

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

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ "РІЧКОВА ГІДРОГРАФІЯ"
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІІ КУРСУ
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ
НАПРЯМ ПІДГОТОВКИ "ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЯ"
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ "ГІДРОЛОГІЯ І ГІДРОХІМІЯ"**

**"Затверджено"
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
протокол № ____ від _____ 2006
р.**

Одеса – 2006

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

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ "РІЧКОВА ГІДРОГРАФІЯ"
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІІ КУРСУ
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ
НАПРЯМ ПІДГОТОВКИ "ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЯ"
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ "ГІДРОЛОГІЯ І ГІДРОХІМІЯ"**

"Затверджено"
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного інституту
протокол № _____ від _____ 2006 р.
Єхніч М.П. _____

"Затверджено"
на засіданні кафедри гідрології суші
протокол № 6 від 14 березня 2006 р.
зав.кафедрою _____ Голченко Є.Д.

ОДЕСА – 2006

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

**ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ "РІЧКОВА ГІДРОГРАФІЯ"**

Одеса – 2006

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Річкова гідрографія”. / доц.Крес Л.Є.– Одеса, ОДЕКУ, 2006. – 36с.

Методичні вказівки призначені для студентів III курсу денної форми навчання за спеціальністю “Гідрологія та гідрохімія”.

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Методичні вказівки 1	
Визначення гідрографічних характеристик річкового басейну та водотоку.....	5
1 Визначення гідрографічних характеристик водотоку.....	7
1.1 Довжина водотоку.....	7
1.2 Середній уклон річки.....	8
1.3 Звивистість річки.....	8
2 Визначення гідрографічних характеристик водозборів.....	9
2.1 Площа водозбору.....	9
2.2 Середня висота водозбору.....	9
2.3 Середній уклон схилів водозбору.....	10
2.4 Густота річкової мережі.....	10
3 Приклад розрахунку.....	11
Контрольні запитання до завдання № 1.....	25
Література до завдання 1.....	25
Методичні вказівки 2	
Розрахунки основних топологічних характеристик річкової мережі....	26
1 Основні закономірності будови річкових систем.....	28
2 Приклад розрахунку.....	29
Контрольні запитання до завдання 2.....	35
Література до завдання 2.....	36

ПЕРЕДМОВА

Мета роботи – вивчення процесів та закономірностей формування гідрографічної та руслової мережі, річкових систем, географічного розподілу поверхневих вод, конкретних водних об'єктів та їх взаємодію з географічними умовами, а також їх режим та господарське значення.

Завдання – вироблення у студентів розуміння суті закономірного розподілу поверхневих вод, закони будови річкових систем, взаємозв'язок гідрографічних характеристик річок та річкових басейнів.

Після виконання завдання студенти повинні:

- **знати** основні закономірності формування гідрографічної мережі та структуру річкових систем;
- **вміти** виконувати розрахунки основних гідрографічних та топологічних характеристик річок та річкових басейнів.

Для успішного засвоєння дисципліни необхідні знання та вміння з дисципліни „Фізична гідрологія”.

Річкова гідрографія є частиною фізичної гідрології, що вивчає конкретні водні об'єкти – річки, а також виявляє закономірності географічного розподілу річкових вод та особливості їх морфології, гідрологічного режиму, господарського значення та використання в окремих районах.

Гідрографічні характеристики річок мають практичне значення при складанні гідрологічних прогнозів, у гідрологічних розрахунках, при проектуванні водогосподарських споруд.

Гідрографічні дослідження використовуються у тих галузях господарства, які пов'язані з водними ресурсами – гідроенергетика, водний транспорт, промислове та побутове водоспоживання, обводнення та охорона природних джерел від забруднення.

Збірник методичних вказівок містить в собі два практичних завдання, вихідні дані, які потрібні для виконання розрахунків та приклад розрахунків.

Методичні вказівки містять такі завдання:

1. Визначення гідрографічних характеристик річкового басейну та водотоку.
2. Визначення основних топологічних характеристик річкової мережі.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ 1

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЧКОВОГО БАСЕЙНУ ТА ВОДОТОКУ

Гідрологічні дослідження і розрахунки виконуються з урахуванням основних гідрографічних і морфологічних особливостей водних об'єктів та їх водозбірних басейнів.

Термін “гідрографічні характеристики” відображає сукупність *морфометричних* та *морфологічних* характеристик водотоків і їх водозборів, які дають достатньо повне уявлення про характер, форму, розміри, довжину водних об'єктів і деяких фізико-географічних особливостей їх водозборів.

Морфометричні характеристики - являють собою кількісні показники водних об'єктів і водозборів, а *морфологічні* – якісно-кількісні показники будови поверхні водозбору.

До *морфометричних характеристик водотоків* належать:

- довжина річки – відстань від витoku до її гирла;
- гідрографічна довжина – найбільша довжина головного водотоку, виміряна від витoku притоки, яка складає з головним водотоком найбільшу довжину;
- середній уклон – падіння висоти на одиницю довжини потоку, тобто відношення різниці висотних відміток витoku та гирла до довжини потоку;
- звивистість - відношення довжини водотоку до довжини прямої від витoku до гирла.

До *морфометричних характеристик водозборів* належать:

- площа – частка земної поверхні та товщі ґрунтів, обмежена вододільною лінією, з яких вода надходить у річкову мережу;
- середня висота – середнє арифметичне з абсолютних відміток висот, рівномірно розташованих на водозборі;
- середній уклон схилів – середнє значення уклонів окремих схилів поверхні водозбору;
- густота річкової мережі – відношення сумарної довжини всіх водотоків до площі території;
- густота руслової мережі – довжина руслової мережі (річкових долин, балок, сухих русел) на одиницю площі водозбору.

Гідрографічні характеристики річок та водозборів визначаються за топографічними картами масштабу 1:10000.....1:100000.

Точність розрахунку характеристик залежить від масштабу карти. Чим більший масштаб карти, тим вище точність визначення гідрографічних характеристик. Вибір оптимального масштабу карти здійснюється в залежності від рельєфу місцевості та площі водозбору. Для рівнинних річок при площах водозбору менше 10 км² масштаб карти 1:10000; при площах водозбору від 10 до 50 км² – 1:25000; при площах водозбору від 50 до 200 км² – 1:50000; при площах водозбору більше 200 км² – 1:100000.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОТОКУ

До основних гідрографічних характеристик водотоку, як вже вказувалося вище, належать довжина річки, уклон річки, звивистість.

Для визначення довжини водотоку (річки) необхідно знати виток та гирло (замикальний створ).

Виток річки – місце, звідки вона бере початок. Витоком річки може бути озеро, льодовик, болото або місце злиття двох річок. Якщо річка утворюється злиттям двох річок, які мають свої власні назви, що відрізняються від назви головної річки, за виток головної річки умовно приймається місце злиття цих річок.

Якщо річка утворюється злиттям двох річок без назви, за виток її приймається виток водотоку більшої довжини, а при однаковій довжині виток лівої притоки.

Гирло річки – місце, де вона впадає в іншу річку, озеро (водосховище) або море.

1.1 Довжина водотоку

Довжиною річки називається відстань між виток і гирлом, виміряна (в км) за картою великого масштабу за допомогою курвіметра КС. Довжина річки вимірюється в два прийоми, а саме: знаходиться вся довжина від початку до гирла в прямому і зворотному напрямках, а потім по ділянках в тій же послідовності. Різниця відліку між двома вимірюваннями повинна бути не більше 6 % при довжині лінії 10 см, та не більше 4 % - від 10 до 100 см.

Довжина річки (в км) визначається за формулою:

$$L = (L_{\text{вим}} - L_{\text{вим}} \Delta l) m, \quad (1.1)$$

де $L_{\text{вим}}$ – середнє значення довжини виміряне в двох напрямках, см;

Δl – поправка курвіметра;

m – одна позначка курвіметра в масштабі карти.

Загальна нев'язка довжини річки ΔL знаходиться як:

$$\Delta l = \sum l_i - L, \quad (1.2)$$

де l_i – довжина ділянок річки;

L – довжина річки.

Поправка на довжину ділянки Δl_i обчислюється на одиницю довжини і вводиться пропорційно довжині ділянки

$$\Delta l = \frac{\Delta L l_i}{L} . \quad (1.3)$$

1.2 Середній уклон річки

Повздовжній профіль річки характеризує зміну уклонів поверхні води за течією річки. Різниця відміток Δh верхів'я h_1 та гирла h_2 (або двох відміток за довжиною річки) називається падінням. Відношення падіння Δh до довжини річки (або до довжини даної ділянки річки) називається уклоном річки:

$$I_p = (h_1 - h_2) / L = \Delta h / L , \quad (1.4)$$

де Δh – падіння річки, м;

L – довжина річки, км;

Уклон річки обчислюється в проміле ‰.

1.3 Звивистість річки

Річки в плані завжди мають звивисте окреслення. Звивистість залежить від місцевості, по якій тече річка, стійкості порід та ґрунтів, що утворюють долину та русло, від розливу та динамічних явищ потоку.

Звивистість річки характеризується коефіцієнтом звивистості (K_z), який є відношенням довжини ділянки річки L_d , що вимірюється по карті, до довжини прямої L , що з'єднує початок та кінець ділянки

$$\hat{E}_z = L_d / L , \quad (1.5)$$

де $K_z > 1$.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГРАФІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОЗБОРІВ

Основні характеристики водозборів: площа, середня висота, середній уклон схилів водозбору, густина річкової мережі.

Межа водозборів (вододільна лінія) визначається за рельєфом місцевості і проходить по найвищих точках водозбору, враховуючи горизонталі, напрямки течії річок. При відсутності горизонталей на карті вододільну лінію наносять посередині між витоків річки досліджуваного і сусіднього водозборів. Межі водозборів наносяться на карту у вигляді червоної пунктирної лінії.

2.1 Площа водозбору

Площі контурів, зображених на топографічних картах (площі водозборів та міжприточних просторів), визначаються графічним способом (палеткою).

Клітчаста палетка являє собою сітку взаємно перпендикулярних ліній, нанесених на нижню сторону органічного скла. Сторони найменшого квадрату 2×2 мм. Ціна поділки палетки (площа клітки палетки) складає 0.04 см^2 . Для визначення площі даного контуру кладуть палетку і підраховують число повних клітин в межах площі. Неповні клітини, розташовані вздовж контуру площі, оцінюють на око і підсумовують до цілих. Площа водозбору

$$F = n a^2, \quad (2.1)$$

де n – кількість клітин палетки;

a – довжина сторони клітини в масштабі карти, км;

Всі вимірювання виконуються двічі.

2.2 Середня висота водозбору

Середня висота водозбору може бути обчислена за формулою (детальним) або спрощеним способом

Розрахункова формула має вигляд:

$$H_{\text{ср}} = \frac{H_1 f_1 + H_2 f_2 + \dots + H_n f_n}{\sum f_n}, \quad (2.2)$$

де H_1, H_2, \dots, H_n – середні висоти між горизонталями водозбору, м;
 f_1, f_2, \dots, f_n – частини площі, обмежені горизонталями, км.

При вимірюванні площ водозборів контролем виступає загальна площа водозбору, за допомогою якої розраховується і розподіляється пропорційно ділянкам отримана нев'язка.

Спрощений спосіб визначення висоти водозбору заснований на підсумовуванні середньої висоти окремих квадратів, на які розбивається площа водозбору на карті. Для цього на лист карти накладається палетка, розділена на клітини так, щоб в контур площі водозбору входило не менше 10 квадратів. Для кожного квадрату візуально визначається висота по значенню середньої горизонталі, яка, як правило, має найбільшу довжину в межах даного квадрату. Отримана середня висота для кожної клітини палетки заноситься в таблицю, сума висот всіх клітин, розділена на кількість клітин, дає середню висоту басейну.

2.3 Середній уклон схилів водозбору

Середній уклон схилів водозбору розраховується за формулою:

$$I_{\text{сър}} = \frac{\sum \frac{1}{2} (l_i + l_{i+1})(H_{i+1} - H_i)}{F}, \quad (2.3)$$

де $I_{\text{сър}}$ – середній уклон схилів, м/км, ‰;

l_i – довжина горизонталі, км;

H_i – висотні відмітки горизонталей, м;

F – площа водозбору, км².

Довжина горизонталей вимірюється курвіметром КС, площа водозбору - за допомогою палетки.

2.4 Густота річкової мережі

Ступінь насичення території водотоками характеризується коефіцієнтом густоти річкової мережі - ρ . Він дорівнює відношенню сумарної довжини всіх водотоків $\sum L$ до площі території F і вимірюється в кілометрах на квадратний кілометр (км/км²)

$$\rho = \sum L / F. \quad (2.4)$$

3 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Визначити: гідрографічні характеристики р. Світла.

Дано: фрагмент топографічної карти М 1:50000 (рис.3.1).

Потрібно: 1.Зробити аналіз висотних характеристик басейну, визначити на карті положення витоку та гирла (замикального створу) р. Світлої.

2.Нанести вододільні лінії та виділити водозбір р. Світлої, водозбори приток та міжпритокові простори.

3.Визначити гідрографічні характеристики р. Світлої:

а) довжину річки та її приток; б) середній уклон річки; в) звивистість річки; г) побудувати гідрографічну схему річки.

4.Знайти гідрографічні характеристики водозбору;

а) площу водозбору р. Світлої, площі приток та міжприточних просторів; б) побудувати графік наростання площі водозбору; в) середню висоту водозбору; г) побудувати гіпсографічну криву; д) середній уклон схилів водозбору; ж) густоту річкової мережі.

Порядок виконання

1. На фрагменті топографічної карти рельєф представлений горизонталями з перетином через 10 м і висотними відмітками. Найвища відмітка в верхів'ях басейну дорівнює 67.6 м. р. Світла бере початок на висоті 56 м. Рельєф території плавно знижується від витоку до гирла і біля замикального створу (с. Радісне) відмітка місцевості дорівнює 25 м (визначається інтерполяцією між сусідніми горизонталями).

Річкова мережа на карті представлена головною річкою (р. Світла) і притоками: справа – р. Ясна, р. Голубинка; зліва – р. Лозоватка.

2. Вододільна лінія річкового водозбору проводиться по найвищих відмітках місцевості. Аналіз карти показує, що найвищі відмітки між сусідніми річковими басейнами належать до замкнених горизонталей. У випадку відсутності висотних відміток всередині замкнених горизонталей вододільна лінія буде пересікати їх посередині (пунктирна лінія на карті, яка наноситься червоним кольором). Аналогічний підхід до виділення на карті окремих водозборів (водозборів приток) і міжпритокових просторів. Річка Світла до замикального створу с. Радісне має 3 притоки, тому вододільними лініями на території виділено 3 окремих водозбори (I, II, III) і 4 міжпритокових простори (1, 2, 3, 4). Нумерація їх виконується від витоку до гирла спочатку по правому берегу (1, I, 2, II, 3) потім по лівому (4, III).

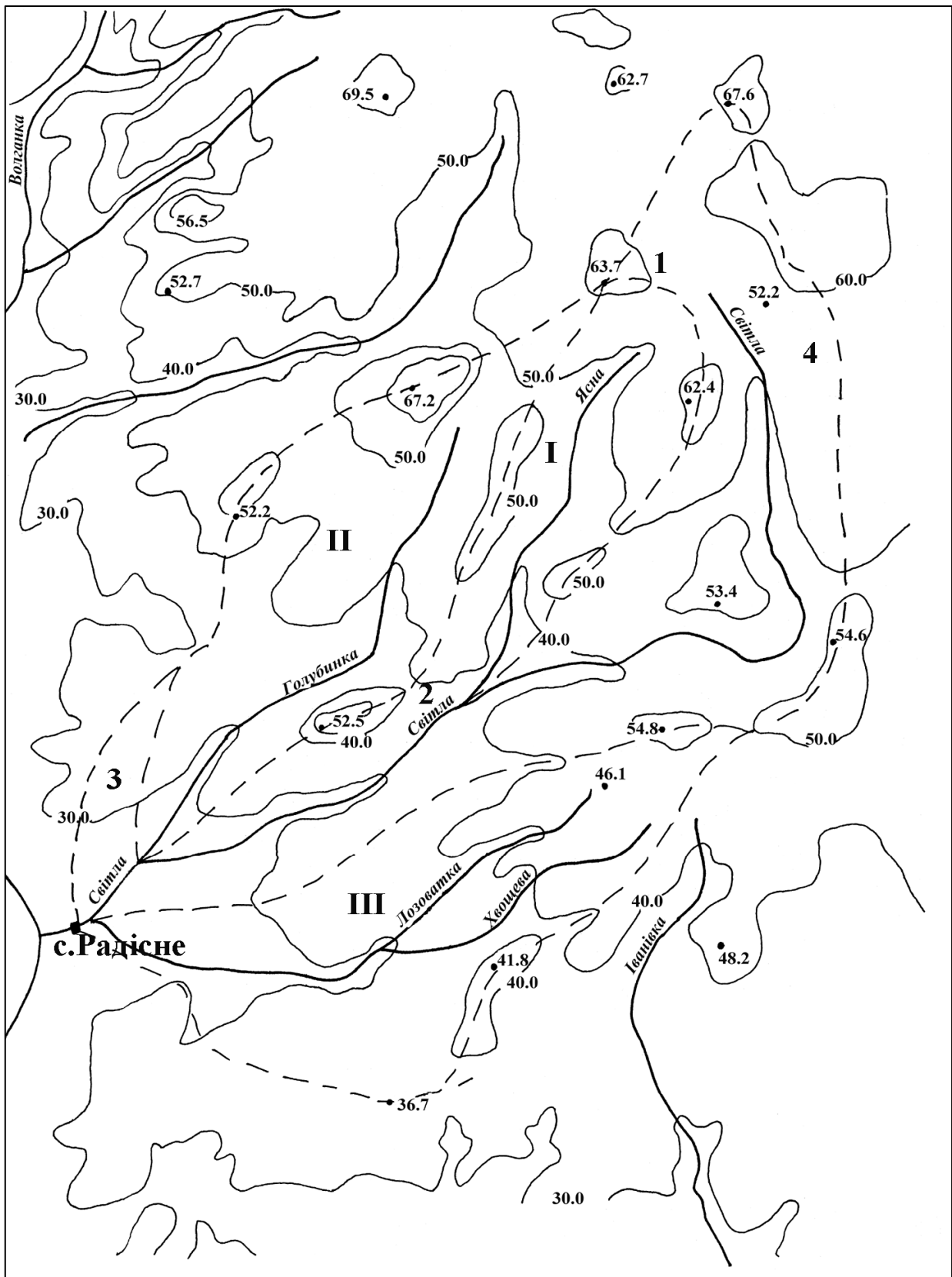


Рисунок 3.1 – Карта-схема р.Світла – с.Радісне М 1:5000000

3. а) Довжина р. Світлої вимірюється курвіметром КС. Одна поділка курвіметра відповідає довжині в 1 см на карті. Спочатку знаходиться довжина річки від витoku до замикального створу (с.Радісне) в прямому та зворотному напрямках. Потім лінія річки розділяється засічками на ділянки, межі яких відносять до місця впадіння приток. Знову виконуються розрахунки довжини по ділянках в тій же послідовності. Довжина річки обчислюється за формулою (1.1). Загальна нев'язка за формулою (1.2) складає +0.30 см. Довжина річки складає в першому і другому прийомах 27.2 і 26.9 см відповідно. Загальна нев'язка +0.3 см додається до ділянки з найбільшою довжиною. виправлена довжина ділянок в см з урахуванням масштабу надається в км. Потім розраховується довжина приток річки в прямому та зворотному напрямках. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.1.

За відсутністю курвіметра довжину річки вимірюють циркулем з постійним кроком 1 або 2 мм, а потім визначають в масштабі карти.

б) Відмітка витoku р. Світлої, яка визначалася інтерполяцією між сусідніми горизонталями 50 і 60 м, склала 56 м. Відмітка місцевості біля замикального (розрахункового) створу с.Радісне – 25 м. Падіння річки на цій ділянці складає $56-25=31$ м. Середній уклон річки розраховується як відношення падіння річки (31 м) до її довжини (13.6 км):

$$I_p = (56 - 25) / 13.6 = 31 / 13.6 = 2.28 \text{ ‰}$$

в) Звивистість річки, як вже вказувалось вище, встановлюється як відношення довжини річки (13.6 км) до довжини прямої, яка з'єднує виток та замикальний створ (10.0 км):

$$\hat{E}_c = 13.6 / 10.0 = 1.36$$

г) За даними таблиці 3.1 будується гідрографічна схема річки Світла (рис.3.2). Для цього на горизонтальній прямій з урахуванням масштабу відкладається загальна довжина річки від витoku до замикального створу с.Радісне і відмічається відстань до впадіння всіх приток. Далі під довільним кутом нахилу до прямої в місцях впадіння приток відкладається довжина приток також з урахуванням масштабу. На схему наносяться назви головної річки та приток, вказується напрям течії головної річки та довжина річки і приток.

4. а) Площу водозбору р. Світлої, площі окремих водозборів та міжпритоккових просторів можна знайти графічним способом за допомогою клітчастої палетки. Згідно з масштабом карти (рис.3.1) в 1 см - 0.5 км, 2 мм – 0.1 км, ціна ділення клітки палетки розміром $2 \times 2 = 0.01 \text{ км}^2$.

На кожен контур водозбору накладається палетка і підраховується кількість повних клітин Площа водозбору розраховується за формулою $F = n a^2$. Всі вимірювання проводяться двічі. Різниця між кількістю клітин палетки при двох вимірюваннях не повинна перевищувати 2% [1]. Результати всіх вимірювань занесені в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок площі водозбору р. Світлої, ($a^2=0.01 \text{ км}^2$)

№ п/п	Площа	Кількість клітин в контурі, n			Виміряна площа, $F = n a^2$ км ²
		I вимірювання	II вимірювання	середнє	
Правий берег					
1	Міжпритоковий простір 1	606	608	606	6.06
2	Водозбір р. Ясна I	555	558	556	5.56
3	Міжпритоковий простір 2	200	200	200	2.00
4	Водозбір р.Голубинка II	1040	1046	1043	10.4
5	Міжпритоковий простір 3	156	156	156	1.56
					$\Sigma = 25.6 \text{ км}^2$
Лівий берег					
1	Міжпритоковий простір 1	1140	1148	1144	11.4
2	Водозбір р.Лозоватка III	1100	1100	100	11.0
					$\Sigma = 22.4 \text{ км}^2$
					$\Sigma = 48.0 \text{ км}^2$

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що різниця значень площ водозбору р. Світлої та її приток, отриманих при двох прийомах вимірювань, не перевищує припустимих. Тому отримані результати осереднюються і заносяться в табл.3.2. Площа водозбору р. Світлої склала $F = 48.0 \text{ км}^2$, площа правого берега $F_{\text{пб}} = 25.6 \text{ км}^2$, площа лівого берега $F_{\text{лб}} = 22.4 \text{ км}^2$.

б) Для побудування графіку наростання площі водозбору за довжиною річки необхідно знати відстань від гирла (замикального створу, в кілометрах) до впадіння правих та лівих приток та площі водозборів до цих пунктів. Для побудування графіка наростання площі складена таблиця 3.3. в якій наведені значення відстані приток від замикального створу та їх площі, а також площі міжпритокових просторів.

Таблиця 3.3 - Дані для побудування графіка наростання площі водозбору р.Світлої

Площа	Відстань від гирла, км	Площа, км ²	
		F	ΣF
Правий берег			
Міжпритоковий простір 1	-	6.06	6.06
Водозбір р. Ясна І	5.25	5.56	11.6
Міжпритоковий простір 2	-	2.00	13.6
Водозбір р.Голубинка ІІ	1.00	10.4	24.0
Міжпритоковий простір 3	-	1.56	25.6
Лівий берег			
Міжпритоковий простір 1	-	11.4	11.4
Водозбір р.Лозоватка ІІІ	0.15	11.0	22.4

Для побудування графіка (рис.3.3) на осі абсцис відкладають довжину головної річки в масштабі в 1 см – 1 км, на осі ординат – відповідні площі водозборів приток та міжпритокових просторів в масштабі в 1 см – 5 км².

На рис.3.3 для правого берега відкладається відстань від замикального створу р.Світлої с.Радісне до впадіння правої притоки р.Ясної $l=5.25$ км. Площа міжпритокового простору від витoku до р.Світлої до р.Ясної по табл.1.6 дорівнює 6.06 км². Ця площа відкладається на відстані 5.25 км від замикального створу (точка а). Від витoku до точки „а” проводиться похила лінія. Площа водозбору р.Ясної $F=5.56$ км², а в сумі з вже відкладеним міжпритоковим простором 1 (на відстані 5.25 км від замикального створу) наростання площі $F=11.06$ км².

Відкладаємо вбік від вертикальної лінії на відстані 5.25 км від замикального створу величину $F=11.06$ км², отримаємо точку „б”, яка з’єднується прямою лінією з точкою „а”. Далі наростання площі відбувається за рахунок міжпритокового простору 2 з площею $F=2.0$ км², що в сумі з міжпритоковим простором 1 і водозбором р.Ясної дає площу $F=13.6$ км². Відкладається відстань від замикального створу р.Світлої до впадіння р.Голубинка $l=1.00$ км і сумарна площа $F=13.6$ км² відкладається вбік від вертикальної лінії, отримаємо точку „в”, яка з’єднується похилою лінією з точкою „б”.

Площа водозбору р.Голубинка $F=10.4$ км² відкладається вбік від точки „в”, отримаємо точку „г”, яку з’єднуємо з точкою „в”. На правому березі приток більше немає і наростання площі відбувається тільки за рахунок міжпритокового простору 3. Загальна площа правого берега $F=25.6$ км². Ця величина з’єднується похилою лінією з точкою „г”.

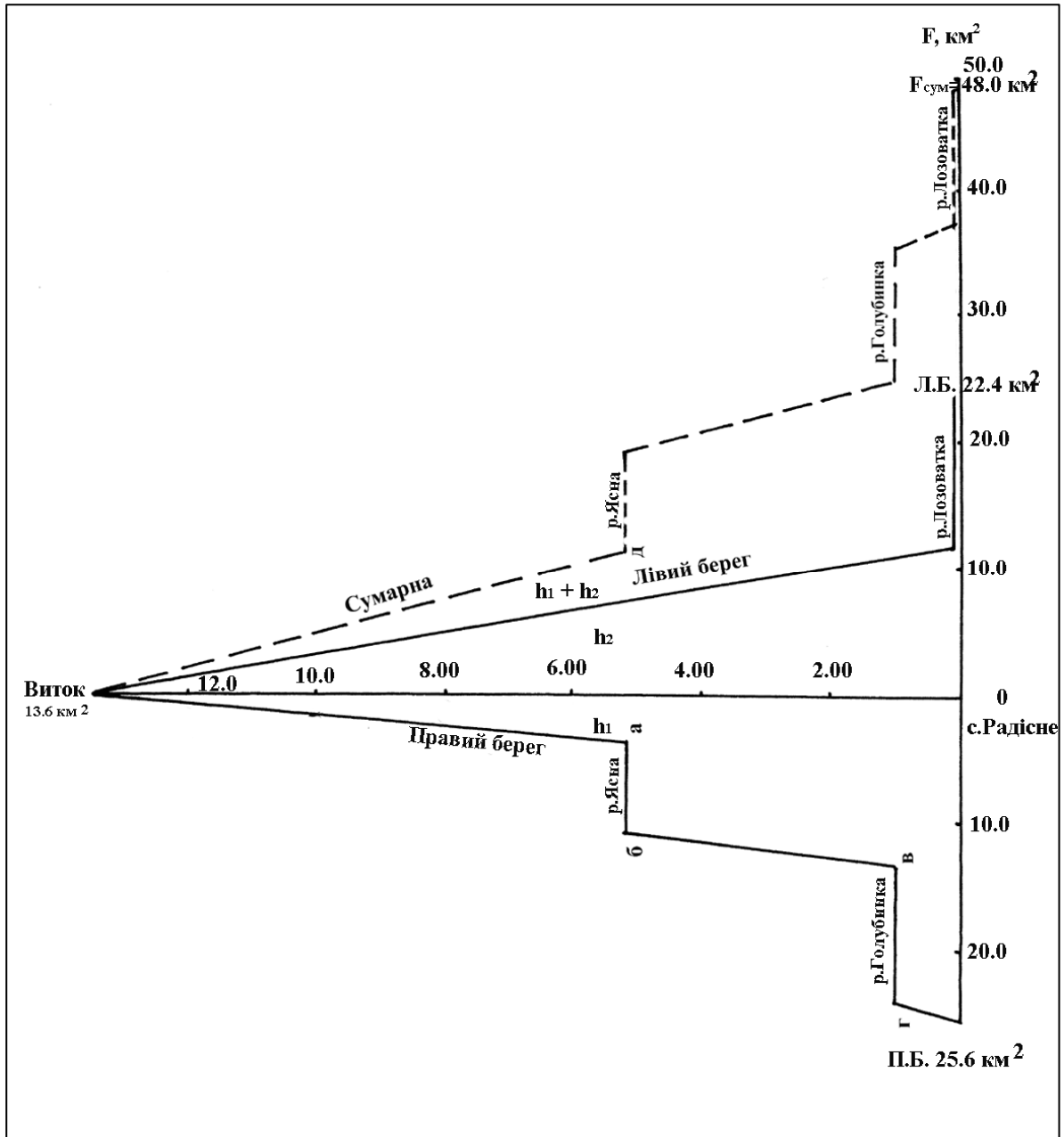


Рисунок 3.3 - Графік наростання площі водозбору р.Світла – с.Радісне

Таким чином, на графіку похилими лініями позначається наростання площ міжпритокових просторів, а горизонтальними лініями – площ водозборів приток. Для лівого берега побудування графіка здійснюється аналогічно.

Сумарний графік наростання площі водозбору будується таким чином (побудування графіка відбувається вбік від лінії довжини річки). На лівому березі річки на відстані 5.25 км від замикального створу (місце впадіння р.Ясної на правому березі) наростання площі лівого берега, яке визначається графічно, дорівнює h_1 (7.0 км^2), а площа міжпритокового простору 1 на правому березі дорівнює h_2 (6.06 км^2). Отже сумарне наростання площі міжбасейнових просторів дорівнює $h_1+h_2=7.0+6.06=13.06 \text{ км}^2$. Відкладаємо це значення на відстані 5.25 км від замикального створу і отримуємо точку „д”, а далі від неї відкладаємо вбік значення площі водозбору р.Ясної $F=13.6 \text{ км}^2$. Ці побудови виконуємо для усіх приток правого і лівого берега.

По графіку наростання площі водозбору можна в будь-якому пункті річки визначити сумарну площу водозборів по кожному берегу.

в) Середня висота водозбору може бути розрахована двома способами: детальним та спрощеним.

Для розрахунку середньої висоти детальним способом складається таблиця, в яку заносяться відмітки горизонталей від найвищої точки басейну до прийнятої висоти в замикальному створі (с.Радісне). Площі між горизонталями визначаються за клітчастою палеткою. Послідовність розрахунків наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок середньої висоти водозбору

Відмітки горизонталей H_n , м	Площі водозбору між горизонталями f_n , км^2	$\frac{H_n + H_{n+1}}{2}$	$f_n \frac{H_n + H_{n+1}}{2}$
67.6 – 60.0	0.75	63.8	47.85
60.0 – 50.0	9.38	55.0	515.9
50.0 – 40.0	16.5	45.0	742.5
40.0 -30.0	16.8	35.0	588.0
30.0 – 25.0	4.56	27.5	127.68
$\Sigma=48.0$			$\Sigma=2021.93$

Середня висота, розрахована за формулою (2.3), становить:

$$\bar{h} = \frac{H_1 f_1 + H_2 f_2 + \dots + H_n f_n}{\Sigma f_n} = \frac{2021.93}{48.0} = 42.1 \text{ м.}$$

Для розрахунку середньої висоти водозбору спрощеним способом площа водозбору розбивається на клітини, в межах яких інтерполяцією встановлюється середня висота (рис.3.4).

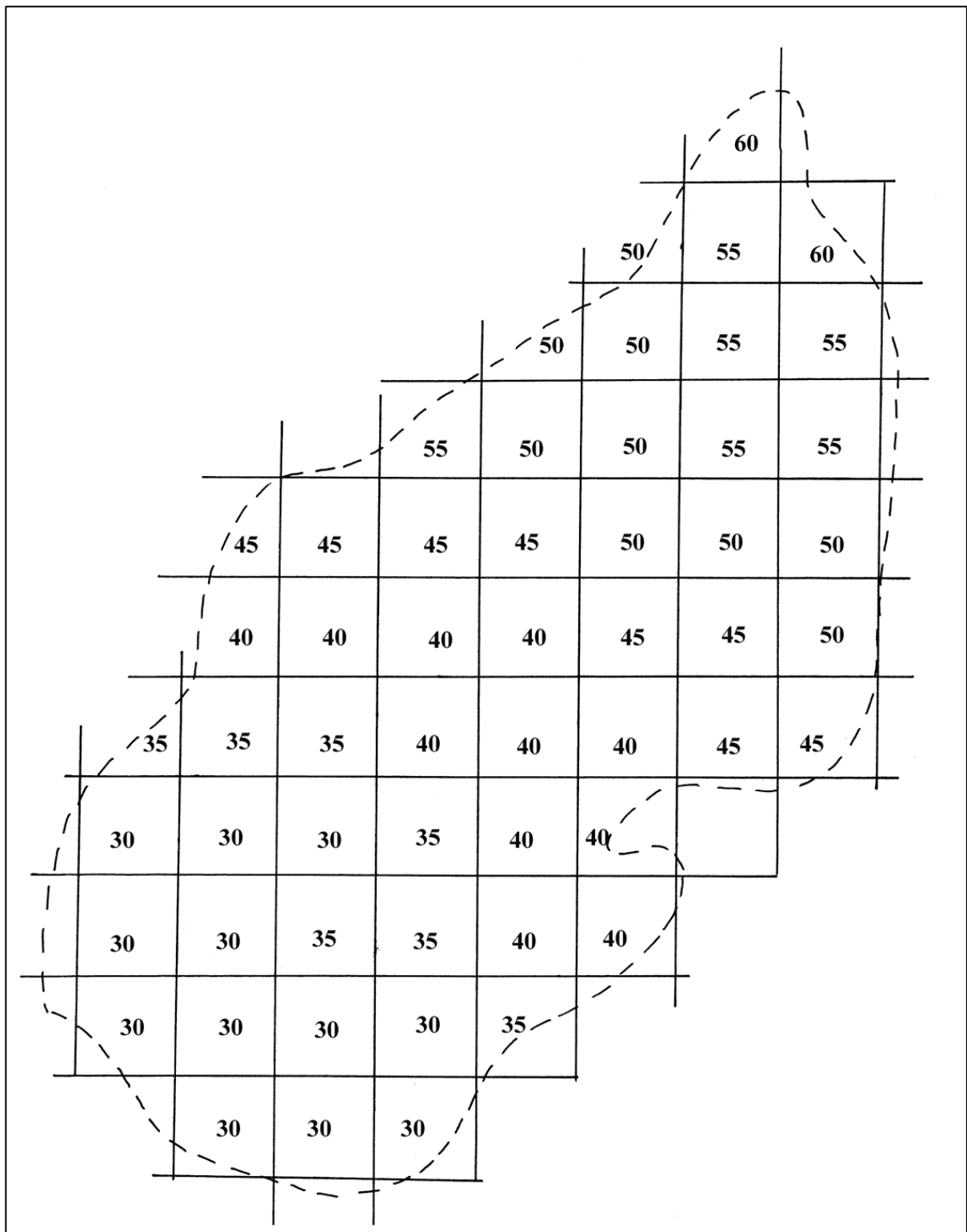


Рисунок 3.4 – Розрахунок середньої висоти водозбору спрощеним способом

Сума усіх висот в межах клітин ($\Sigma H = 2255$), розділена на кількість клітин (54), дає середню висоту водозбору $\bar{h} = \frac{2255}{54} = 41.8$ м (табл.3.4).

Таблиця 3.4 – Розрахунок середньої висоти водозбору спрощеним способом

Номер рядка	Відмітка, м	Сума відміток	К-ть клітин	Номер рядка	Відмітка, м	Сума відміток	К-ть клітин
I	60	60	1	VII	35	315	8
II	55	115	2		35		
	60				35		
III	50	210	4		40		
	50				40		
	55				40		
	55				45		
IV	55	265	5		VIII		
	50			30			
	50			30			
	55			35			
	55			40			
	40			40			
V	45	330	7	IX	30	210	6
	45				30		
	45				35		
	45				35		
	50				40		
	50				40		
	50				40		
VI	40	300	7	X	30	155	5
	40				30		
	40				30		
	40				30		
	45				35		
	45			XI	30	90	3
	50				30		
						$\Sigma=2255$	$\Sigma=54$

г) Гіпсографічна крива дає наочне уявлення про розміщення площ водозбору по висотних зонах (рис.3.5). На осі абсцис відкладаються сумарні площі між горизонталями (табл.3.4) в км² та у відсотках від загальної площі в масштабі в 1 см – 5 км², а на осі ординат - відповіді висоти (нижня границя інтервалу) у масштабі в 1 см – 10 м.

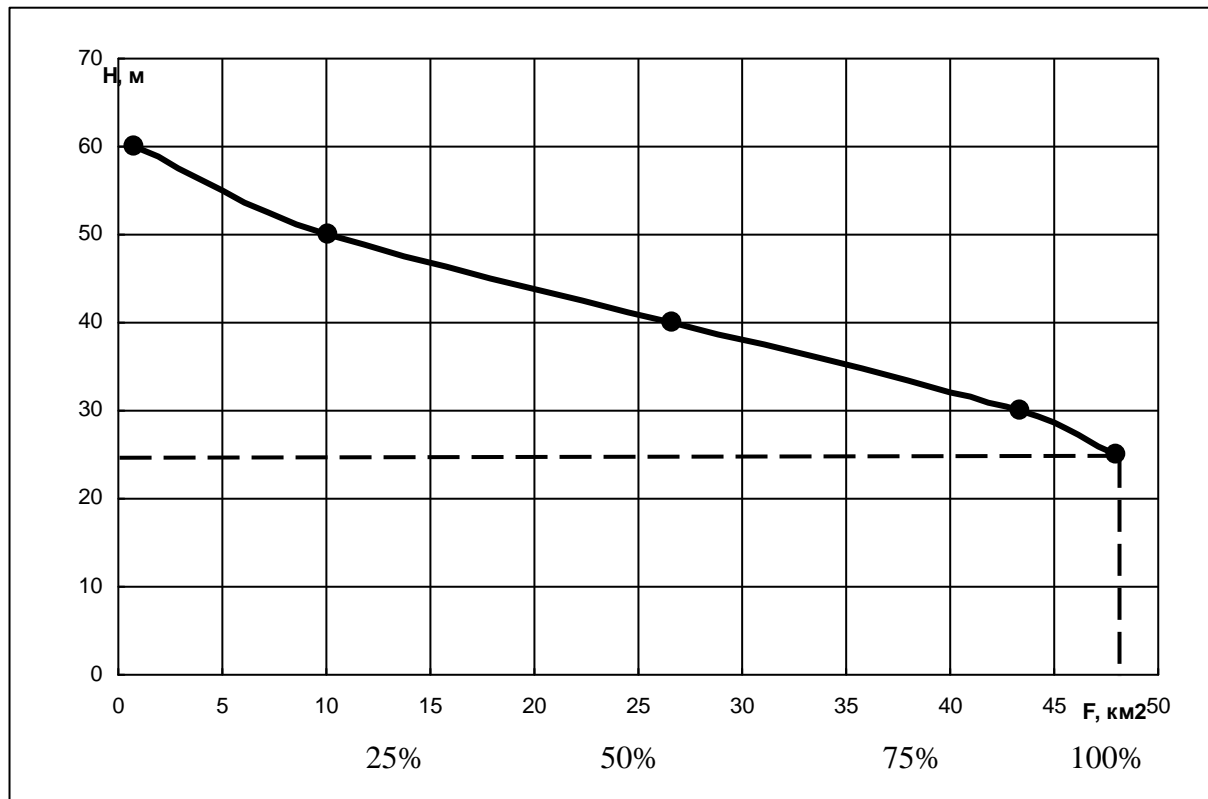


Рисунок 3.5 – Гіпсографічна крива басейну р.Світла –с. Радісне

Дані для побудовання гіпсографічної кривої наведені в табл.3.5.

Таблиця 3.5 - Дані для побудовання гіпсографічної кривої

Відмітки горизонталей, м	Площі між горизонталями, км ²	Послідовні суми площ	
		км ²	%
67.6-60	0.75	0.75	1.56
60-50	9.38	10.1	21.0
50-40	16.5	26.6	55.4
40-30	16.8	43.4	90.4
39-25	4.56	48.0	100

д) Визначення середнього уклону виконується за рівнянням (2.3). Довжина горизонталей вимірюється в км, висотні відмітки у м, тоді уклони схилів – м/км – проміле – ‰. В табл. 3.6 заносяться відмітки горизонталей від гирла річки до найвищої точки водозбору. Оскільки при розрахунку величини уклону треба враховувати висоти усіх підвищень поверхні, в таблиці крім основних горизонталей наводяться перевищення по ділянках в межах замкнених горизонталей (а, б, в, г, д, е, ж, з, і). Відповідні довжини горизонталей вимірюються курвіметром КС з урахуванням масштабу карти.

Таблиця 3.6 – Визначення середнього уклону схилів водозбору

Відмітка горизонталей H_i , м	Довжина горизонталей l_i , км	$\frac{l_i+l_{i+1}}{2}$, км	$H_{i+1}-H_i$, м	$\frac{l_i+l_{i+1}}{2} (H_{i+1} - H_i)$	
25	0.0				
		5.0	5.0	25.0	
30	10				
		14.0	10.0	140.0	
40	18				
		18.0	10.0	180.0	
50	18				
		5.25	10.0	52.50	
60	2.50				
		1.25	7.60	9.50	
67.6	0.0				
Ділянки					
à {	67.2	0.0	0.70	7.20	5.04
	60.0	1.40			
á {	63.7	0.0	0.55	3.70	2.04
	60.0	1.10			
â {	62.4	0.0	0.50	2.40	1.20
	60.0	1.00			
ã {	53.4	0.0	1.75	3.40	5.95
	50.0	3.50			

Продовження таблиці 3.6

Відмітка горизонталей H_i , м	Довжина горизонталей l_i , км	$\frac{l_i+l_{i+1}}{2}$, км	$H_{i+1}-H_i$, м	$\frac{l_i+l_{i+1}}{2}(H_{i+1} - H_i)$
Ділянки				
д $\left\{ \begin{array}{l} 52.5 \\ 50.0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.0 \\ 1.70 \end{array} \right.$	0.85	2.50	2.12
е $\left\{ \begin{array}{l} 52.2 \\ 50.0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.0 \\ 2.00 \end{array} \right.$	1.00	2.20	2.20
ж $\left\{ \begin{array}{l} 41.8 \\ 40.0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.0 \\ 2.00 \end{array} \right.$	1.00	1.80	1.80
з $\left\{ \begin{array}{l} 54.6 \\ 50.0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.0 \\ 3.50 \end{array} \right.$	1.75	4.60	8.05
і $\left\{ \begin{array}{l} 54.8 \\ 50.0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0.0 \\ 2.00 \end{array} \right.$	1.00	4.80	4.80
				$\Sigma=440.2$

Розрахунок середнього уклону басейну р.Світлої наведений в таблиці 3.5, а його величина за формулою (2.3) склала:

$$I_{\text{ср}} = \frac{\sum \frac{1}{2}(l_i + l_{i+1})(H_{i+1} - H_i)}{F} = \frac{440.2}{48.0} = 9.17 \text{ ‰}.$$

ж) Густота річкової мережі розраховується за формулою (2.4). На основі отриманих даних:

$$\rho = \sum L/F = 33.9 / 48.0 = 0.71 \text{ км/км}^2.$$

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ЗАВДАННЯ № 1

1. Назвіть основні морфометричні характеристики річки.
2. Назвіть основні морфометричні характеристики водозбору.
3. Як визначити довжину річки?
4. Що таке виток та гирло річки?
5. Як визначити звивистість річки?
6. Як визначити середній уклон річки?
7. Як вимірюється довжина річки?
8. Що таке вододіл? Як його провести на карті?
9. Як вимірюється площа водозбору?
10. Як розрахувати густоту річкової мережі?
11. Як розрахувати середню висоту водозбору спрощеним способом та детальним способом?
12. Як розрахувати середній уклон схилів водозбору?
13. Як будується графік наростання площі водозбору?
14. Як будується гіпсографічна крива?
15. Що можна визначити за гіпсографічною кривою?

Література до завдання 1

1. Гопченко Є.Д, Гушля О.В. Гідрологія з основами водних меліорацій. – Київ, 1994.- 296 с.
2. Лучшева А.А. Практическая гидрология, - Л.: Гидрометеиздат, 1976.- 440 с.
3. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни “Фізична гідрологія” – Визначення гідрографічних характеристик водозборів картометричним способом. Одеса, 1998.- 17 с.
4. Самохин А.Т и др. Практикум по гидрологии. Л.Гидрометеиздат.1980.- 296 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ 2

РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ТОПОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ

Топологія (від грецького *topos* – місцевість + логія) – розділ математики, який вивчає найбільш загальні властивості просторів, взаємно рівнозначних та неперервних. До топологічних характеристик річкової мережі відносять: порядок приток та коефіцієнти – біфуркації, довжини приток та уклонів, площі водозборів, які є показниками будови річкової мережі. Вивчення закономірностей просторового розподілу річкових структур має не тільки теоретичне, але і практичне значення, наприклад, при розробці формул для розрахунку максимальних витрат води паводкового стоку.

Річкова мережа – це сукупність чітко виражених русел постійних водотоків. Складна мережа водотоків, що зображається на географічних картах, лише на перший погляд здається хаотичною і безсистемною. Насправді всі її елементи зв'язані між собою певними кількісними співвідношеннями. Докладними дослідженнями будови річкової мережі займалися в різний час ряд авторів [1,3,4,6,7].

При розробці методів гідрографічних досліджень використовується поняття ідеалізованої схеми річкової мережі, яка відповідає двом положенням. Перше: така система не включає інших об'єктів, окрім водотоків, тобто в ній не розглядаються болота, озера, стариці. Другою її особливістю є те, що така система не має точок, в яких зливається більше двох потоків. Практично це означає виключення з розгляду складних дельтових утворень, випадків меандрування. Цілком зрозуміло, що такі положення мають певну вибірковість, і тому річкова мережа, що ідеалізується, відповідає фактичному прототипу лише за певних умов.

На цей час відомо п'ять схем будови річкової мережі, запропонованих різними авторами: 1) "європейська" [5]; 2) метод Р.Е. Хортон [7]; 3) схема М.О. Ржаніцина [6]; 4) розробка Р. Л. Шреве [1]; 5) Р. Е. Хортон, вдосконалена А.Н.Шталлером і І.М.Гарцманом [1,2,3].

Перша з них запропонована в кінці ХІХ століття і набула широкого поширення на Європейському континенті. По ній найбільший і розгалужений потік відноситься до першого порядку, потоки, що впадають в нього, до другого і т.д. Процес позначення порядку приток йде по наростаючій, і найменші водотоки мають щонайвищі порядки. На думку Б.П.Панова [5], ця класифікація не має генетичної основи і носить формальний характер, оскільки об'єднує в одно ціле різні за своїм характером течії та за морфометричними характеристиками водотоки.

У методі Р.Е.Хортон [7] метричним кроком є елементарні нерозгалужені водотоки і їм надається перший порядок P_1 . Річки другого порядку P_2 включають тільки притоки першого порядку P_1 , третій порядок P_3 утворюється при злитті водотоків 2-го порядку. Недоліком цієї моделі є виділення в будь-якій річковій системі головної річки, причому її порядок від витоків до гирла завжди є величиною постійною $P_i = \text{const}$. Насправді таке рішення мало відповідає реальній картині, оскільки часто вибір верхів'їв або витоків головної річки проводиться, виходячи з формальних міркувань, пов'язаних з історичним розвитком.

На розпливчастість схеми Р. Е. Хортон звернув увагу інший дослідник, М.О.Ржаніцин [6], який вніс в неї декілька уточнень. Так, підвищення порядку, наприклад з P_3 на P_4 , може відбутися в декількох випадках. Це варіанти $P_3 + P_3 = P_4$ або $P_3 + (P_2 + P_2) = P_4$. Можливий випадок, коли $P_2 + P_2 + P_2 + P_2 = P_4$. Таким чином, за схемою М.О.Ржаніцина водотік P_4 може включати 8 потоків P_1 або 4 P_2 або 2 P_3 . При цьому можуть виникнути випадки, коли розрахувати порядок P_i неможливо, наприклад - $P_2 + P_3 = ?$; $P_3 + P_4 = ?$ і т.д.

Подальшим розвитком схеми будови річкових систем стала модель, запропонована Р.Л.Шреве [1]. Згідно цьому способу, спочатку виділяються притоки першого порядку P_1 і далі позначення приток ведеться шляхом арифметичного підсумовування порядків всіх водотоків, що впадають в річку. Так, $P_1 + P_1 = P_2$, далі хай впадає річка порядку P_2 , тоді $P_2 + P_2 = P_4$, наступний водотік хай буде порядку P_3 , тоді порядок основної річки рівний $P_3 + P_4 = P_7$ і т.д. Не дивлячись на явну простоту цього способу позначення приток, з його допомогою достатньо складно порівнювати різні річкові системи. Це пов'язано з великими чисельними значеннями одержаних цифр, які часто не відповідають реальним розмірам порівнюваних водотоков [3].

Розгляд вищезгаданих схем позначення порядку приток річкових мереж дав можливість двом дослідникам - А.Н.Шталлеру [2] і І.М.Гарцману [1] незалежно один від одного запропонувати ряд доповнень. Це дозволило одержати конкретні розв'язки задачі і уникнути випадків виникнення невизначеності. Так, з розрахункової схеми ними вилучено поняття головної річки, а як елементи річкової мережі, що диференціюються, виступають відрізки, що утворюються при злитті двох однопорядкових елементів P_{i-1} . Вони зберігають свій порядок P_{i-1} до точки злиття з різнопорядковим елементом, тобто $P_{i-1} + P_{i-1} = P_i$. Найважливішим доповненням цього способу є те, що впадання приток P_{i-2} і P_{i-3} , P_{i-k} не змінює величини P_i , що дозволяє рівнозначно провести позначення порядку водотоку будь якої річкової мережі (системи).

1 ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ БУДОВИ РІЧКОВИХ СИСТЕМ

Розглядаючи річкову мережу як відкриту деревоподібну систему, що складається з приток різних порядків, і, використовуючи як топологічний параметр порядок водотока Π_i , Р.Е.Хортон [7] сформулював ряд закономірностей, які стали основою сучасної гідрографічної науки.

Перша з закономірностей носить назву закономірності кількості приток: в кожній річковій системі співвідношення між кількістю приток суміжних порядків є величина постійна, тобто

$$\sigma_0 = \frac{S_{k-1}}{S_k}, \quad (1.1)$$

де σ_0 – називається коефіцієнтом біфуркації;

S_{k-1} і S_k - кількість приток суміжних порядків k і $k-1$.

Друга закономірність визначає таке положення: співвідношення між довжинами приток річок суміжних порядків залишається в середньому постійним:

$$\lambda_0 = \frac{l_k}{l_{k-1}}, \quad (1.2)$$

де λ_0 – коефіцієнт довжини приток;

l_{k-1} і l_k - середні довжини водотоків порядків k і $k-1$.

Третя закономірність полягає у тому, що площі водозборів приток суміжних порядків також знаходяться в певному співвідношенні:

$$\varphi_0 = \frac{F_k}{F_{k-1}}, \quad (1.3)$$

де φ_0 – коефіцієнт площі;

F_k і F_{k-1} – площі водозборів приток порядків k і $k-1$.

Четверта закономірність Р.Е.Хортон [7] встановлює співвідношення між середніми уклонами річок суміжних порядків:

$$I_0 = \frac{I_{k-1}}{I_k}, \quad (1.4)$$

де I_0 - коефіцієнт уклонів приток I_{k-1} і I_k суміжних порядків $k-1$ і k .

Б.В.Кіндюком [2] сформульована п'ята закономірність супідрядності водотоків у вигляді співвідношення кутів злиття приток суміжних порядків:

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_i}{\alpha_{i-1}}, \quad (1.5)$$

де α_0 - коефіцієнт кутів;

α_i і α_{i-1} - середні значення кутів злиття приток суміжних порядків,

2 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Визначити: основні гідрографічні та топологічні характеристики р. Тересва.

Дано: карта-схема річки Тересва М 1:200000 (рис.2.1).

Потрібно: 1) Визначити основні гідрографічні характеристики р.Тересва: довжину та площі водозбору річки та її приток; кількість приток кожного порядку S_i , їх сумарну довжину L_i , середню довжину приток l_i кожного порядку.

2) Визначити топологічні параметри: порядок приток Π_i , коефіцієнти біфуркації - σ_0 , довжини приток - λ_0 , площі водозборів - Φ_0 .

1) побудувати графічні залежності кількості приток (S_i), середньої довжини приток (l_i) та площі водозбору (F_i) від порядку приток (Π_i).

Порядок виконання

Однією з найважливіших водних артерій Закарпатської області є р.Тересва, яка утворюється від злиття річок Мокранки і Брустуранки в районі с.Усть-Чорна.

Перша з її приток, р. Мокранка бере свій початок в районі гори Попадя на висоті 1740 м над рівнем моря. У районі свого гирла річка відповідає четвертому порядку, тобто $\Pi_i=4$. Це значення Π_i не змінюється до с.Усть-Чорна, де в неї впадає р. Брустуранка. Цей водотік є достатньо крупною гірською річкою з площею водозбору $F=340 \text{ км}^2$ і довжиною 32 км. Порядок цієї річки $\Pi_i=3$. Починаючи від с.Усть-Турбат, річка має порядок рівний чотирьом. Значення $\Pi_i=4$ вона зберігає до с.Усть-Чорна, де вона зливається з річкою Мокранкою. Тоді по схемі Хортон- Шталлера нова річка – Тересва з цього місця має порядок рівний п'яти ($\Pi_i=5$). Цей порядок вона зберігає до с.Тересва, де впадає в р.Тису, оскільки всі притоки, що знаходяться в цій частині водозбору, мають величину $\Pi_i<5$.

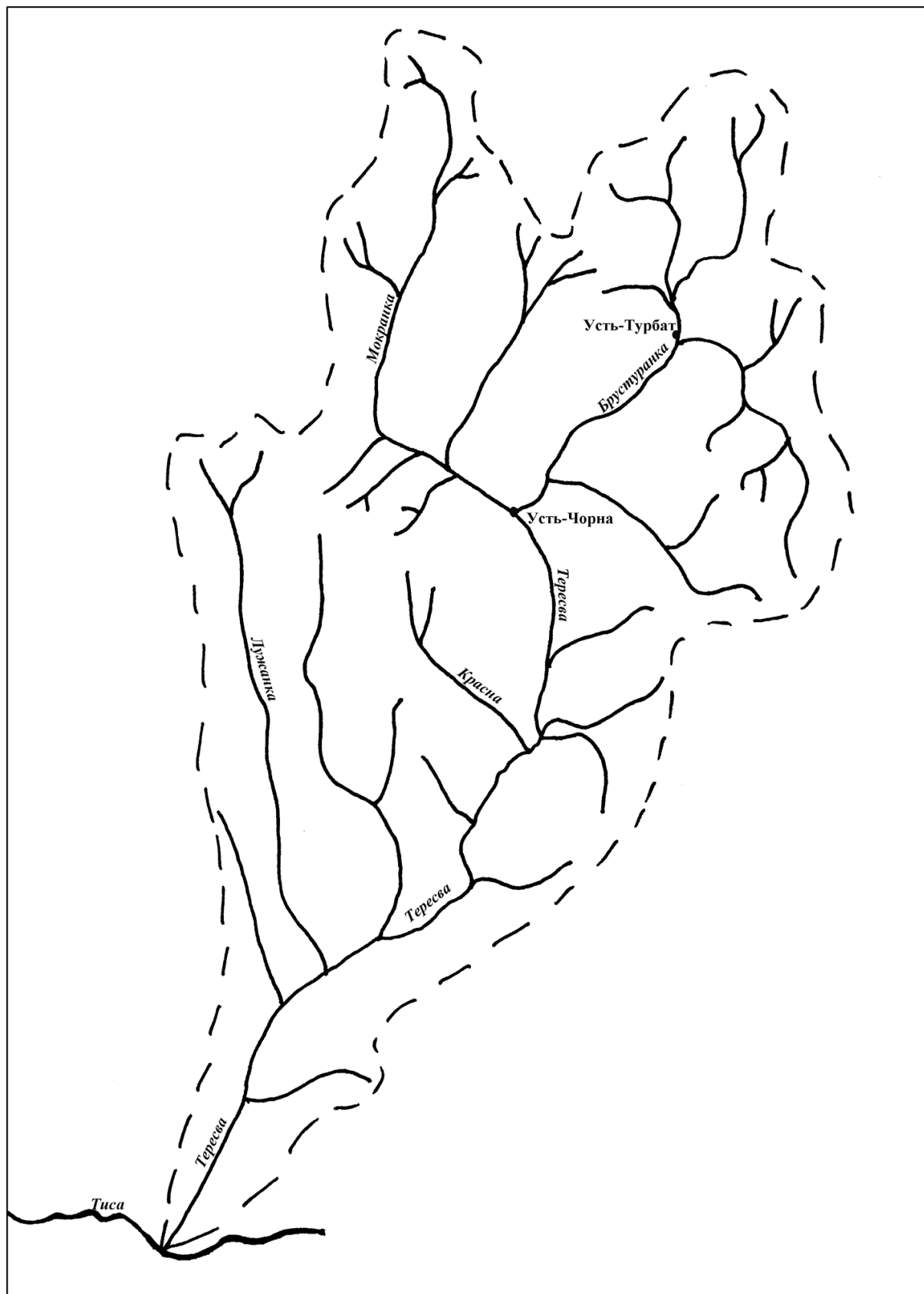


Рисунок 2.1 – Карта-схема бассейну р.Тересва, М 1: 200000

1.Визначення основних гідрографічних та топологічних характеристик річки Тересва.

В річку Тересва безпосередньо впадає сім приток: Мокранка, Брустуранка, Красна, Терешул, Дубовець, Лужанка, Ольховчик. Використовуючи карту-схему (рис.2.1), виконується розрахунок основних гідрографічних характеристик р.Тересва та її приток і площі водозборів та довжини (табл.2.1). Потім виконується підрахунок чисельного значення порядку кожної річки в міру їх злиття з основною річкою за схемою Хортон-Шталлера. Потім вся початкова інформація групується всередині таблиці залежно від порядку річки по конкретних значеннях P_i . Далі для кожної річки встановлюється число приток кожного порядку S_i . На наступному етапі робиться підрахунок сумарної довжини мережі L_i . Шляхом ділення значення L_i на число приток S_i розраховується середня довжина приток кожного з порядків l_i . Ці дані доповнені аналогічними розрахунками по двох водпостах на річці Тересва – с. Усть-Чорна і с. Дубове, які можна взяти як проміжні точки при визначенні розподілу гідрографічної мережі.

Маючи в своєму розпорядженні повну інформацію по всіх притоках досліджуваного басейну, розраховуються кількість приток різного порядку S_i , довжини L_i і середні довжини l_i (табл.2.2).

Аналіз узагальнених даних для р.Тересва – с.Тересва показує, що кількість приток першого порядку S_1 змінюється від 2 (р. Дубовець) до 79 – (р.Брустуранка), а в цілому по водозбору Тересва вона дорівнює $S_1=311$. Якщо співставити кількість приток першого порядку з кількістю приток інших порядків (S_2, S_3, S_4, S_5), то не важко помітити, що ці величини утворюють ряд 311, 68, 14, 4. 1. Ці значення є геометричною прогресією із загальним членом рівним $\sigma_0 = 4.21$. Подібний ряд утворюють і величини середніх довжин водотоків, який також представляє геометричну прогресію із знаменником $\lambda_0 = 2.76$.

Величини знаменників цих двох послідовностей є показниками річкової мережі, які відповідають першій і другій закономірності Р.Е.Хортон і обчислюються за формулами (1.1) і (1.2). Таким чином, у р. Тересва біфуркаційний коефіцієнт $\sigma_0 = 4.21$, а коефіцієнт довжин $\lambda_0 = 2.76$. За такою же схемою здійснюються розрахунки коефіцієнта площі – ϕ_0 . Результати цих обчислень показали, що у р. Тересва площі водозборів утворюють ряд, що складається із значень: 321, 398, 700 890, 1200 км², а середній знаменник цієї прогресії ϕ_0 дорівнює 1.4.

Дані по розрахунках топологічних параметрів наведені в табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Основні гідрографічні характеристики і топологічні параметри р.Тересва

Характеристики	Порядок водотоків						Середнє значення знаменника прогресії	Коефіцієнт
	1	2	3	4	5	6		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
S_i	311	68	14	4	1		4.21	σ_0
l_i	1.7	3.0	12	22.5	78.5		2.76	λ_0
F_i	321	398	700	890	1200		1.4	φ_0

2. Побудова графічних залежностей кількості приток (S_i), середньої довжини приток (l_i), площі водозборів (F_i) від порядку річок (Π_i).

Перша із закономірностей Р.Е.Хортонa виражається функцією $S_i=f(\Pi_i)$, яка відображає процес убування кількості водотоків із зростанням порядку річки. Графічним виразом цієї функції є рис.2.2, де показані дві емпіричні криві, побудовані для створів на р.Тересва – смт.Тересва і р.Тересва - с. Дубове.

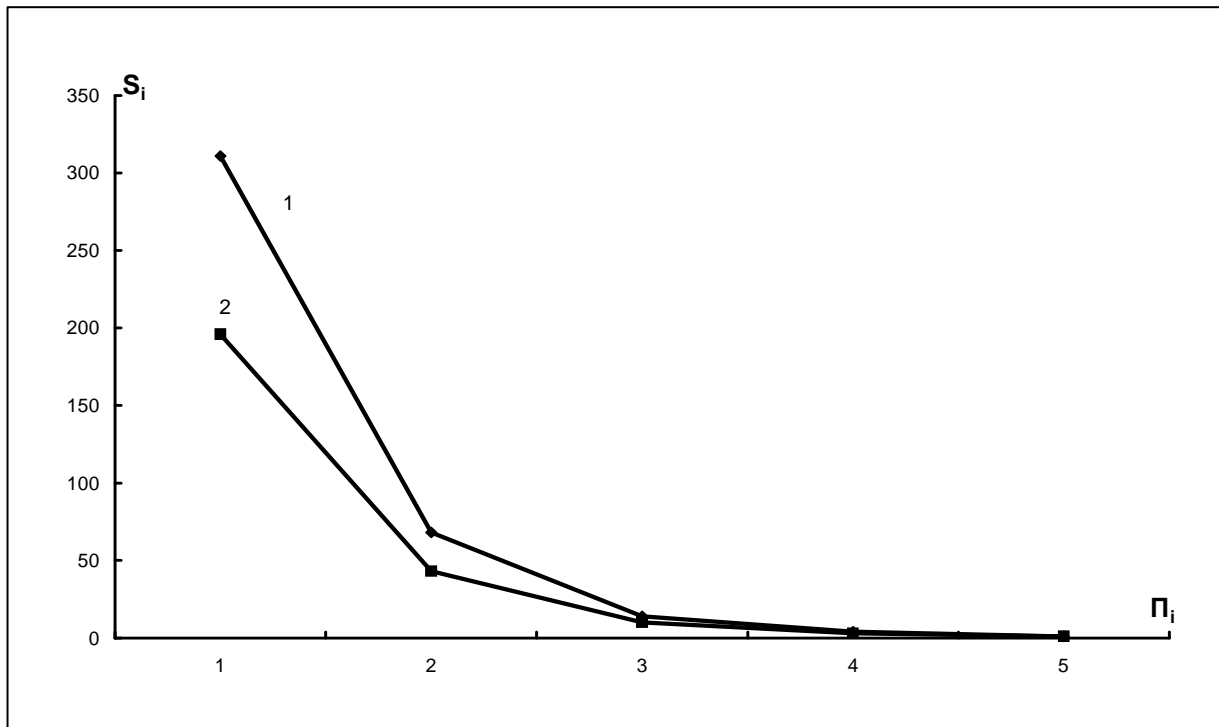


Рисунок 2.2 – Залежність кількості приток (S_i) від порядку річок (Π_i):
1 – р.Тересва – смт.Тересва; 2- р.Тересва – с.Дубове

Друга закономірність відображає протилежний процес, тобто функція довжин $l_i=f(\Pi_i)$ є зростаючою. В цьому випадку відбувається зростання середньої довжини водотоків зі збільшенням розміру річкової мережі. Графічно це виражається зростаючою криволінійною залежністю (рис.2.3).

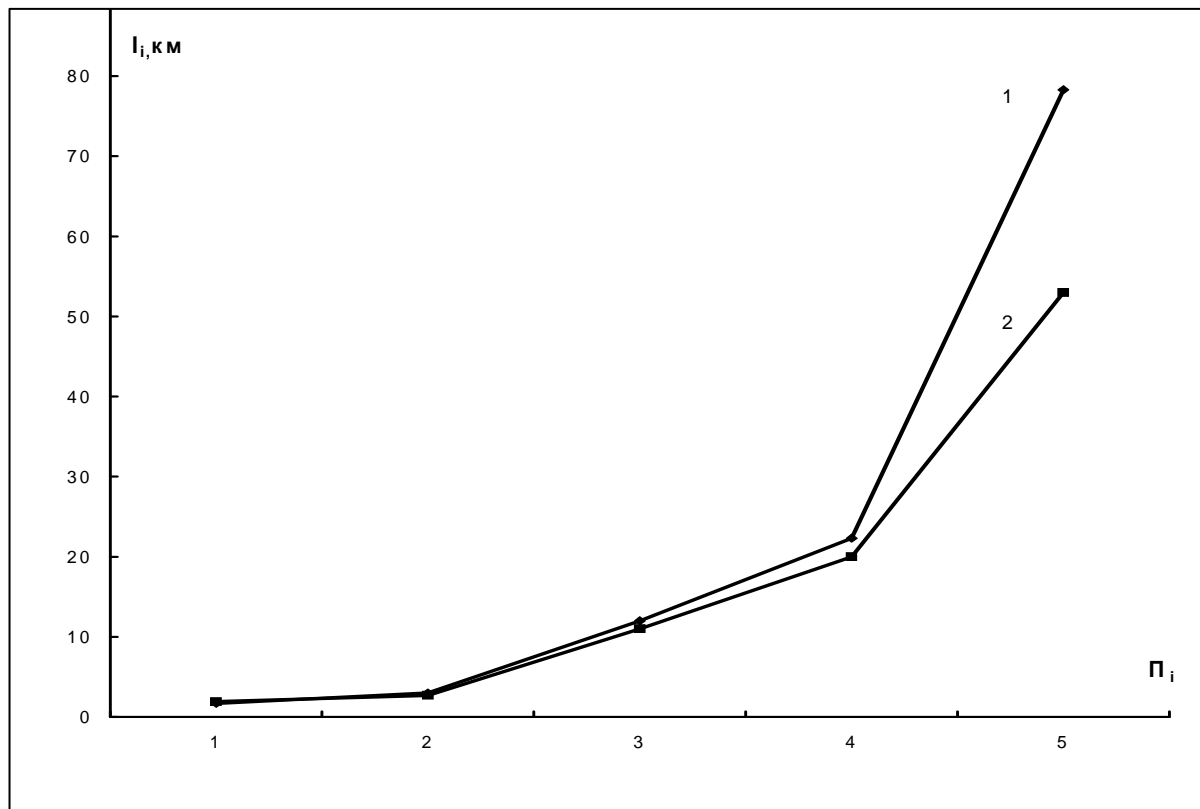


Рисунок 2.3 – Залежність середньої довжини приток (l_i) від порядку річок (Π_i):

1 – р.Тересва – смт.Тересва; 2- р.Тересва – с.Дубове

Третя закономірність виражає зростання площ водозборів зі збільшенням розміру річки. На рис. 2.4 представлені дві такі залежності для створів на р. Тересва – с. Дубове і р.Тересва - смт Тересва.

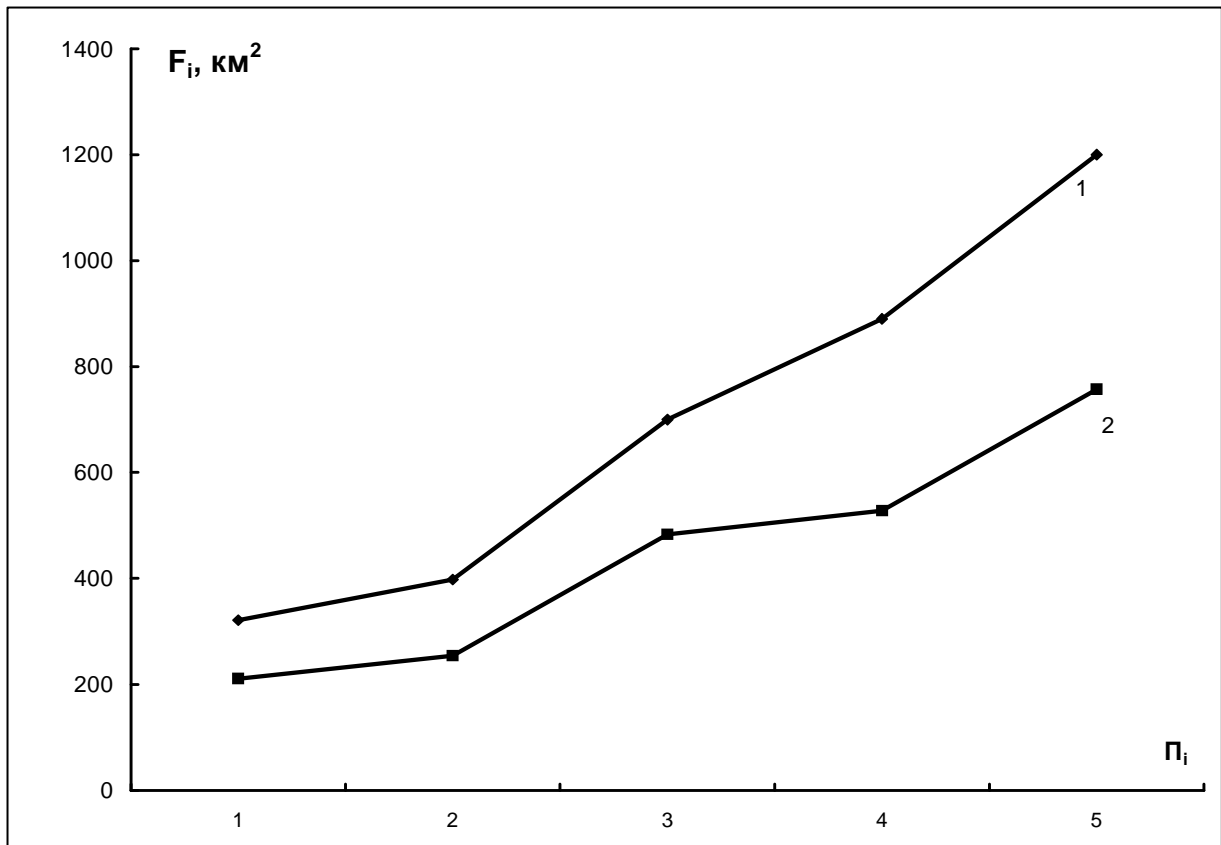


Рисунок 2.4 – Залежність площ водозборів приток (F_i) від порядку річок (Π_i):
 1 – р.Тересва – смт.Тересва; 2- р.Тересва – с.Дубове

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ЗАВДАННЯ 2

1. Дайте визначення поняття „річкова система”.
2. Поясніть схеми позначення приток.
3. Запишіть коефіцієнт біфуркації.
4. В чому полягає закономірність між довжинами приток суміжних порядків?
5. В чому полягає закономірність між середніми уклонами річок суміжних порядків.
6. Запишіть співвідношення між площами водозборів приток суміжних порядків.

Література до завдання 2

1. Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрографические индикационные исследования. Водные ресурсы. № 3, 1973. с.109-123.
2. Киндюк Б.В. Гидрографическая сеть и ливневой сток рек Украинских Карпат. Одесса, «ТЭС». 2003. 220 с.
3. Киндюк Б.В., Овчарук В.А. Строение гидрографической сети рек Украинских Карпат. Метеорология и гидрология № 8, 2005. с 59-66 .
4. Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды. Л.:Гидрометеиздат. 1971.- 476 с.
5. Панов Б.П. Количественная характеристика речной сети.//Тр. ГГИ.- вып.4 (58). 1948.- с 122-149.
6. Ржаницин Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. Л.-Гидрометеиздат. 1960.
7. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов.- М. Изд-во иностранной литературы, 1948.156 с. 125 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

З ДИСЦИПЛІНИ “РІЧКОВА ГІДРОГРАФІЯ”

Укладач: доц.Крес Л.Є.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат
Тираж

Папір
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул.Львівська, 15
