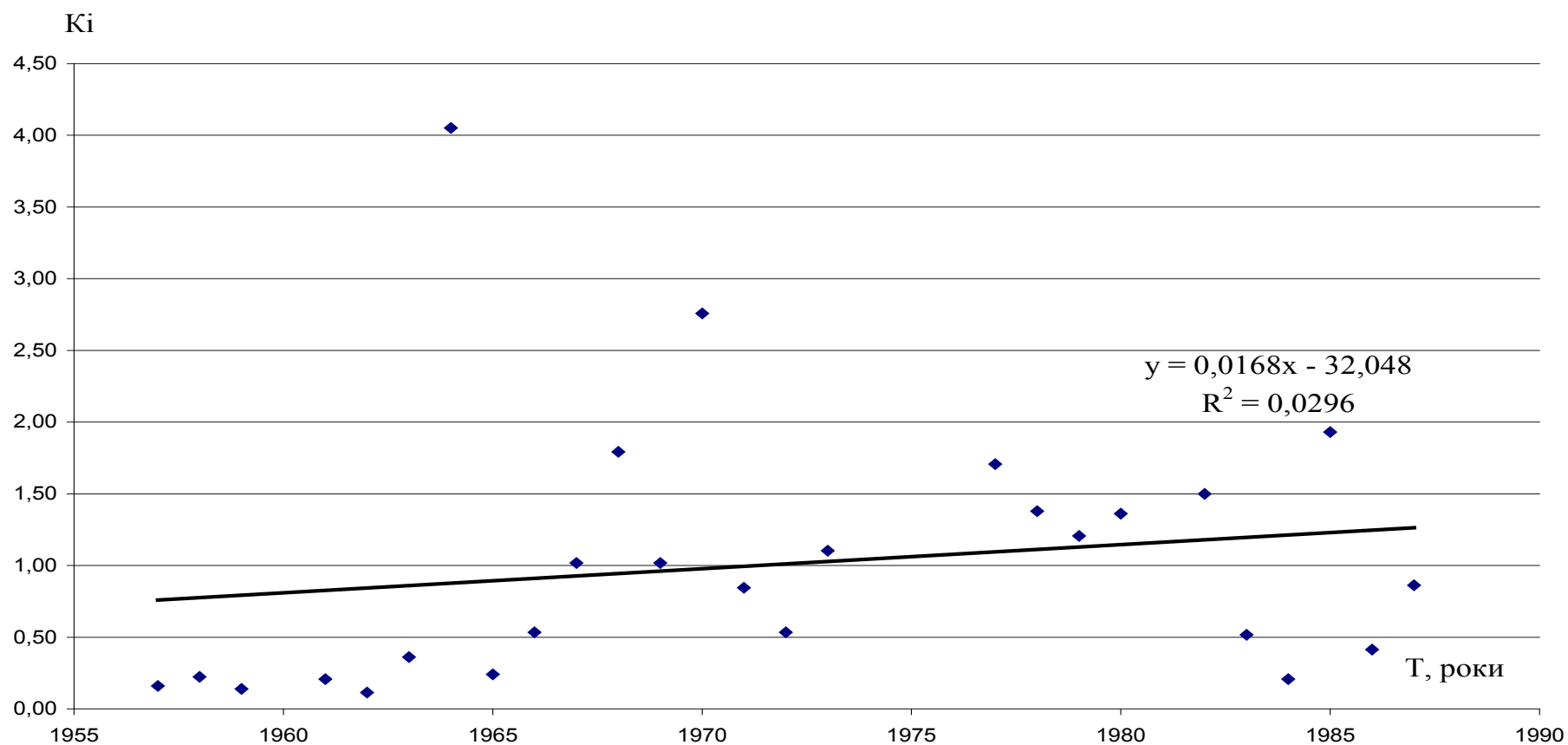


Рисунок В.4 - Визначення тренду р.Грузський Єланчик - с. Гусельщикове

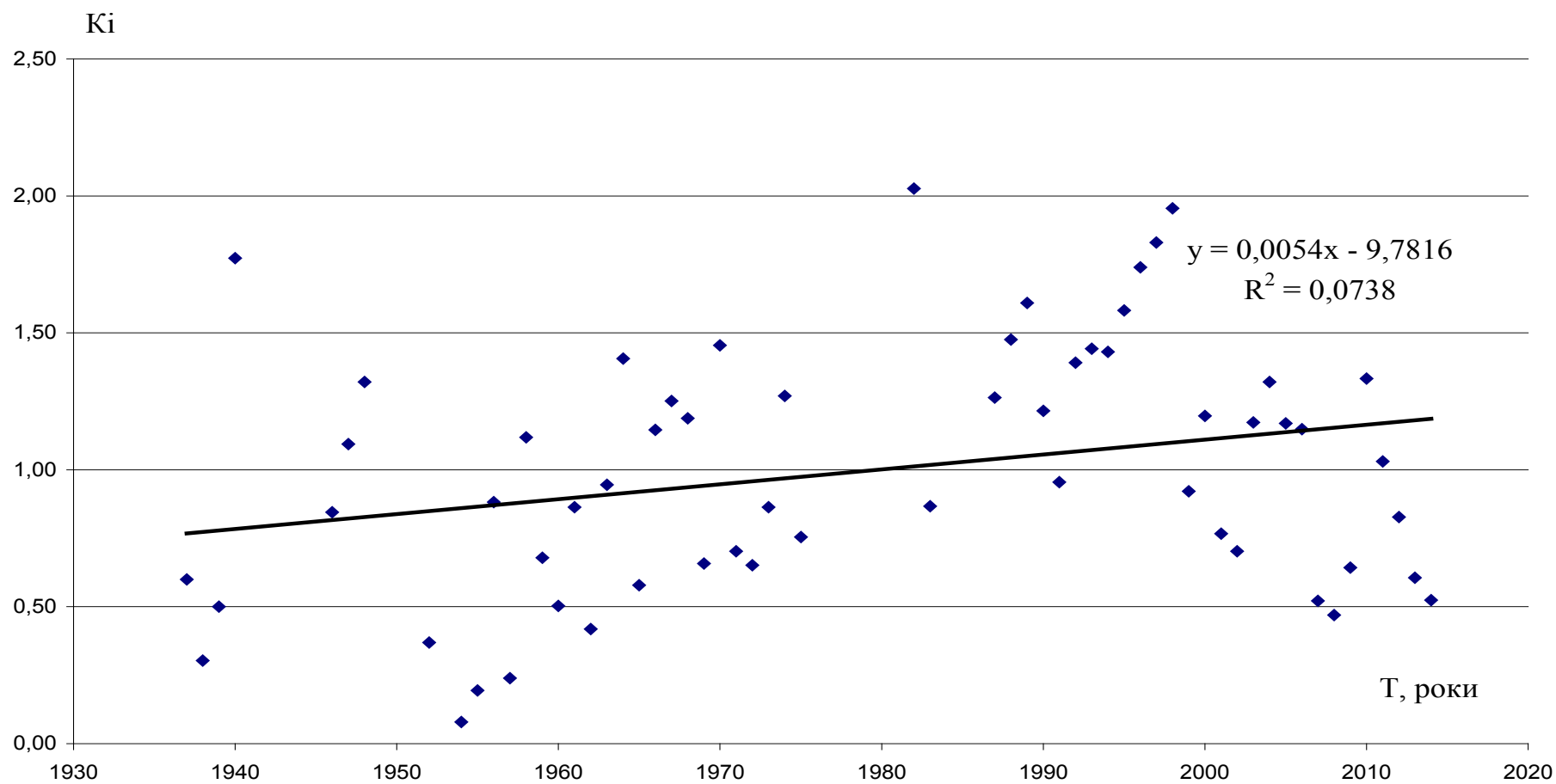


Рисунок В.5 – Визначення тренду р. Кринка - смт Благодатне

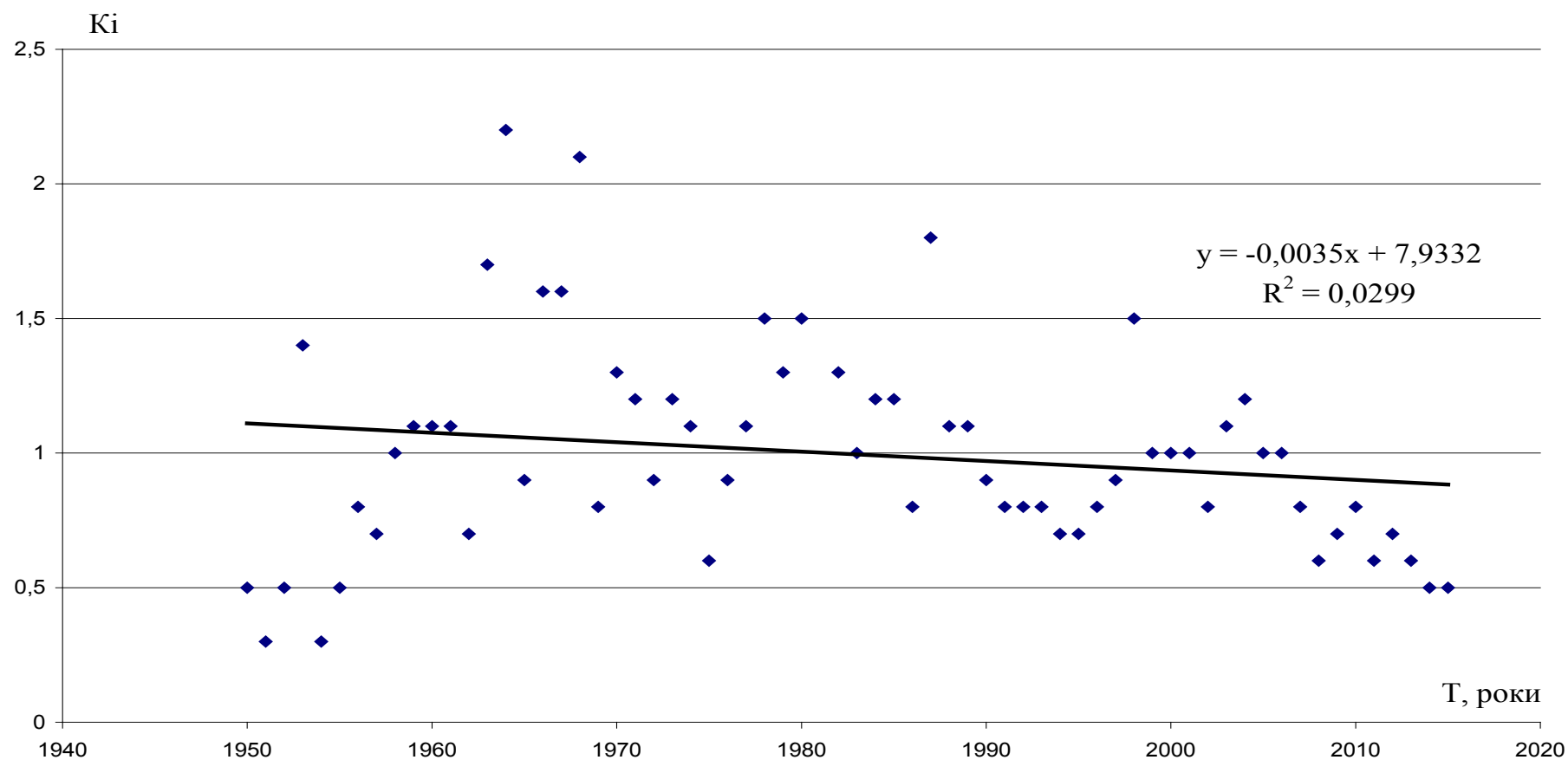


Рисунок В.6 – Визначення тренду р.Молочна- м.Токмак

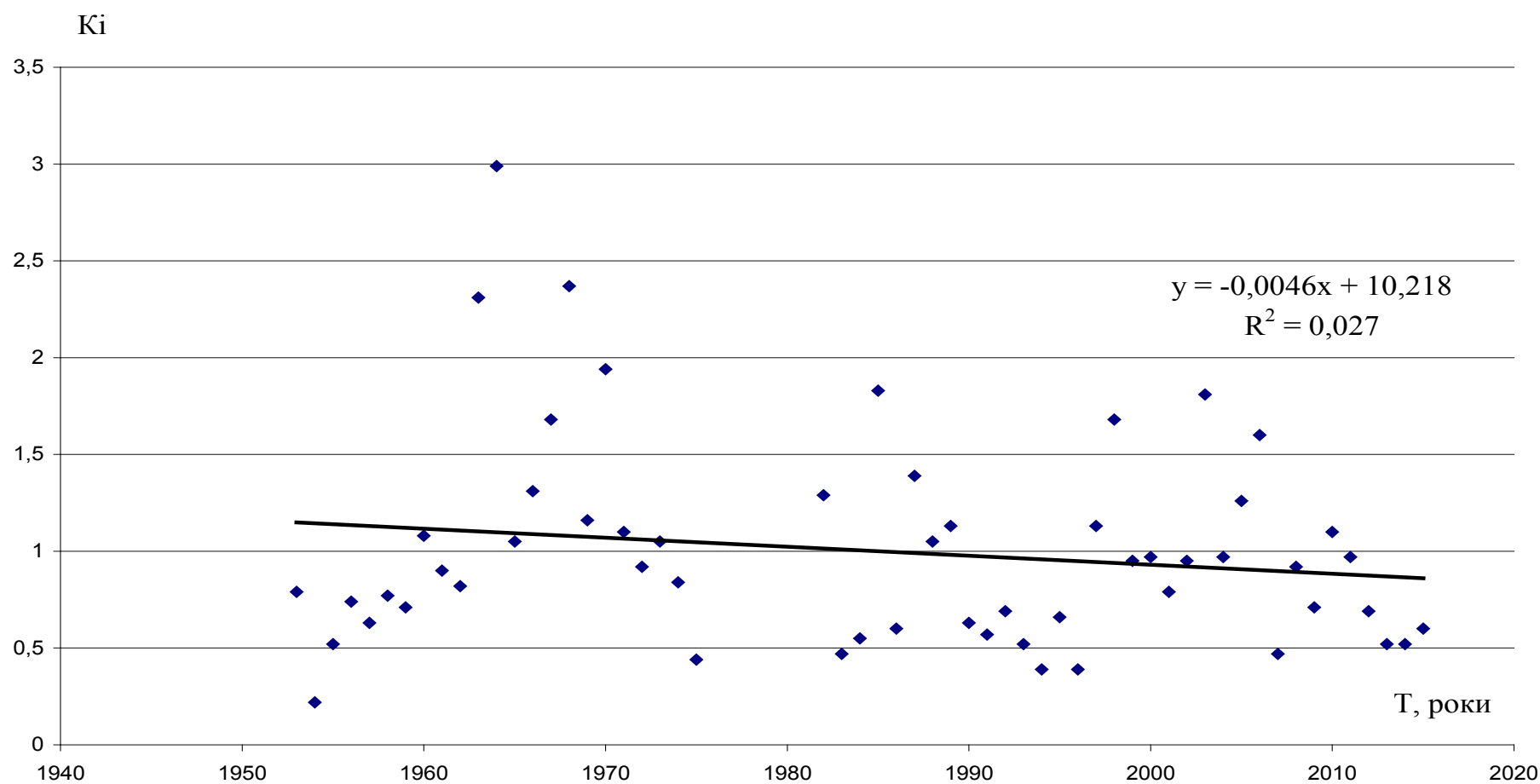


Рисунок В.7 – Визначення тренду р.Лозуватка-с.Новоолексіївка

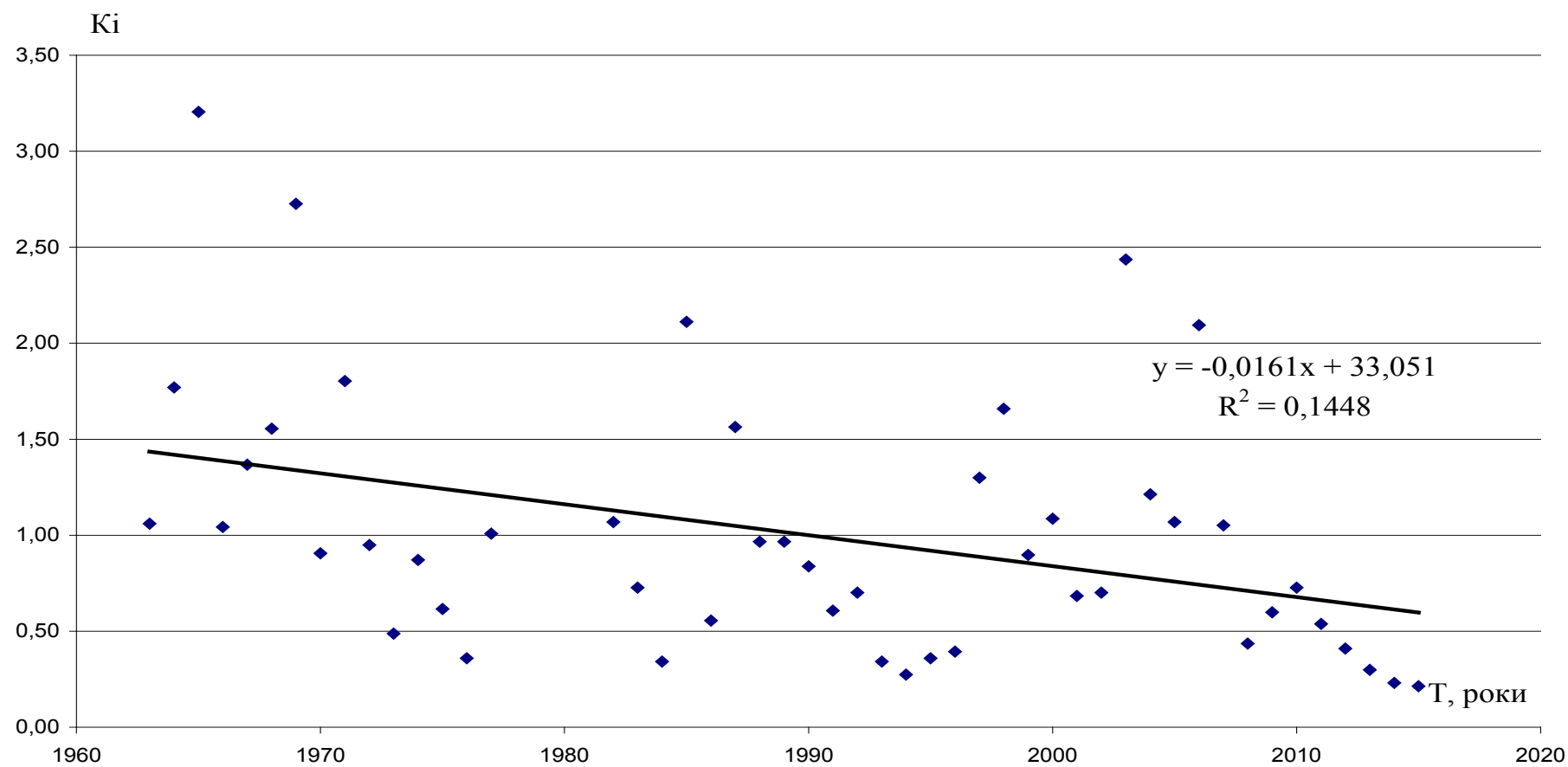


Рисунок В.8 – Визначення тренду р. Обитічна - м. Приморськ

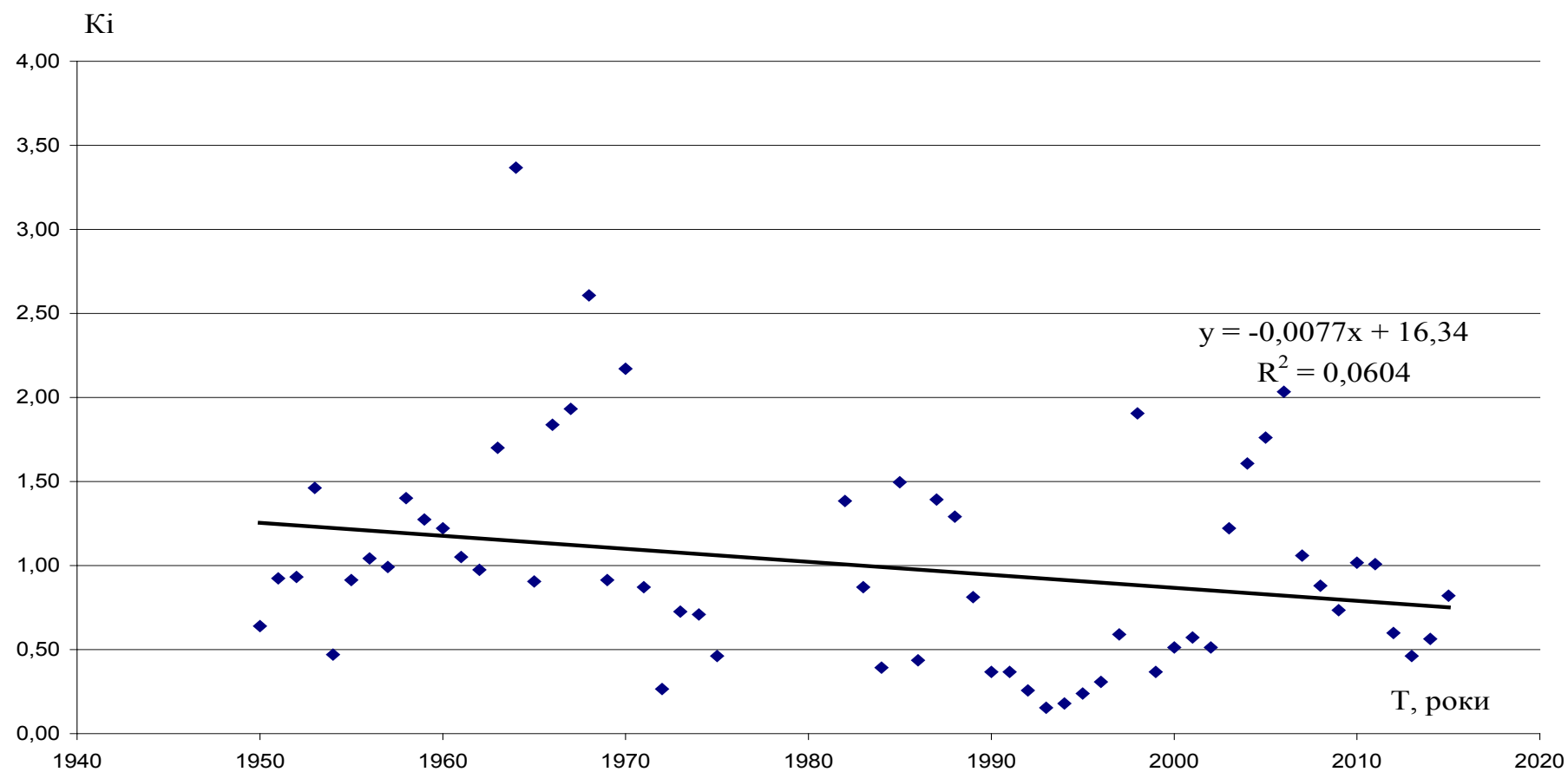


Рисунок В.9 – Визначення тренду р. Обитічна - м. Приморськ

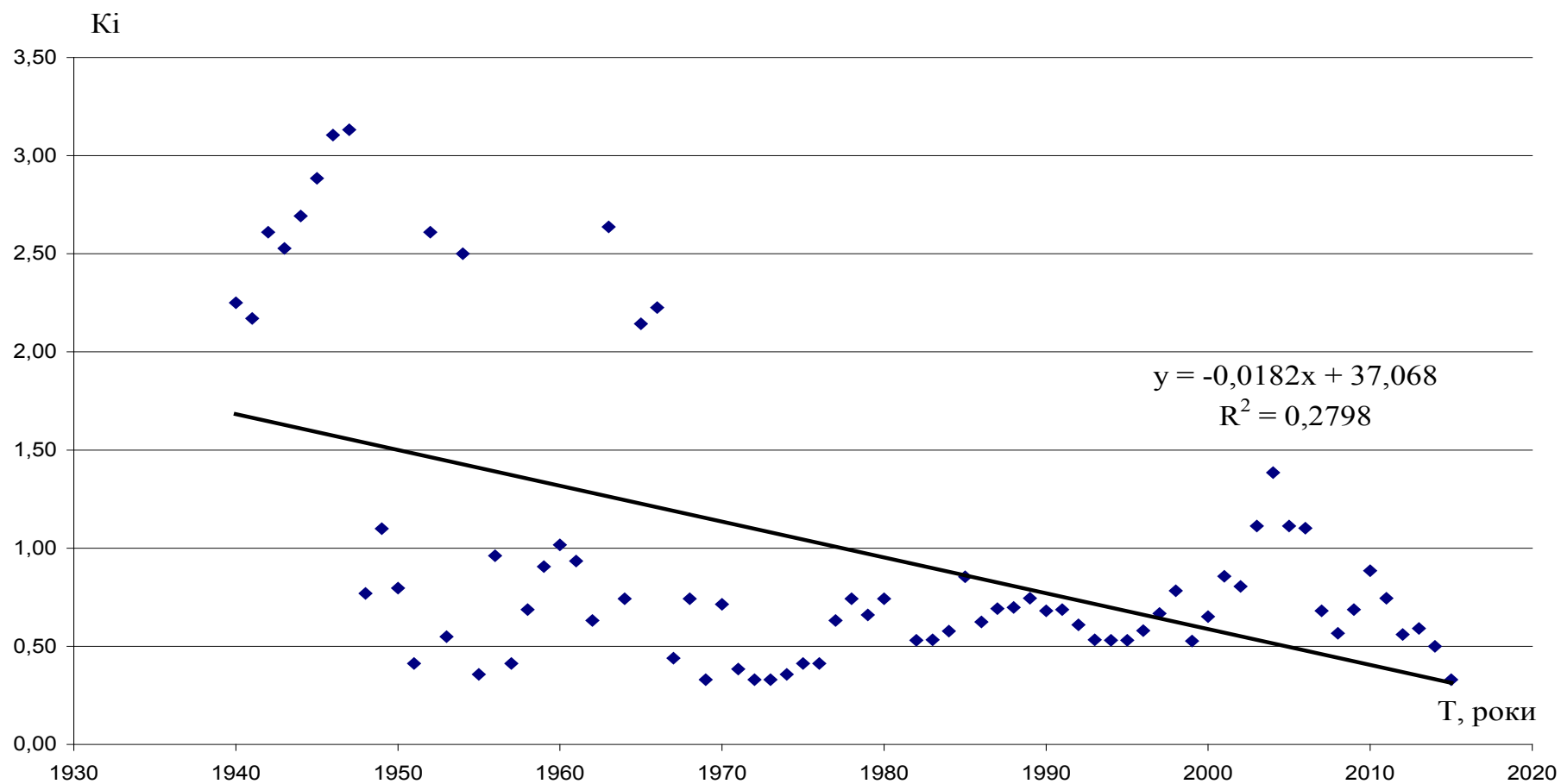


Рисунок В.10 – Визначення тренду р.Кальчик - м. Маріуполь

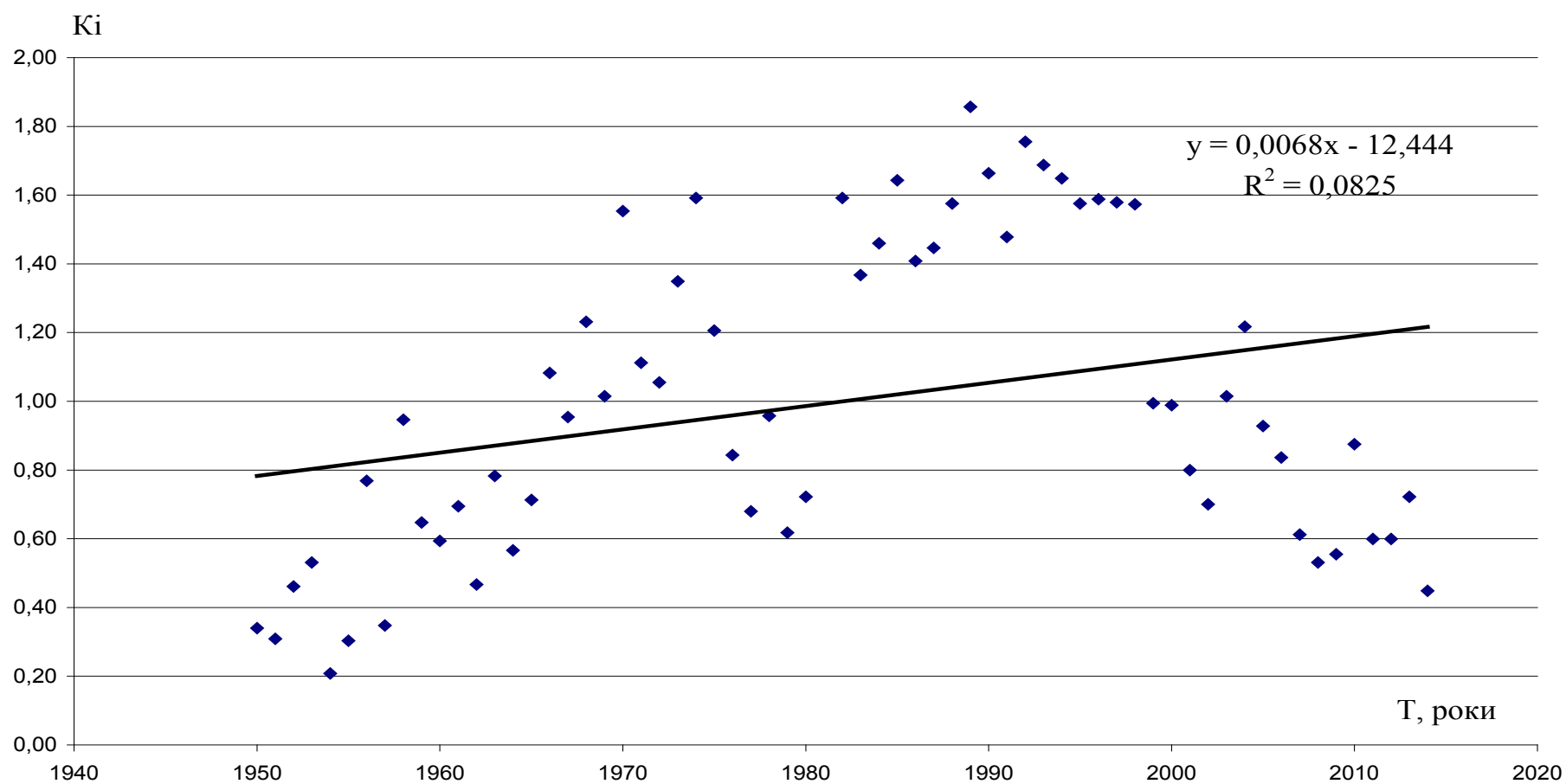


Рисунок В.11 – Визначення тренду р. Кринка - с.Новоселівка

ДОДАТОК Г

Графіки різницевих інтегральних кривих

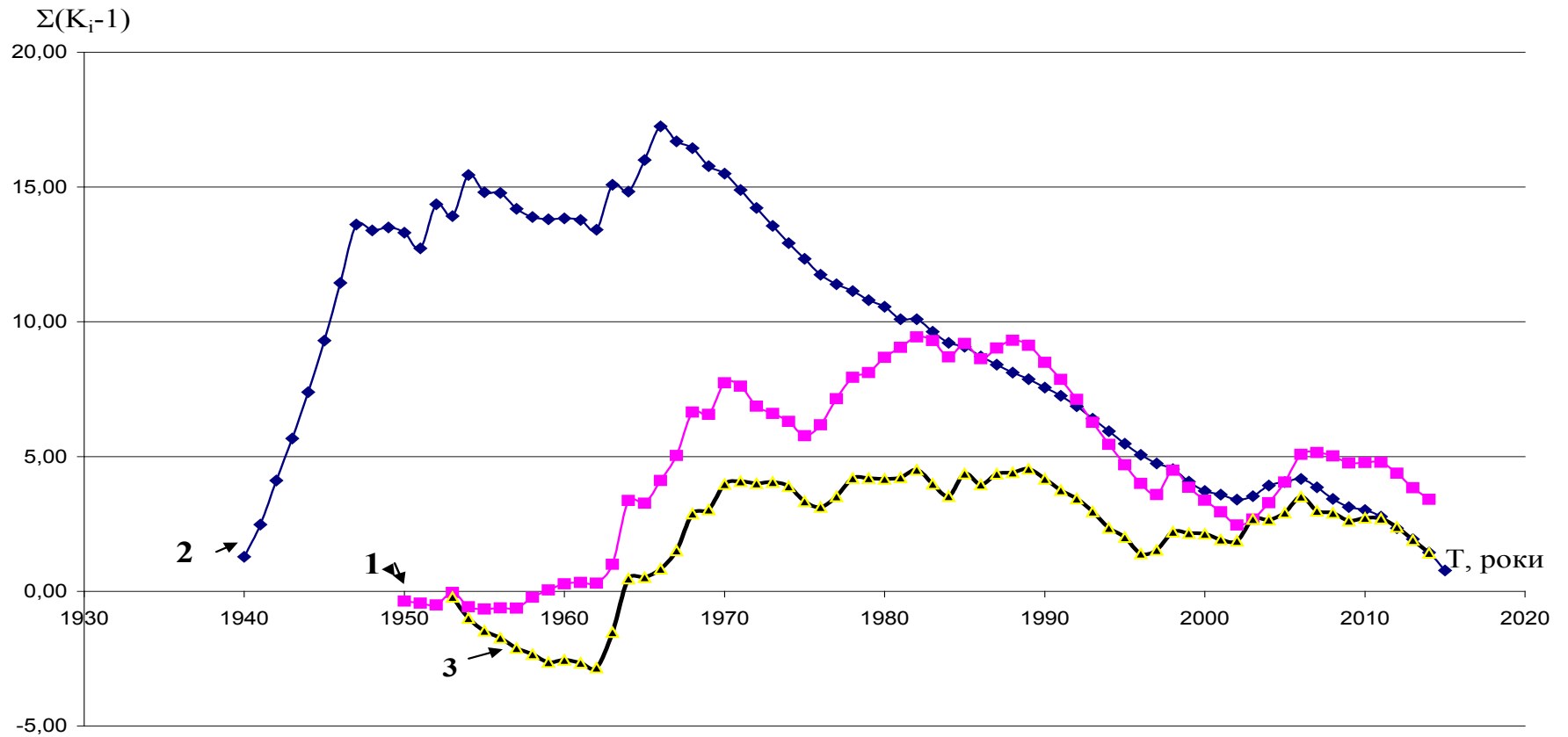


Рисунок Г.1 - Різницеві інтегральні криві: 1 - р. Берда - с. Осипенко; 2 - р. Кальчик - м. Маріупіль;
3 - р. Лозоватка - с. Новоолексіївка

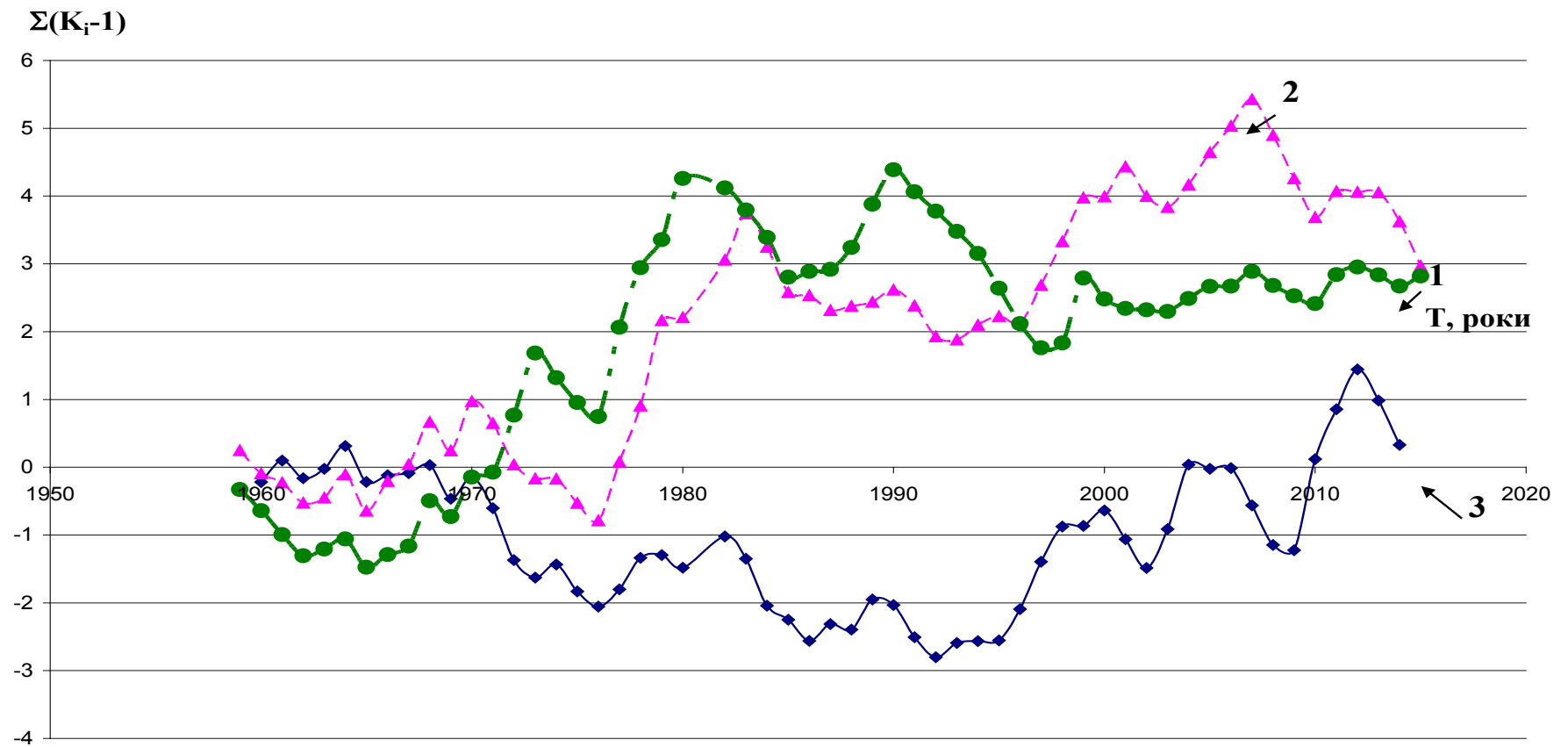


Рисунок Г.2 - Різницеві інтегральні криві: 1 - р.Міус - с. Стрюкове; 2 - р. Міус - с. Дмитрівка;
3 - р. М.Кальчик - с. Кременівка

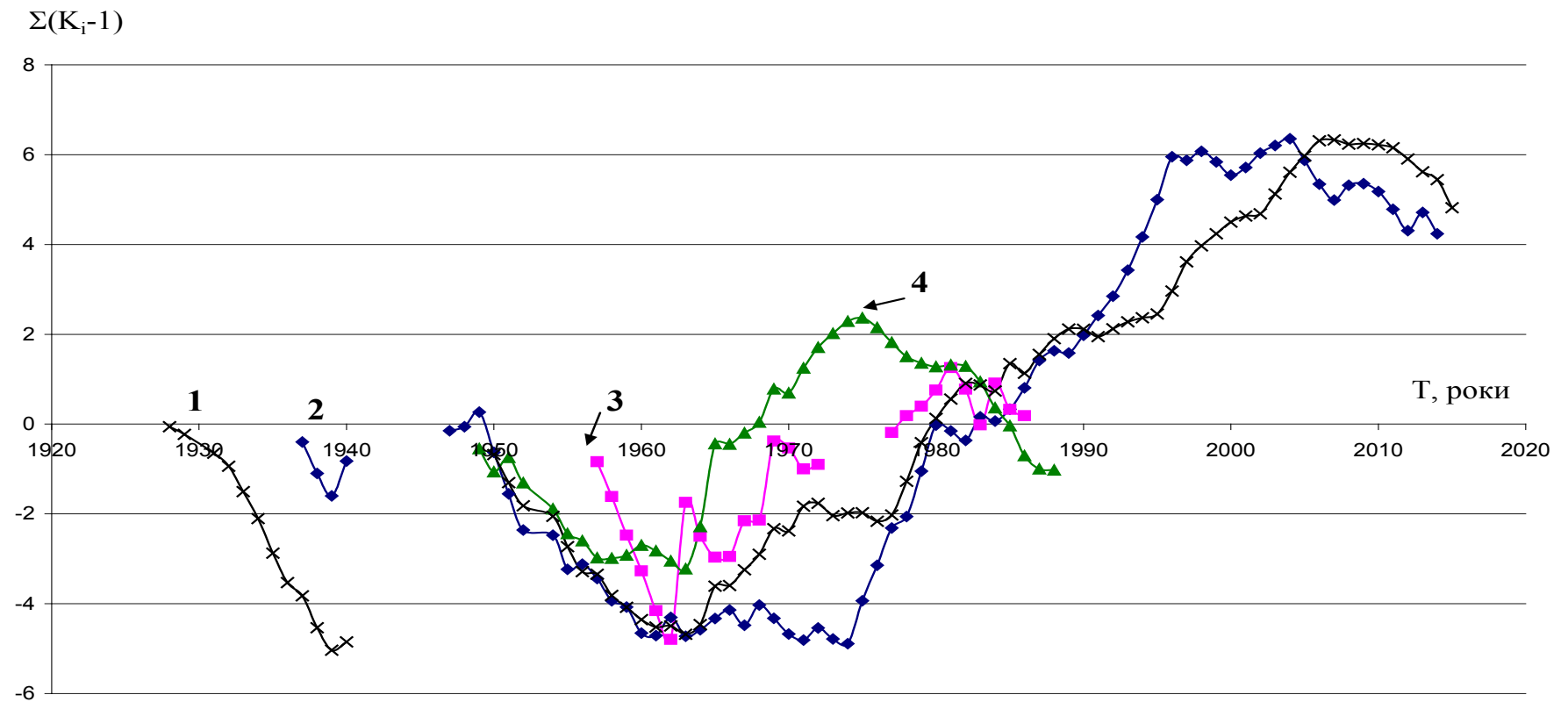


Рисунок Г.3 - Різницеви інтегральні криві: 1- р.Кальміус-сmt Приморське; 2 - р.Кринка -с.Благодатне;
3 - р. Грузський Єланчик - с. Гусельщикове; 4 - р. Кільтичтя - с. Новотроїцьке

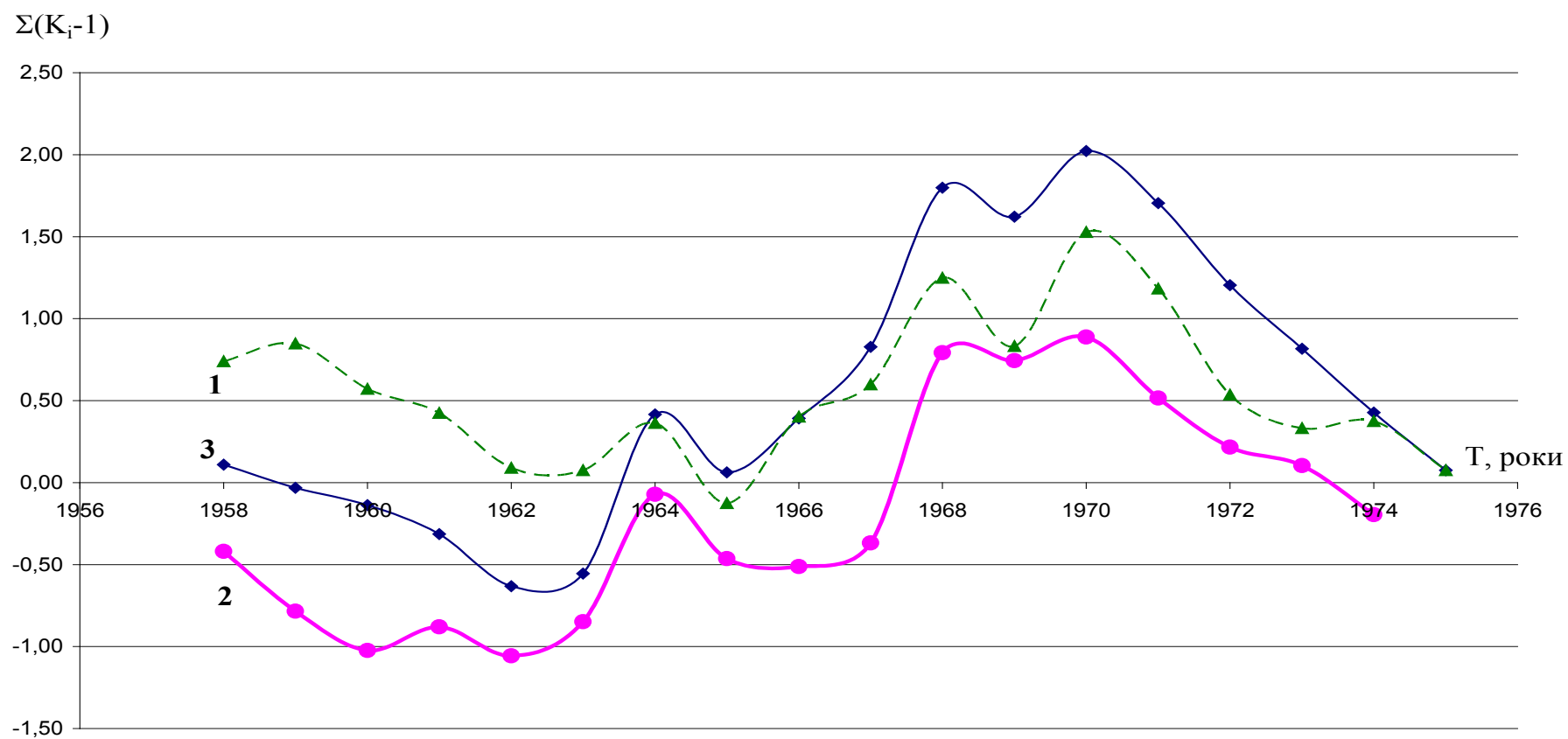


Рисунок Г.4 - Різницеві інтегральні криві: 1-р. Міус - с. Куйбишеве; 2 - балка Полкова - с. Кременівка;
3 - р. Калец - х. Перемога

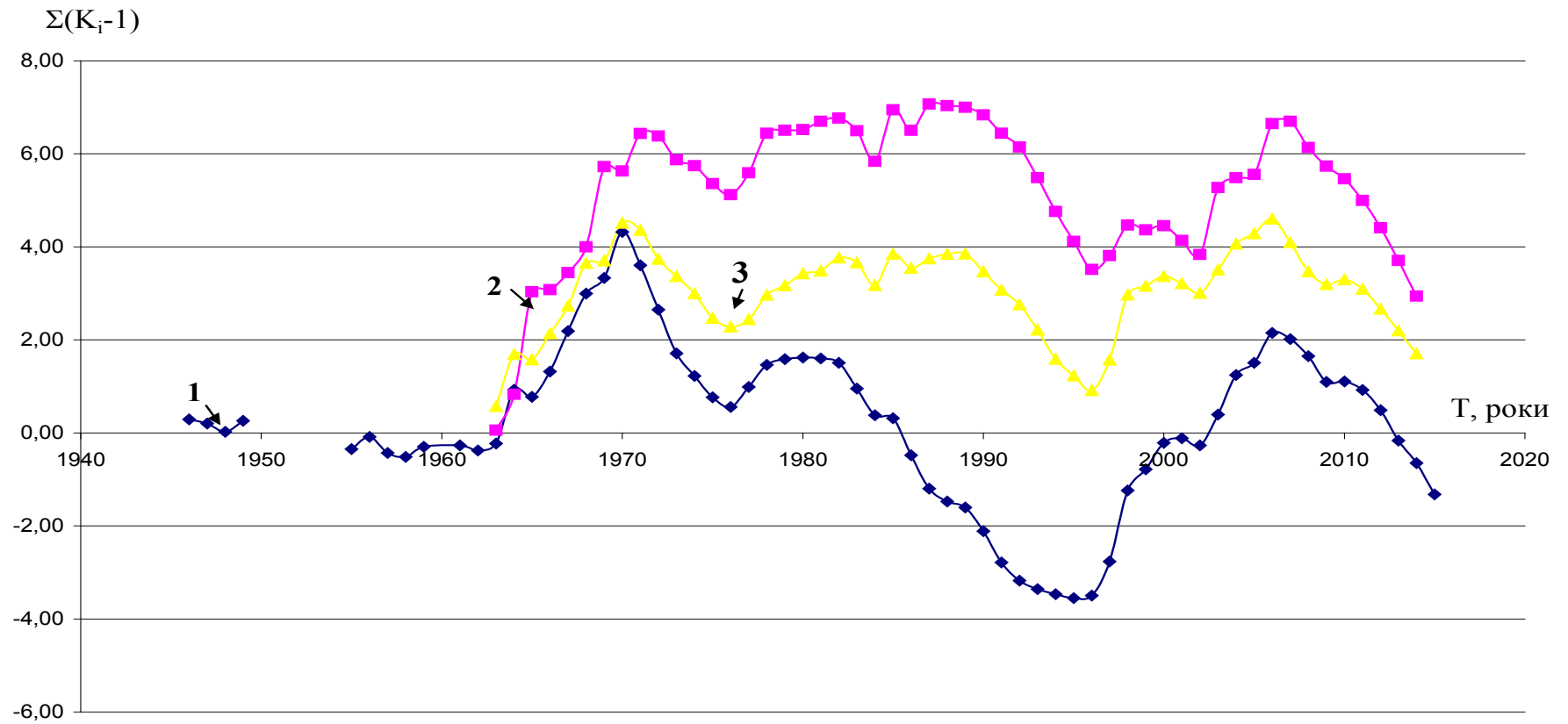


Рисунок Г.5 - Різницеви інтегральні криві: 1 - р. Мокра Волноваха - с. Миколаївка;
2 - р.Обитічна - м. Приморськ; 3 - р. Берда - с. Захарівка

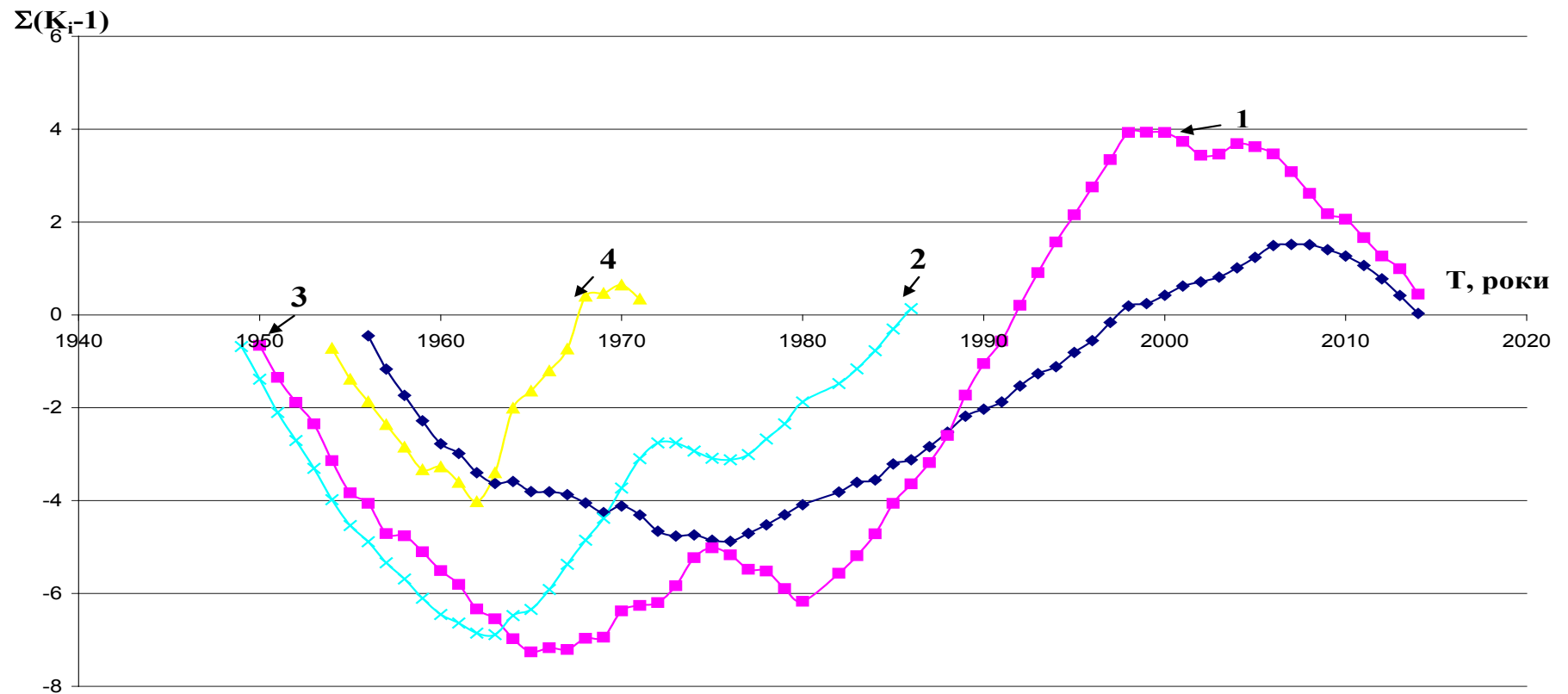


Рисунок Г.6 - Різницеві інтегральні криві: 1- р. Кринка - с. Новоселівка; 2- р. Кальміус - с. Авдот'їно;
2 - р.Кальміус - с. Роздольне; 4 - р.Корсак - с. Аннівка

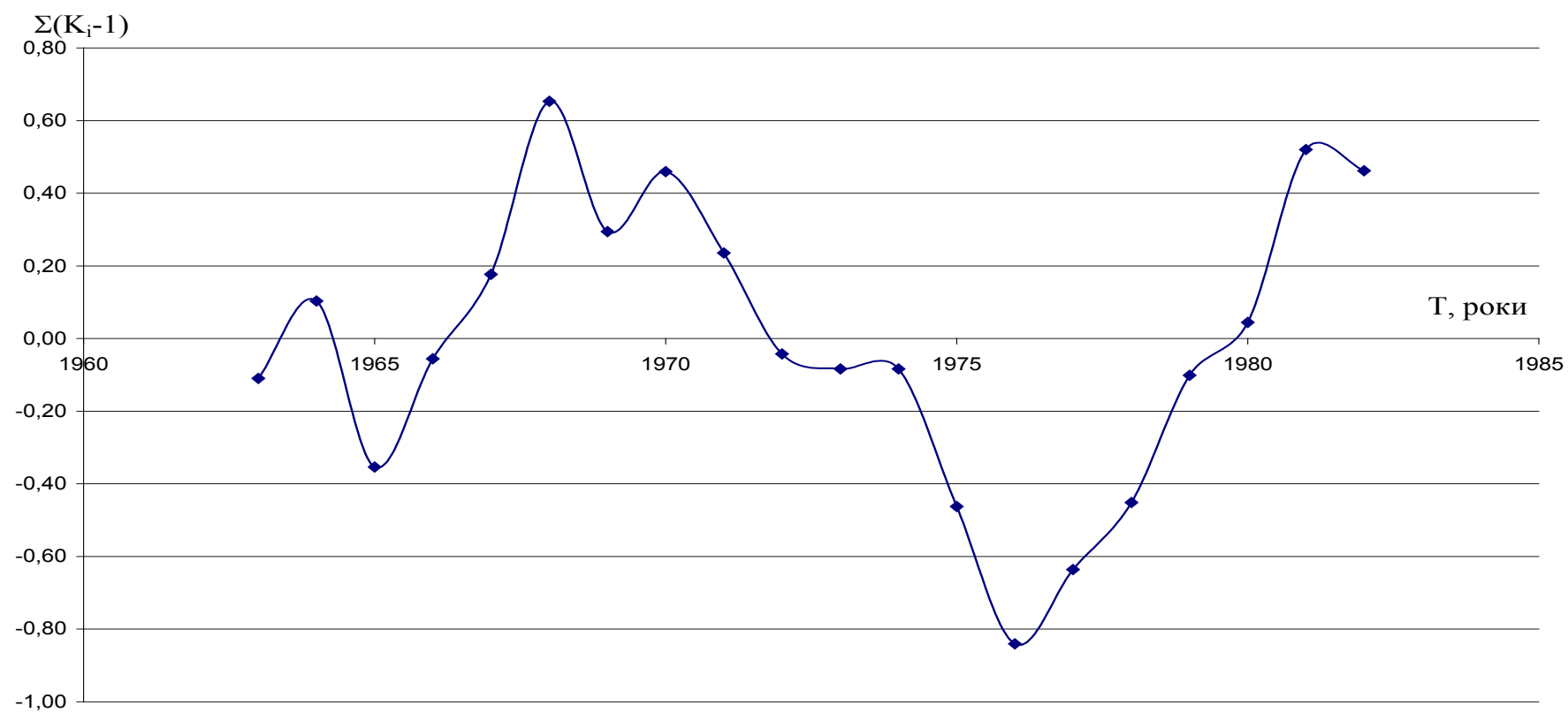


Рисунок Г.7 – Різницева інтегральна крива р. Крепенька – х. Чугуно-Крепенька

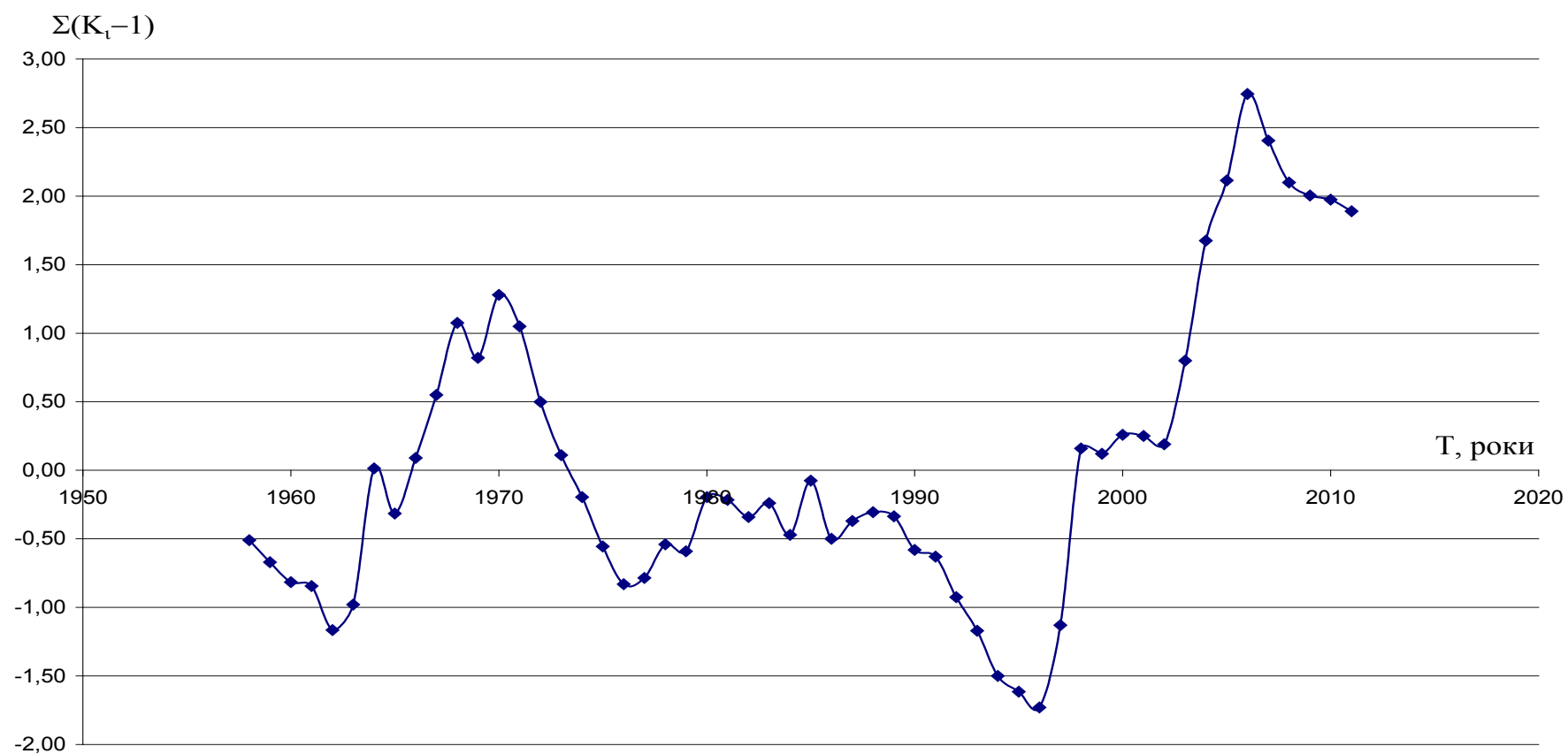


Рисунок Г.8 - Різницева інтегральна крива р. Кальчик - с. Кременівка

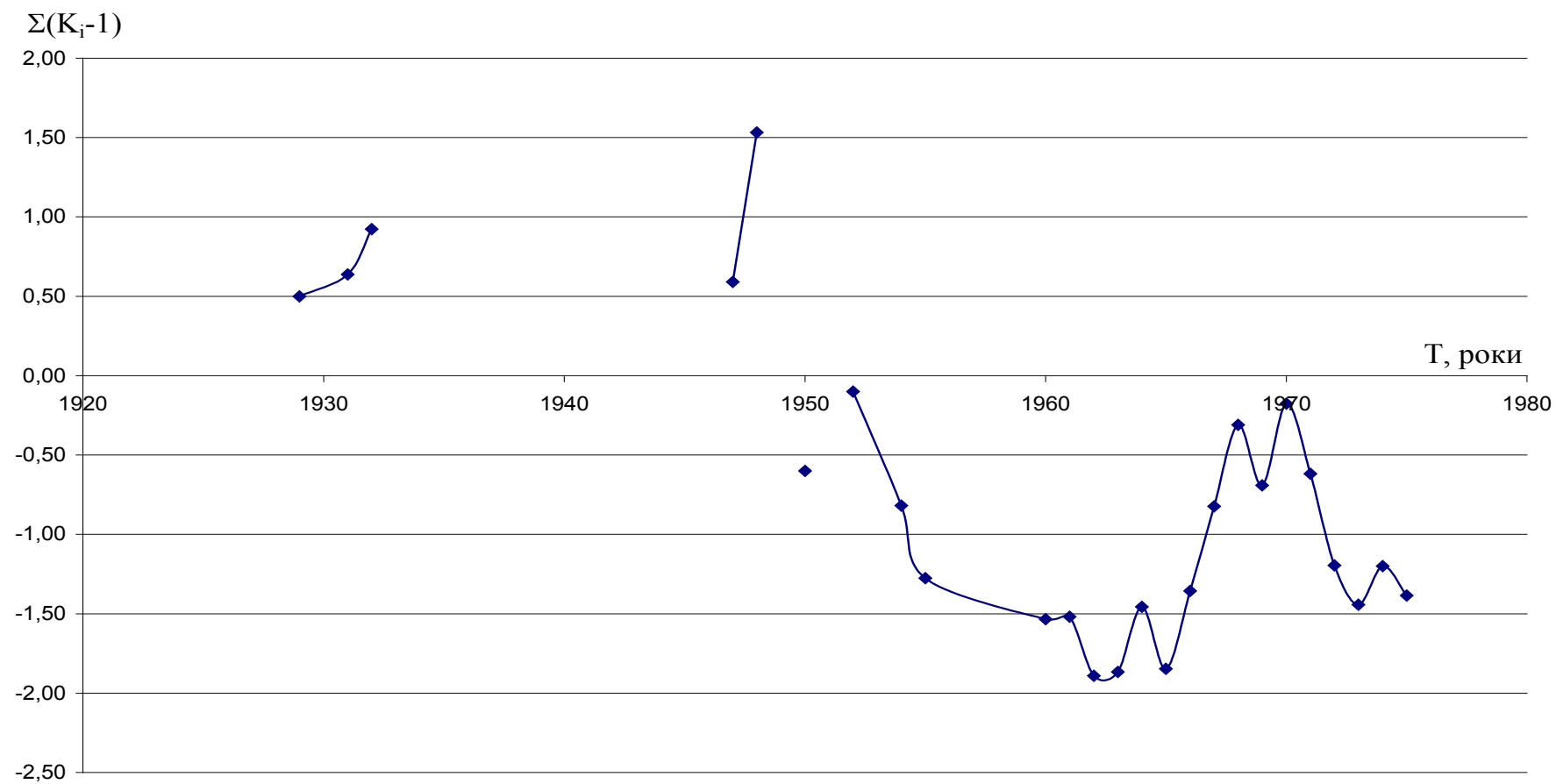


Рисунок Г.9 - Різницева інтегральна крива р. Міус - с.Матвіїв Курган