

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича

*Підлягає поверненню на кафедру*

# **ВЧЕННЯ ПРО РІКИ (РІЧКОВА ГІДРОЛОГІЯ)**

**Методичні вказівки  
до практичних робіт**

Чернівці  
"Рута"  
2007

УДК 556.53 (076)  
ББК 26.222.5я7  
В 908

Друкується за ухвалою редакційно-видавничої ради  
Чернівецького національного університету  
імені Юрія Федьковича

В 908 **Вчення про ріки** (річкова гідрологія): Методичні вказівки до практичних занять. / Укл.: Явкін В.Г., Швець З.М., Горшеніна Л.В. – Чернівці: Рута, 2007. - 44 с.

Зміст методичних вказівок відповідає програмі з практичних занять курсу “Вчення про ріки”. Практичні роботи містять теоретичні відомості із запропонованої теми, завдання, літературу та приклади оформлення роботи. В кінці подано перелік можливих варіантів роботи.

Для студентів 2-го курсу спеціальності „Екологія та охорона навколишнього середовища” стаціонарної та заочної форми навчання географічних факультетів.

© "Рута", 2007

Практична робота № 1  
**ВИДІЛЕННЯ МЕЖ РІЧКОВОГО БАСЕЙНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ  
ЙОГО ГЕОГРАФІЧНОГО ПОЛОЖЕННЯ.  
ВИЗНАЧЕННЯ ПОРЯДКОВОГО НОМЕРУ ДОПЛИВІВ  
ГОЛОВНОЇ РІЧКИ**

**Кількість проведених годин - 6**

**Вихідні положення**

Процеси формування річкового, твердого, хімічного стоку, часові особливості гідрологічного режиму річки, можливості та необхідність проектування безлічі складних та достатньо надійних гідротехнічних споруд уздовж русел та заплав, розрахунки водопостачання, визначення гідроекологічних можливостей потоку, специфіка рекреаційних умов річкових ділянок, особливості можливостей формування та розвитку селитебних систем значною мірою визначаються географічним положенням та гідрографічними властивостями річкових басейнів або їх окремих ділянок.

Тому більшість нормативних стандартів, пов'язаних із оцінкою водних ресурсів та експлуатацією водних мереж, вміщують у методичні ланцюги певних детермінованих або статистичних моделей як обов'язкові або навіть провідні показники виключно морфологічні, гідрографічні та так звані регіональні характеристики річкових басейнів. Окрім того, гідрографічні показники узагальнюють у певні інтегральні комплексні показники, які надалі виступатимуть у розрахунках як комплексні гідрографічні параметри.

Більше того, певним напрямом сучасних гідрологічних, гідроекологічних або ж водно-ресурсних досліджень є визначення відповідних кореляційних зв'язків між морфометричними ознаками річкового басейну та показниками річкового стоку (норми, максимального, мінімального); між гідрографічними характеристиками та гідроекологічною здатністю потоку до самоочищення; між ландшафтно-гідрологічними особливостями басейну та його водно-ресурсним потенціалом.

Вивченням та описом форм водних об'єктів або їх окремих елементів займаються науки **гідрографія** та **гідроморфологія**.

Гідрографія - розділ гідрології суші, основним завданням якої є вивчення та опис конкретних водних об'єктів з якісними та кількісними характеристиками їх розміщення, розміру, режиму та

місцевих умов існування. Важливим завданням гідрографії вважають виявлення закономірностей географічного поширення водних об'єктів на земній кулі чи в окремих природних зонах, визначення особливостей їх морфології, режиму, господарського значення в окремих ландшафтних та природно-історичних утвореннях або в певних адміністративних районах. Гідроморфологія являє собою окремий напрямок річкової гідрології, що поєднує в собі знання річкових гідродинаміки та гідравліки, геоморфології, руслознавства, елементів геології тощо. Займається вивченням рельєфу дна та берегів водотоків Землі.

Основними об'єктами вивчення курсу „Вчення про ріки” є річки, їх характеристики та особливості формування на певних територіях. **Річка** - це водний потік значних розмірів, що має чітко виражене русло, живиться атмосферними опадами (так званий поверхневий стік) і запасами відповідних горизонтів підземних вод сточища. Кількість горизонтів, що беруть участь у формуванні річкового потоку, залежить від висоти розташування та здатності потоку дренувати відповідні водоносні шари.

За характером рельєфу та гідрологічним режимом річки поділяють на:

- **рівнинні** - ті, що протікають по рівнинах і низинах із висотами до 300-500 м;
- **гірські** - ті, які протікають через хребти та нагір'я з висотами більш ніж 300-500 м.

Проте, коли гідрологічний режим і режим транспорту наносів формується в гірській частині водозборів, ефект гірського типу річки зберігається на значній частині рівнинної території русла.

Система річок і постійних чи періодично існуючих водотоків, боліт, ставків, озер певної території утворює гідрографічну мережу даної території. Очевидно, що первинним елементом (базисом мережі), головною віссю є основна річка басейну. Доповнюючими, проте, важливими елементами басейнової мережі є такі складові:

**Первинний схил** – умовно рівна, проте нахилена поверхня з відсутністю явних повздовжніх заглибин.

**Видолинок** - верхня ланка гідрографічної мережі, що являє собою слабо виражену западину з пологими задернованими схилами та рівним нахиленим дном.

**Лощина** - відрізняється від видолинки більшою глибиною врізання, висотою та крутістю схилів. Часто це колишній яр, зі

згаслим процесом ерозії.

**Яр** - переддолинна ланка гідрографічної мережі, для якої характерна певна крутизна й асиметрія схилів та наявність звивистого русла та суттєво помітної схилової та повздовжньої ерозії. Під час опадів чи сніготанення існує яскраво виражений тимчасовий поверхневий водотік.

**Струмок** – потічок, що утворюється виклинуванням певних підземних водних горизонтів. Наприклад, у процесі розвитку ярів.

**Русло річки** – природний канал, що транспортує воду, тверді речовини, хімічні елементи безперервно. Відрізняється характерною виробленою енергією води формою поперечного перерізу.

Усі річки мають власні, чітко виражені межі басейну. **Річковий басейн**, або **сточище**, – є частиною земної поверхні, включаючи ґрунтову товщу, з якої відбувається стік води в окрему річку чи річкову систему. Басейн кожної річки (озера) включає в себе, як мінімум, **поверхневий і підземний водозбори**.

Поверхневий водозбір - це ділянка земної поверхні, з якої вода надходить в дану річкову систему чи окрему річку. Підземний водозбір - товщі ґрунтів, з яких вода надходить у річкову сітку. У загальному випадку поверхневий і підземний водозбори не збігаються. Проте внаслідок великих складностей у визначенні межі підземного водозбору зазвичай при розрахунках та аналізі явищ стоку величиною та контуром басейну річки вважають тільки поверхневий водозбір і тому не роблять суттєвої різниці між термінами “річковий басейн” та “річковий водозбір”. Помилки, які виникають у результаті умовного узагальнення розмірів басейну і поверхневого водозбору, можуть бути значними тільки для малих річок, а також для більших річок, що протікають у специфічних геологічних умовах, які забезпечують добрий водообмін між сусідніми басейнами (наприклад, карст). Межа, що відділяє басейн річки від іншого, називається **вододілом**. Вододіл зазвичай проводять через вершини височин, розташованих на стиках двох суміжних басейнів.

На розвиток і процес існування річкового басейну впливає багато чинників. Це, насамперед, кліматичні умови - кількість, інтенсивність та розподіл атмосферних опадів протягом року, потужність снігового покриву й запаси води в ньому, випаровування, температура та вологість повітряних мас, напрямок

вітру та ін. Вони відіграють важливу роль у водопостачанні річок та формуванні їхнього стоку.

Геологічні умови та грунтовий покрив досліджуваної території визначають характер дна річкового русла та розмір підземного живлення річок, появу заболочених чи посушливих територій, втрати опадів на фільтрацію. Рельєф басейну, рослинність (особливо ліси) суттєво впливають на водність річок і характер режиму.

Проте найбільш вагомим і, в більшості випадків, негативним чинником впливу на навколишнє середовище, а отже й на досліджувані нами річкові басейни є господарська діяльність людини (антропогенний фактор).

Для більш детального вивчення та характеристики природних умов розміщення басейну використовують географічний опис положення басейну. Загальноприйнята така послідовність оцінки географічного положення басейну річки:

- а) визначення географічних координат крайніх точок, які вкажуть на широтне та довготне розташування басейну;
- б) положення відносно басейнів інших річок, гірських хребтів;
- в) віддаленість від морів, пустель та інших географічних об'єктів;
- г) визначення максимальних та мінімальних абсолютних висот досліджуваного річкового басейну;
- г) опис та характеристика природних зон, на території яких розміщується басейн;
- д) урбанізованість у межах басейну;
- е) ступінь господарського перетворення.

Значна протяжність басейну в широтному напрямку та різниці висот визначають неоднорідність кліматичних і гідрологічних його умов.

Важливо також зазначити, в якій гідрологічній зоні знаходиться басейн, і навести невеличкий опис характерних особливостей цієї зони.

Вода, що попадає на поверхню Землі у вигляді опадів, збирається в пониженнях рельєфу разом із підземними водотоками, які виходять на поверхню, та стікають під дією сили тяжіння, утворюючи поверхневі водотоки. Спочатку це тільки окремі струмочки, потім - потоки, які, поступово з'єднуючись, формують річки. Вони об'єднуються з іншими водними потоками, тим самим

поступово збільшуючись. Згодом впадають в озеро чи море вже головною річкою.

Проте трактування головної ріки може бути і в межах приток будь-якого порядку, якщо розглядаються індивідуальні гідрологічні чи гідроекологічні задачі, в межах окремих чи навіть часткових басейнів (бас.Черемошу-гирло, бас.Прут–Чернівці тощо). Річки, які впадають у головну річку, називають її притоками (допливами).

Існує декілька схем визначення порядкового номера допливів головної річки. Більшість із них базується на використанні так званого спадного методу визначення порядкового номера приток: притоки, які безпосередньо впадають в головну річку, називаються притоками першого порядку, їх притоки - другого порядку і т.д.

На наш погляд, найвдалішою (для басейнів річок Українських Карпат, оскільки їх розміри незначні, а річкова мережа досить густа) є схема виділення приток, яка розроблена американським гідрологом Хортоном, так звана висхідна схема: притоки першого порядку - це водотоки річкового басейну, що зовсім не мають приток. При злитті приток першого порядку утворюється притока другого порядку і т.д.

**Мета і завдання роботи** – дати загальні уявлення про те, що таке річка, річковий басейн, як проводиться опис географічного положення річкового басейну; навчити студентів самостійно окреслювати межі басейну річки, описувати в зошиті географічне положення цього басейну та визначати порядок усіх приток та головної річки за методом Хортона.

### **Зміст роботи**

1. Вибрати довільну річку на карті, так щоб її водозбірний басейн повністю знаходився в межах аркуша карти і вона мала декілька великих приток з окремими назвами.

2. Виділити на карті межі поверхневого водозбору річки.

3. Зробити характеристику географічного положення річкового басейну.

4. Визначити на карті порядковий номер допливів і головної річки за висхідною системою.

**Матеріально-технічне забезпечення** - топографічна карта, олівець, ручка.

**Форма звітності** – усний захист роботи.

## **Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. - М.: Изд-во МГУ, 1963. – 423 с.
2. Гаврилов М.Д. Некоторые особенности развития горных речных долин: Геогр.сборник-1 - Геоморфология и палеогеография. –М.:Изд-во. АН СССР. 1952.-45 с.
3. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник.- К.: ІСДО, 1994. – 296 с.
4. Загальна гідрологія. Ющенко Ю.С. та ін.- Чернівці: Зелена Буковина, 2005-368 с.
5. Збірник методичних вказівок до контрольних робіт із дисципліни „Загальна гідрологія” для студентів-екологів III курсу заочної форми навчання за спеціальністю „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Кресс Л.Є. – Одеса: ОГМІ, 2001 – 23 с.
6. Коротун І.М. Практикум з прикладної геоморфології: Навчальний посібник для студентів спеціальності „Землевпорядкування” вищих навчальних закладів України. - Рівне: Державне редакційно-видавниче підприємство, 1996. – 140 с.
7. Львович М.И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986. – 256 с.
8. Методичні вказівки до практичних занять та програма курсу „Топографія з основами картографії” для студентів спеціальності – 7.070801 „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Упорядники Малютіна А.О., Заремська О.М., Явкін В.Г. - Харків: НТУ „ХПІ”, 2002. – 34 с.
9. Наставление по рекогносцировочным гидрографическим исследованиям рек. - Л.: Гидрометеиздат, 1949.-168 с.
10. Орлов В.Г., Сикан А.В. Основы инженерной гидрологии: Учебное пособие. Направление «Экология и природопользование». Специальность «Геоэкология». – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. – 187 с.
11. Чалов Р.С., Чернов А.В. Эрозионно-аккумулятивные процессы в системе «водосбор - русло» на карте русловых процессов ЕТС / Эрозиоведение: теория, эксперимент, практика. Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. – М: Изд-во Моск. ун-та, 1991.- с.159-160.
12. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь - Л.:Гидрометеиздат, 1978. – 307 с.
13. Чеботарев А.И. Общая гидрология. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 544 с.
14. Шуляренко І.П. Екологічні аспекти русло формування малих річок (аналіз проблеми) // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія: Наук. збірник.-К.: Ніка-Центр, 2001.-Т.2.-С.157-162.

## **Контрольні запитання та завдання**

1. Що вивчають гідрографія та гідроморфологія?



2. Як поділяють річки за характером рельєфу та гідрологічним режимом?

3. Дайте визначення таких понять:

- річка;
- річковий басейн;
- первинний схил;
- видолинок;
- лощина;
- яр;
- русло.

4. На які водозбори поділяється річковий басейн? Чим вони відрізняються?

5. Перерахуйте основні чинники, що впливають на річковий басейн.

6. Як визначається кількісний порядок приток за системою Хортонна?

#### Практична робота № 2

### ВИЗНАЧЕННЯ МОРФОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАСЕЙНУ

**Кількість годин на виконання – 16**

#### **Вихідні положення**

У практиці гідрологічних та гідроекологічних досліджень, окрім визначення розмірів та форми досліджуваного водозбору, дуже важлива оцінка групи відповідних **морфометричних показників**.

Вивченням саме цих показників займається **морфометрія**. Морфометрія - це частина геоморфології, яка вивчає кількісні характеристики і співвідношення елементів, форм та типів рельєфу, спираючись на різні числові показники (середні, максимальні, мінімальні тощо) [4]. Частково їх можна визначити безпосередньо процедурою картометричних робіт, проте при обчисленні більшості показників доречно використовувати певні відомі взаємозалежності.

Обов'язково починають із **довжини річки**. Для її визначення необхідно насамперед встановити на карті ознаки витоку та гирла.

**Витік річки** - початок річки; на карті зазвичай відповідає місцю з якого з'являється постійне русло потоку. Річка, яка витікає з озера чи болота (характерно для рівнинних районів), має добре виражене місце витоку. Якщо ж річка утворилася злиттям двох річок без назви, то її виток треба вважати складову більшої довжини, а

при їх однаковій протяжності - місце витоку її лівої річки. Якщо ж вона утворилася від злиття двох річок із самостійними назвами, то місце злиття є початком цієї річки. Проте її витоком треба вважати місце витоку довшої з двох річок, що злилися. У цьому випадку можна виділяти гідрографічну довжину річки - довжину від найбільш віддаленого витоку та довжину річки даної назви. В практиці гідрографії існують винятки. Основну назву річки зберігають за меншою із двох, що зливаються. Це спричинено певними історико-географічними подіями (Місісіпі - Міссурі, Кама – Волга, Стрий – Дністер тощо).

Очевидно, що умови стоку води в річці і, звичайно, час переміщення води від витоку до гирла чи будь-якого іншого пункту, залежать від гідрографічної довжини річки. Тому фахівцями береться до уваги остання.

**Гирло річки** - місце впадіння річки в море, озеро чи іншу річку. Іноді це місце, де вода річки повністю розтікається по поверхні суші, при цьому витрачаючись на випаровування та просочування у ґрунт, або повністю розбирається на водопостачання чи зрошування. Тоді гирло називають сліпим кінцем.

При умові, що річка впадає в іншу річку, озеро чи море двома рукавами, її гирлом вважається гирло більшого рукава. Дещо ускладнює визначення гирла наявність **дельти**. Це особлива форма гирла річки, яка зазвичай виникає на мілководних ділянках моря чи озера. Величезна кількість наносів створила безліч рукавів і проток, які в основному мають віялоподібне розміщення. В таких випадках гирлом вважають вихід у море основного, найбільш повноводного рукава. Якщо ж річка закінчується зрошувальним віялом, то гирлом є місце розгалуження річки на зрошувальні канали.

Визначення довжини річки по карті краще проводити вимірювальним циркулем із наглухо закріпленими ніжками або курвіметром. При вимірюванні циркулем ми визначаємо не довжини дуг, а хорди, тобто отримуємо зменшену довжину річки. Тому необхідно вводити похибку - коефіцієнт  $K > 1$ . Для її отримання, за методом Ю.М. Шокальського, вимірюють одну й ту ж ділянку річки різними розхилами циркуля - 5, 4, 3, 2, 1 мм. Виміряна довжина річки зі зменшенням розкриття циркуля буде збільшуватися. Побудувавши графік виміряних довжин річки при різному розкритті циркуля, методом екстраполяції для розкриття 0 отримують справжню довжину річки (див. [1]).

Тільки незначна кількість річок має однорукавне русло (один головний фарватер). У своїй більшості — це багаторукавні чи меандруючі русла з дуже різноманітними коефіцієнтами звивистості та розгалуженості річкового русла на коротких ділянках (особливо це стосується гірських та передгірських річок чи їх окремих частин). Тому для визначення довжини річки по карті простіше скористатися курвіметром, колищатко проводиться двічі - від витoku до гирла і від гирла до витoku. При вимірюванні визначаємо відлік за шкалою з моменту руху курвіметра по досліджуваній ділянці. Проте різниця між отриманими результатами не повинна перевищувати 0,5 - 0,7 поділок. На основі отриманих результатів знаходимо похибку курвіметра.

Довжина річки - величина нестала. Внаслідок постійних деформацій, які відбуваються в руслі (зокрема розмивання берегів, утворення нових проток, островів, рукавів) довжина річки може дещо змінюватися.

Для визначення довжини річки на місцевості проводять перерахунок результатів вимірювання по карті відносно масштабу.

**Площа басейну річки (площа водозбору)** — одна з найважливіших характеристик басейну, яка є досить суттєвою при визначенні величини стоку, її можна виміряти по карті. В межах кожного водозбору виділяють площі водозборів головної річки, основних приток і міжбасейнові простори - це ділянки схилів, стік з яких відбувається безпосередньо в головну річку. Розміри площ басейнів можна визначити в залежності від необхідної точності вимірювання, наявності засобів та умов роботи, такими методами: 1 - планіметрування, 2 - палеточний, 3 - графічний.

1- Для точного визначення площі басейну зі складним за формою вододілом. При цьому використовується інструмент – планіметр, який за допомогою черв'ячної передачі зберігає нарощування одиниць площі, рухаючись за звивистою лінією вододілу.

2 - Палетка - це прозора пластина з мережею квадратиків (комірок). Спочатку накладають палетку на контур басейну й рахують кількість цілих квадратів, надалі неповних, із наближеним врахуванням у десятих часток. Наприклад, якщо  $S_{КВ} = 0,25\text{см}^2$ , то при  $M 1 : 500000$  (в 1см 5км)  $1\text{см}^2$  карти буде дорівнювати  $25\text{км}^2$  і кожен квадратик палетки в даному масштабі карти -  $6,25\text{км}^2$ .

3 - Вимірювання площі басейну річки як суми площ декількох

геометричних фігур (графічний спосіб). Будь-яку складну площу басейну можна розбити на прямокутники, квадрати, трикутники, трапеції і т.д. Виконавши вимірювання площ цих фігур, визначають ціну поділки площинного масштабу за мірилом карти. Цей наближений спосіб досить зручний у попередніх до експедиційних дослідженнях.

Імовірні помилки оцінки якості визначення площ коливаються в межах 2-3%, природно зменшуючись при збільшенні масштабу карти.

**Довжина водозбору ( $L_v$ )** вимірюється на карті як відстань по прямій від гирла річки (або від замикаючого створу) до найбільш віддаленої точки сточища (рис.1). У випадку витягнутості басейну пряма АВ замінюється ламаною ВСЕ, кожен відрізок якої повторює головні звивини русла.

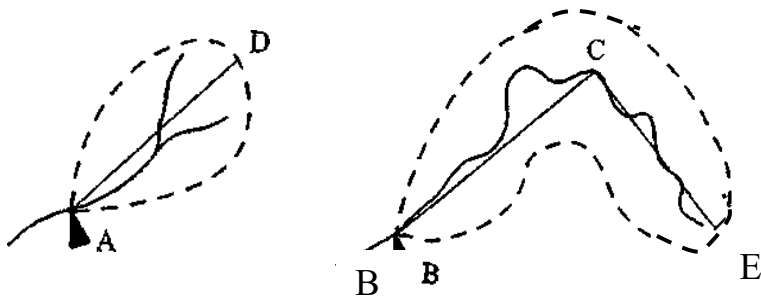


Рис. 1. Визначення довжини водозбору  $L_v$  при звичайній (А) і вигнутій формі водозбору (В)

**Середня ширина водозбору ( $B_{cp}$ )** - відношення площі водозбору  $F$  до його довжини  $L_v$  :

$$B_{cp} = F / L_v. \quad (1)$$

Річка в плані завжди має звивисту форму, яка в основному визначається її водним режимом, ґрунтами та геологією її долини. Дуже часто річки розділяються на рукави, утворюючи при цьому мережу островів і проток. При визначенні звивистості річки краще розбивати її на окремі характерні ділянки, проте інколи його визначають для річки в цілому.

**Коефіцієнт звивистості** - відношення довжини ділянки річки  $L_p$ , виміряної по карті, до довжини  $l$  по прямій від початку до кінця вибраної ділянки:

$$K_{36} = L_p / L. \quad (2)$$

Для визначення розгалуженості річки використовують коефіцієнт розгалуженості  $K_p$ . Якщо на вибраній ділянці річка розгалужується на три рукави: головний  $L$  і два додаткові  $l_1$  і  $l_2$ , то:

$$K_p = L + l_1 + l_2 / L. \quad (3)$$

Тобто **коефіцієнт розгалуженості річки** — це відношення суми довжин усіх рукавів річки до довжини головного рукава.

Для визначення **висоти витoku та гирла** річки використовується величина горизонталей, які нанесені на топографічну карту. Абсолютна висота точки, що лежить на горизонталі, дорівнює висоті цієї горизонталі. Визначення висоти точок, які знаходяться між горизонталями, здійснюють методом інтерполяції висот сусідніх горизонталей. Висотні відмітки на водозборі зменшуються в напрямку від периферійних частин до русла головної річки і від витoku до гирла.

Для визначення абсолютної висоти витoku (гирла) річки скористаємось формулою

$$H_e = H_{n.z.} + \Delta h, \quad (4)$$

де  $H_{n.z.}$  - висота найближчої нижньої горизонталі;

$\Delta h$  - перевищення точки витoku над нижньою горизонталлю, яке знаходимо за формулою  $\Delta h = h \cdot d_1 / d$ , де  $h$  - висота перерізу рельєфу;  $d_1$  - відстань від витoku (гирла) річки до нижньої горизонталі;  $d$  - закладення схилу на карті між двома сусідніми горизонталями, між якими лежить місце витoku (гирла) річки.

**Середня висота водозбору** (відносно рівня моря) є однією з найважливіших морфометричних характеристик, особливо в гірських районах, оскільки вона характеризує основні складові водного балансу, а також інші характеристики водного режиму. За наявності карти з горизонталями вона може бути отримана за формулою:

$$H_{cp} = (h_1 f_1 + h_2 f_2 + \dots + h_n f_n) / F, \quad (5)$$

де  $h_1, h_2, \dots, h_n$  - середні висоти між горизонталями басейну, м;

$f_1, f_2, \dots, f_n$  - частки площі обмежені горизонталями,  $m^2$ ;  $F$  - площа всього водозбору,  $m^2$ .

Для розрахунку середньої висоти водозбору складають таблицю, куди заносять горизонталі з найвищої точки басейну до замикаючого створу. Площі між горизонталями визначають палеткою.

Таблиця 1

## Розрахунок середньої висоти водозбору

№ п/п	Відмітки горизонталей, м	Площа водозбору, $f$ , м <sup>2</sup>	Середні висоти між горизонталями	Добуток часток площ та середніх висот між горизонталями
1	2	3	4	5
2			$(h_2+h_3)/2$	$f_1 (h_2+h_3)/2$
...	...	...		
N			$(h_n+h_{n+1})/2$	$f_n (h_n+h_{n+1})/2$
		$F = \sum f_i$		$\sum f_i h_i$

Тоді:

$$H_{cp} = \sum f_i h_i / F. \quad (6)$$

Річки мають різний напрямок відносно схилів місцевості. Ті, що течуть у напрямку схилів, характеризуються найбільшими похилами. Річки, які течуть уздовж схилів біля підніжжя гір, називають окраїнними. Для них характерні порівняно малі похили.

Різниця висот між витоком  $h_2$  та гирлом річки  $h_1$  називається **падінням річки**:

$$\Delta h = h_2 - h_1. \quad (7)$$

Падіння річки на окремих її ділянках  $\Delta L$  різне, проте закономірно зменшується від витoku до гирла.

**Похил річки** - відношення падіння річки до її довжини:

$$i_p = (h_2 - h_1) / L = \Delta h / L. \quad (8)$$

Зазвичай похил річки — величина невелика, виражають її в безрозмірних величинах (промиле ‰ чи відсотках %).

На природних річкових сточищах похил суттєво змінюється по площі, тому його величину можна визначити для окремих відносно однорідних ділянок і потім, враховуючи дольову частку кожної ділянки, усереднити для водозбору в цілому. Середній похил водозбору  $i_e$  визначають за формулою:

$$i_e = [0,5(l_0 + l_n) + l_1 + l_2 + l_n] \Delta h / F \quad (9)$$

де  $l_0, l_1, l_2, \dots, l_n$  - довжини горизонталей у межах водозбору, км;

$\Delta h$  - переріз горизонталей, км;

$F$  - площа водозбору км<sup>2</sup>

Аналізуючи формулу (9), зауважимо, що основною складовою

величини  $i_e$  є похили річкових схилів, оскільки вони становлять основну дольову частку сточища, а вплив похилу річкового русла менш значний.

Середній похил водозбору визначальний щодо швидкості стікання дощових і талих вод по схилах сточища. Він впливає на максимальні витрати води, тривалість паводків і повеней, схилу ерозію та стік наносів.

**Коефіцієнт густоти річкової мережі  $D$**  - відношення суми довжин усіх річок басейну (чи іншої території), включаючи і пересихаючі тимчасові водостоки до площі басейну:

$$D = \sum L / F. \quad (10)$$

Це важливий гідрологічний показник, що характеризує величину розвитку поверхневого стоку в басейні. Головними факторами, що визначають густоту річкової мережі є зволоженість території, співвідношення між опадами і випаровуванням, які в свою чергу залежать від основних елементів рельєфу та відкритості басейну по відношенню до переважаючого переносу вологи. Густота річкової мережі прямо пропорційна кількості опадів та обернено пропорційна величині випаровування.

Основною закономірністю зміни величини густоти річкової мережі є вертикальна зональність, тобто збільшення її густоти з підвищенням висоти місцевості. Проте коефіцієнт густоти річкової мережі залежить також і від орієнтації гірських схилів по відношенню до переважаючого переносу вологи, від розчленованості рельєфу, геологічного складу порід і водопроникної здатності ґрунту.

Коефіцієнт густоти річкової мережі дає уявлення про розчленування берегів, протяжність водотоків, характеризує умови стікання поверхневих вод.

Із коефіцієнтом густоти річкової мережі тісно пов'язане поняття про **довжину схилового стікання води**. А саме:

$$L_{\text{схл.}} = F / 2 \sum I = l / 2D. \quad (11)$$

Із подовженням шляху поверхневого стікання зростають витрати схилового стоку та його ерозійна здатність. Тому величина  $L_{\text{схл}}$  цікава під час вивчення процесів ерозії та яроутворення. Отримане в цьому випадку співвідношення називають густотою яро-балкової мережі.

**Коефіцієнт заліснення водозбору** (коефіцієнт лісистості) - відношення площі території зайнятої лісами, розташованої в

басейні, до загальної площі басейну.

$$f_{л} = F_{л} / F \cdot 100\%. \quad (12)$$

**Коефіцієнт заболоченості** - відношення площі боліт у басейні до площі річкового сточища.

$$f_{б} = F_{б} / F \cdot 100\%. \quad (13)$$

**Коефіцієнт озерності** - відношення площі озер, у межах водозбору, до його загальної площі.

$$f_{оз} = F_{оз} / F \cdot 100\%. \quad (14)$$

Ці показники досить часто використовуються, оскільки ліси, озера і болота можуть досить сильно впливати на режим річки. Вказані коефіцієнти характеризують процентну частку площі лісів, боліт чи озер від загальної площі водозбору.

**Коефіцієнт асиметрії водозбору** - безрозмірна величина, яка обчислюється за даними картометричних робіт. Головна річка зазвичай ділить водозбір на дві нерівні асиметричні частини, тому віссю симетрії вважається лінія головного тальвегу. Для визначення коефіцієнта асиметрії річкового сточища скористаємось рівнянням:

$$a = |F_{np} - F_{л}| / 0,5F. \quad (15)$$

Проте простіше коефіцієнт асиметрії басейну річки визначають відношенням лівої частини площі басейну до правої:

$$a = F_{л} / F_{np} \quad (16)$$

При  $a \approx 1$  – басейн умовно симетричний,

$a < 1$  – правостороння асиметрія,

$a > 1$  – лівостороння асиметрія.

Деякі задачі річкової гідрології використовують орієнтацію (напрямок) річкового басейну, зокрема по відношенню до напрямку переносу вологих повітряних мас (наприклад, специфіка злив у Карпатах на південно-західному чи північно-східному схилах), або ж відкритість басейну до напрямку прямої сонячної радіації (в задачах випаровування).

Складну орографію реального водозбору спрощують, формалізуючи останній у вигляді розгорнутої книги нібито піднятої у бік читача (т.зв. водозбір А.Вудінга).

**Азимут** – це двогранний кут у градусах, який відлічується за рухом годинникової стрілки від північного напрямку площини меридіана в точці витоку до вектора напрямку потоку.

Усі виміряні та обчислені характеристики записуються у відповідну таблицю.



Таблиця 2

## Основні морфометричні показники річкового сточища

Назва головної річки <u>Михидра</u> $L_{гол.р.}$ (на місцевості): <u>28 км</u> $F_{бас.}$ : <u>160 км<sup>2</sup></u>	Назви головних приток : <u>Косованка,</u> <u>Славець, Солонець, Маходерка</u> Куди впадає <u>в р.Сірет</u>
Довжина водозбору $L_v$ , км	26,5
Середня ширина водозбору $B_{cp}$ , км	6
Коефіцієнт звивистості $K_{зв}$	1,07
Коефіцієнт розгалуженості $K_p$	1
Висота витоку $h_v$ , м	490
Висота гирла $h_z$ , м	390
Падіння $\Delta h$ , м	100
Похил $i_p$ , ‰	3,6
Середня висота $H_{cp}$ , м	435
Коефіцієнт густоти річкової мережі $D$ , 1/км	0,4
Довжина схилового стікання води $L_{схл}$ , км	1,2
Коефіцієнт заліснення $f_l$ , %	37,2
Коефіцієнт заболочення $f_b$ , %	-
Коефіцієнт озерності $f_{оз}$ , %	2,2
Коефіцієнт асиметрії $a$	0,74
Азимут (орієнтація) $A$ , °	94

**Мета і завдання роботи** – навчити студентів за допомогою картографічних робіт і математичних залежностей визначати основні морфометричні характеристики річкового басейну й проводити аналіз природних і антропогенних факторів, що впливають на розвиток та функціонування басейну за обчисленими показниками в даних умовах.

**Зміст роботи**

1. Виміряти довжину річки, трьома способами: за допомогою вимірювального циркуля, нитки і курвіметра.
2. Визначити площу басейну за допомогою палетки.
3. Виміряти довжину водозбору.
4. Обчислити середню ширину водозбору.
5. Вирахувати коефіцієнти звивистості та розгалуженості річки.
6. Визначити висоту гирла і витоку та розрахувати середню висоту річкового басейну.
7. Обчислити падіння річки та середній похил річкового сточища.
8. Визначити коефіцієнт густоти річкової мережі та довжину

силового стікання.

9. Встановити коефіцієнти заліснення, заболоченості та озерності басейну.

10. Знайти коефіцієнт асиметрії водозбору.

11. Виміряти азимут.

**Матеріально-технічне забезпечення** - топографічна карта, олівець, ручка, калькулятор, вимірювальний циркуль, палетка, транспортир.

**Форма звітності** – усний захист роботи.

**Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Аполлов Б.А. Учение о реках - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 423 с.

2. Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрографические исследования. //Водные ресурсы. – 1973.- № 3, -С.109-124

3. Гендельман М.М. Гидролого-морфологическая теория руслового процесса: от постулатов к методам расчета деформаций речных русел / Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 6. Проблемы русловых процессов, эрозии и наносов. - СПб.: Гидрометеиздат, 2004. - С. 26-28.

4. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. – 296 с.

5. Збірник методичних вказівок до контрольних робіт з дисципліни „Загальна гідрологія” для студентів-екологів III курсу заочної форми навчання за спеціальністю „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Кресс Л.Є. – Одеса: ОГМІ, 2001. – 23 с.

6. Коротун І.М. Практикум з прикладної геоморфології: Навчальний посібник для студентів спеціальності „Землепорядкування” вищих навчальних закладів України. – Рівне: Державне редакційно-видавниче підприємство, 1996. – 140 с.

7. Львович М.И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986. – 256 с.

8. Методичні вказівки до практичних занять та програма курсу „Топографія з основами картографії” для студентів спеціальності – 7.070801 „Екологія та охорона навколишнього середовища” // Упорядники Малютіна А.О., Заремська О.М., Явкін В.Г. Харків: НТУ „ХПІ”. 2002. – 34с.

9. Орлов В.Г., Сикан А.В. Основы инженерной гидрологии . Учебное пособие. Направление «Экология и природопользование». Специальность «Геоэкология». – СПб.: изд-во РГГМУ. – 2003. – 187с.

10. Соколов Б.Л., Саркисян В.О. Подземное питание горных рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1981

11. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 307с.

12. Чеботарев А.И. Общая гидрология Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 544с.

### **Контрольні запитання та завдання**

1. Дайте визначення терміна “морфометрія”. Перелічіть основні морфометричні характеристики басейну річки.

2. Дайте визначення таких понять:

- витік річки,

- гирло річки,

- дельта, сліпий кінець, зрошувальне віяло.

3. Наведіть приклади дельт річок України.

4. Якими методами визначають довжину річки на карті. В яких випадках вводять поняття гідрографічна довжина річки і чим вона відрізняється від реальної довжини?

5. За якими методиками визначають площу басейну річки? Які складові входять до басейну річки?

6. Дайте визначення таких понять:

7. довжина водозбору,

8. середня ширина водозбору,

9. коефіцієнт звивистості,

10. коефіцієнт розгалуженості.

11. Як визначається висота будь-якої точки в басейні?

12. Як розрахувати середню висоту водозбору?

13. Що таке падіння річки?

14. Що таке похил річки?

15. Як визначається густота річкової мережі та довжина силового стікання?

16. Як обчислюються коефіцієнти заліснення, заболочення, озерності?

17. За якими методиками визначають асиметрію водозбору?

18. Як вимірюється азимут?

### **Практична робота № 3**

#### **ПОБУДОВА ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ РІЧКИ**

**Кількість годин на виконання - 6**

#### **Вихідні положення**

Поздовжній профіль річки характеризує похили дна та водної поверхні водотоку. Як правило, його оцінюють за допомогою фарватеру. **Фарватер** – це умовна лінія, що сполучає найнижчі точки річища вздовж за течією. Формуючими чинниками профілю

е: опір порід русла процесам розмивання, похил річкової долини та водність річки.

Інакше кажучи, це зменшення абсолютної чи відносної висоти дна річки з наближенням до гирла.

Найважливіші характеристики поздовжнього профілю – похил дна і похил водної поверхні, що вираховуються за виразом (8).

Задачі річкової гідравліки потребують абсолютних значень похилу (наприклад – 0,0021), проте в гідроекології частіше використовують перетворені значення в проміле(‰), тобто співвідношення (8) збільшують у 1000 разів.

Профілі креслять за абсолютними (висота – м, довжина – км) чи відносними відмітками. Використання однакових одиниць дозволяє зробити порівняльну загальну оцінку поздовжніх профілів, різних за довжиною та похилом річок. У гирловій частині річок похил збільшується (річка розбивається на кілька рукавів, тому що питома енергія потоку зменшується).

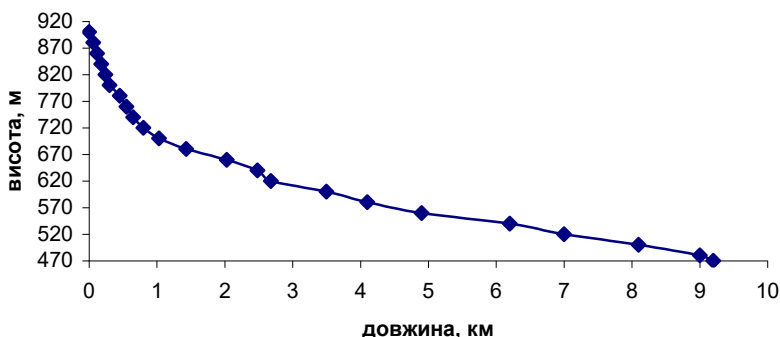


Рис. 2 Поздовжній профіль р.Стебник (басейн р.Сірет)

У малюнок поздовжнього профілю, при необхідності та інформаційній можливості вводять висоти правого та лівого берегів річки, острови, місце розташування водомірних постів, населених пунктів, рівні високих і низьких вод, ґрунт дна, поздовжній профіль рельєфу дна ріки. Не забудьте, що профіль дна має досить складну форму і тільки в загальних рисах відповідає похилу водної поверхні річки.

Умови геології та рельєфу дна місцевості є основними чинниками еволюції профілю. Вони ідентифікуються головними та місцевими базисами річкової ерозії. **Головним базисом ерозії є**

рівень моря чи озера, чи річки, куди впадає водотік. **Місцевий базис ерозії** - це будь-яка ділянка річки з порівняно стійким руслом (пороги, водоспади). Після порогів та водоспадів, наприклад, висота хвилі паводку зменшується; за довжиною русла змінюються ерозійно-аккумулятивні процеси.

Зазвичай повздовжні профілі будують за лінією найбільших глибин. При використанні відміток поверхонь води за числову основу беруть меженні рівні або умовно миттєве положення вільної поверхні водного потоку.

Узагальнення топографічних і гідрометричних даних за багатьма річками дозволило виділити такі головні типи поздовжніх профілів річок:

1. Увігнутий - зі зменшенням похилу дна від витoku до гирла. Цей профіль зустрічається найчастіше і має назву профілю рівноваги.

2. Прямолінійний - спостерігається здебільшого в малих річках.

3. Опуклий - зі збільшенням похилу дна від витоків до гирла річки. Такий тип профілю зустрічається порівняно рідко.

На формування повздовжнього профілю річки впливають топографія водозбору (амплітуда висот), літологічний склад порід у руслі та на водозборі, гідрологічний режим стоку вод і наносів, положення русла в плані та інші фактори. У міру заглиблення русла (врізання) ширина дна долини має тенденцію до зменшення.

**Мета і завдання роботи** – користуючись картографічними даними провести необхідні вимірювання та побудувати поздовжній профіль обраної річки та схарактеризувати тип побудованого профілю за поданою класифікацією.

### **Зміст роботи**

1. Розбити головну річку по довжині на кілька ділянок, крайні точки яких обмежуватимуться перетином горизонталей і русла річки, починаючи від витoku до гирла. Якщо річка знаходиться в гірській місцевості й горизонталі розміщуються дуже густо то можна обрати тільки перетини головних (100-х) горизонталей.

2. Виміряти довжини кожної ділянки й записати в зошит. (Сума довжин ділянок повинна збігатися з довжиною головної річки).

3. Побудувати систему координат, де по горизонталі відкласти довжину головної річки й довжини всіх ділянок в її межах, а по вертикалі - висоти горизонталей, починаючи від висоти

гирла до висоти витоку.

4. Побудувати графік відповідності довжини ділянки річки до висот горизонталей що її обмежують.

5. Визначити та схарактеризувати тип отриманого профілю річки за поданою класифікацією.

**Матеріально-технічне забезпечення** - топографічна карта, олівець, ручка, лінійка, циркуль, міліметровий папір, курвіметр.

**Форма звітності** – усний захист роботи.

**Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 423 с.

2. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. – 296 с.

3. Збірник методичних вказівок до контрольних робіт з дисципліни „Загальна гідрологія” для студентів-екологів III курсу заочної форми навчання за спеціальністю „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Кресс Л.Є. – Одеса: ОГМІ, 2001. – 23 с.

4. Коротун І.М. Практикум з прикладної геоморфології: Навчальний посібник для студентів спеціальності „Землепорядкування” вищих навчальних закладів України. – Рівне: Державне редакційно-видавниче підприємство, 1996. – 140 с.

5. Львович М.И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986. – 256 с.

6. Маккавеев Н.И. Влияние стока на продольный профиль реки. // Вопросы географии. Сборник статей для XVIII Международного географического конгресса. - М.-Л., 1956. С. 199-205.

7. Маккавеев Н.И. Профиль равновесия. // КГЭ. М: Сов. энцикл. 1962. Т. 3. - С. 309.

8. Методичні вказівки до практичних занять та програма курсу „Топографія з основами картографії” для студентів спеціальності – 7.070801 „Екологія та охорона навколишнього середовища” // Упоряд. Малютіна А.О., Заремська О.М., Явкін В.Г. - Харків: НТУ „ХПІ”, 2002. – 34 с.

9. Соколов Б.Л., Саркисян В.О. Подземное питание горных рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1981.- 56с.

10. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. - Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 307 с.

11. Чеботарев А.И. Общая гидрология. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 544 с.

**Контрольні запитання та завдання**

1. Дайте визначення поняттю поздовжній “профіль річки”. Чим він характеризується?

2. Назвіть чинники та найважливіші характеристики поздовжнього профілю річки.

3. Які характеристики додатково наносять на поздовжній профіль річки?

4. Назвіть основні чинники еволюції профілю річки. Як вони ідентифікуються?

5. Назвіть та схарактеризуйте основні найпоширеніші типи поздовжніх профілів річок.

#### Практична робота № 4

### ПОБУДОВА ГРАФІКУ НАРОСТАННЯ ПЛОЩІ СТОЧИЩА ЗА ДОВЖИНОЮ РІЧКИ

**Кількість годин на виконання - 6**

#### **Вихідні положення**

За всіх обставин картометричний і морфометричний аналізи долинного рельєфу розпочинаються з графічних побудов схеми річкової мережі в досліджуваному басейні та графіка наростання водозбірних площ по довжині головного водотоку. Цей графік (гідрографічна крива [2]) дає уявлення про характер збільшення площі сточища від витoku до гирла. Для його побудови необхідно мати площі водозборів основних допливів річки, площі міжбасейнових просторів та відстані по головному фарватерові від гирла до місця впадіння допливів. Вибір міряльника повинен забезпечувати наочність рисунка без втрати необхідної інформативності.

На графік, у вибраному масштабі, по горизонтальній осі відкладається довжина головної річки, а по вертикальній - площі басейнів. Для правого берега графік наростання площ будується внизу від лінії довжини річки (абсциси), для лівого берега, відповідно, - вгору від неї. Сумарний (за двома берегами) графік наростання площі сточища річки будуємо на тому ж кресленні, проте зверху.

Сумарний графік будується шляхом геометричного додавання ординат графіків наростання площ за правим і лівим берегами. Накопичення площі проводиться в точках, що відповідають місцям впадіння послідовно по лівому і правому берегах усіх допливів за напрямом від витoku до гирла головної річки. Для зручності побудови складають таблицю, з усіма попередніми необхідними даними.

Таблиця 3

## Наростання площ сточища р.Гільча

Назва допливу чи номер міжбасейнового простору	Відстань від витoku, км	Площа, км <sup>2</sup>	
		F	ΣF
Лівий берег			
Міжбасейновий простір 1		50 (f <sub>1</sub> )	50
Р.Меркуша	4,8 (D <sub>1</sub> )	25 (F <sub>1</sub> )	75
Міжбасейновий простір 2		14,6 (f <sub>2</sub> )	89,6
Р.Струговець-Великий	7,0 (D <sub>2</sub> )	43,5 (F <sub>2</sub> )	133,1
Міжбасейновий простір 3		14,3 (f <sub>3</sub> )	147,4
Правий берег			
Міжбасейновий простір 4		63,8 (f <sub>4</sub> )	63,8
Р.Капцалівка	5,0 (D <sub>3</sub> )	19,5 (F <sub>4</sub> )	83,3
Міжбасейновий простір 5		36,5 (f <sub>5</sub> )	119,8

На рис. 3 зображено графік наростання площі басейну р.Гільча (басейн р.Малий Сірет). При побудові графіка для правого берега на лінії довжини головної річки відмічено місце впадіння першого від витoku правого допливу. Наростання площі до цього місця проходило за рахунок міжбасейнового простору 4 ( $f_4$ ), до впадіння р.Капцалівка. В цій ділянці (довжиною  $D_3$ ) наростання площі збільшилося на значення площі басейну цієї притоки ( $F_4$ ) і до гирла площа наростала за рахунок міжбасейнового простору 5 ( $f_5$ ). Аналогічно і для лівого берега. Площа зростала за рахунок міжбасейнового простору 1 ( $f_1$ ) до місця впадіння першої лівої притоки Меркуші ( $D_1$ ), в цій точці площа збільшилась на величину ( $F_1$ ) і надалі плавно наростала на величину міжбасейнового



простору 2 ( $f_2$ ), аж до впадіння р.Струговець-Великий. Вона знову різко зросла на величину ( $F_2$ ) і до гирла плавно зростала за рахунок величини( $f_3$ ) (див. рис. 3).

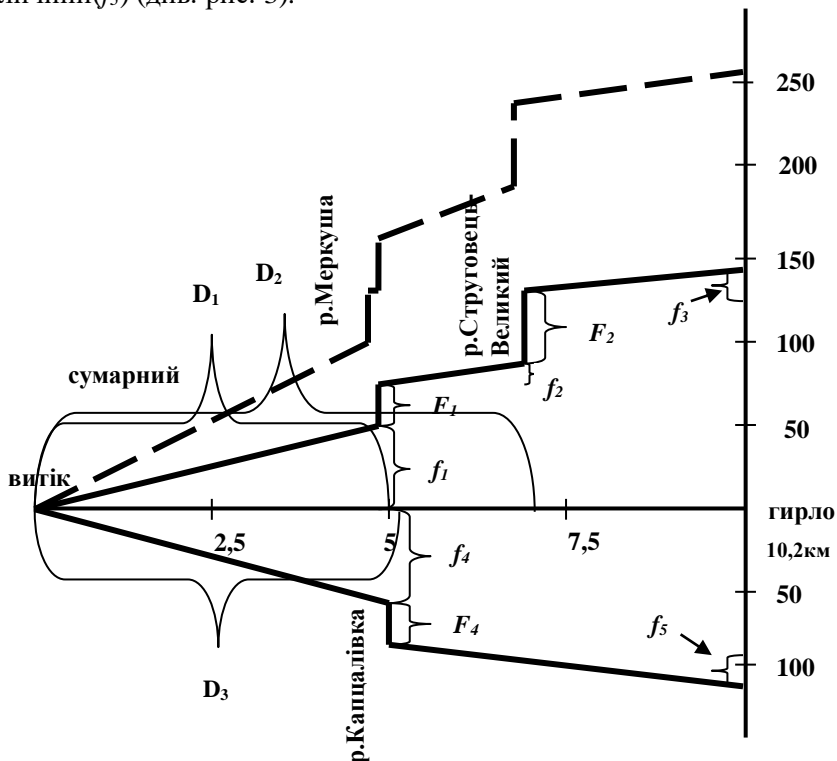


Рис. 3. Графік наростання площі р.Гільча (басейн р.Малий Сірет)

**Мета і завдання роботи** – навчитися будувати графік наростання площі сточища за довжиною річки та проводити необхідні для побудови вимірювання та розрахунки. Розглянути графік та зробити аналіз впливу кожної з приток річки на загальний стік і водність головної річки.

### Зміст роботи

1. Визначити межі басейнів найбільших приток головної річки та міжбасейнових просторів.
2. Методом палетки визначити площі даних басейнів приток та площі міжбасейнових просторів.
3. На міліметровому папері побудувати шкалу для графіка наростання площі сточища за довжиною.

4. По горизонталі відкласти довжину головної річки з помітками місць впадіння головних допливів.

5. По вертикалі відкласти шкалу з відмітками площ.

6. В нижній частині відкласти відмітки площ правих допливів, а у верхній частині відмітки - площ лівих допливів. Побудову графіків починати від витоку річки та від нульової позначки площ. Наростання площі відбувається до точки впадіння наступної притоки з додаванням площі між басейнового простору. Остання точка графіка повинна лежати на шкалі площ і відповідати гирлу річки, в нижній частині остання точка має збігатися зі значенням суми площ усіх правобережних приток і міжбасейнових просторів, а у верхній частині, відповідно, - із сумою площ усіх лівобережних допливів і міжбасейнових просторів.

7. Побудувати сумарний графік вгорі над лінією лівих приток графічним додаванням площ лівих і правих приток. Остання точка сумарного графіка повинна лежати на шкалі площ і відповідати значенню всієї площі басейну головної річки. Лінія сумарного графіку позначається пунктиром.

8. Підписати назви правих і лівих приток на графіку.

Можна також виконати перелічені процедури за допомогою програмою Excel.

**Матеріально-технічне забезпечення** - топографічна карта, олівець, ручка, лінійка, палетка, міліметровий папір, курвіметр.

**Форма звітності** – усний захист графічної роботи.

**Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 423 с.

2. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. – 296 с.

3. Львович М.И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986. – 256 с.

4. Методичні вказівки до практичних занять та програма курсу „Топографія з основами картографії” для студентів спеціальності – 7.070801 „Екологія та охорона навколишнього середовища” // Упоряд. Малютіна А.О., Заремська О.М., Явкін В.Г. - Харків: НТУ „ХПІ”, 2002. – 34 с.

5. Орлов В.Г., Сикан А.В. Основы инженерной гидрологии: Учебное пособие. Направление «Экология и природопользование». Специальность «Геоэкология». – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. – 187 с.

6. Соколов Б.Л., Саркисян В.О. Подземное питание горных рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1981.-58с.

7. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь.- Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 307 с.

8. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1980.-296 с.

### **Контрольні запитання та завдання**

1. В чому полягає методика побудови графіка наростання площі басейну за довжиною річки?

2. Перерахуйте основні показники, які використовуються для побудови графіка наростання площі сточища.

3. Як будується сумарний графік наростання площі сточища?

4. Прокоментувати специфіку відмінностей графіка площ окремих басейнів?

5. Обґрунтування масштабу шкали ординати.

## **Практична робота № 5 ПОБУДОВА ГІПСОГРАФІЧНОЇ КРИВОЇ РІЧКОВОГО СТОЧИЩА**

**Кількість годин на виконання - 6**

### **Вихідні положення**

**Гіпсографічна крива** – це лінія, що характеризує розміщення певної площі в даному басейні вище або нижче відповідної відмітки. Для її побудови весь діапазон висот у басейні розбивають на певну кратну кількість площинних фігур, обмежених ізогіпсами. Вимірюють площі, що розміщені між ними та лінією вододілу басейна. Зазвичай оптимально враховувати площі між усіма горизонталями, що є в басейні. Проте, якщо річковий басейн знаходиться на гірській території та вміщує занадто густу кількість горизонталей, то дозволяється вимірювати площі лише між основними, наприклад кратними 100. Останнє зручно формалізувати в таблиці.

Таблиця 4

Розподіл прощ за висотними зонами для р.Орелець (ліва притока р.Прут)

Відмітки висотних зон, м	Площа висотної зони, км <sup>2</sup>	Наростаюча сума площ, км <sup>2</sup>	частка кожної зони, %
350-340	0,38	0,38	1,5
320-340	7,20	7,58	28
300-320	7,23	14,81	28
280-300	4,53	19,34	17
260-280	2,47	21,81	9,5
240-260	2,03	23,84	8
220-240	1,32	25,16	5
210-220	0,85	26,01	3

За даними вимірювання площ і позначками горизонталей спочатку будують графік розподілу площ за висотними зонами, який характеризує величини площ, що лежать між висотними позначками. По горизонталі (вісь абсцис) відкладаються площі, а по вертикалі (вісь ординат) - висотні позначки. Надалі будуюмо криву наростання площ за висотними зонами, тобто гіпсографічну криву (рис. 4). Вона може бути отримана і шляхом додавання площ першого графіка. Точки гіпсографічної кривої відкладають на нижніх межах висотних зон і з'єднують плавною лінією. На графіку під масштабом площ наноситься відсоткова шкала з розрахунку, що загальна площа басейну дорівнює 100%.

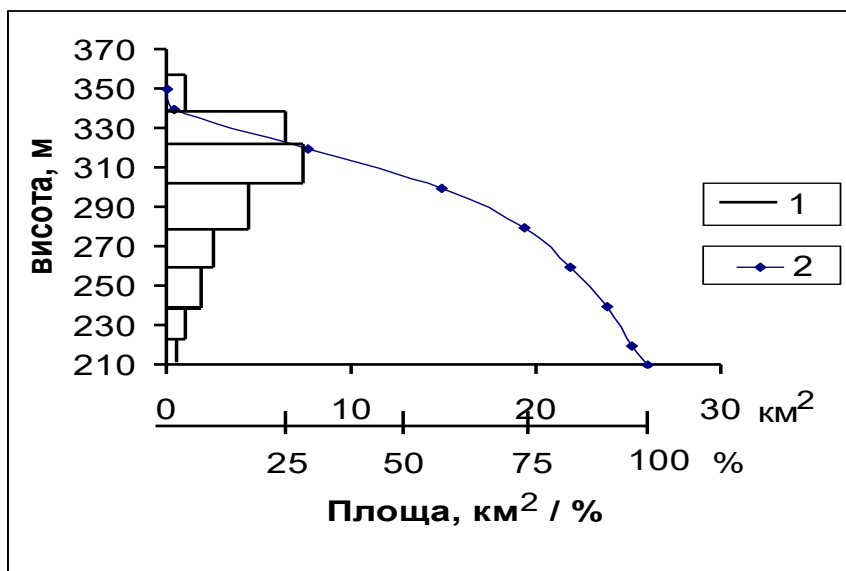


Рис. 4. Графік розподілу площі за висотними зонами (1) та гіпсографічна крива (2) р.Орелець (ліва притока Прута)

Гіпсографічна крива допомагає регіональним гідрологічним прогнозам.

**Мета і завдання роботи** – навчитися будувати графік розподілу площ за висотними зонами та гіпсографічну криву басейну. Схарактеризувати басейн річки та умови його розвитку, проаналізувавши побудовані графіки.

#### **Зміст роботи**

1. Розділити басейн на кілька частин, що обмежені

горизонталями та лінією вододілу.

2. Методом палетки обчислити площі даних висотних зон і записати виміряні дані в таблицю.

3. Побудувати графік розподілу площ за висотними зонами та гіпсографічну криву. По-горизонталі відкладемо площі, а по-вертикалі - висотні позначки.

4. Для гіпсографічної кривої, перша точка повинна лежати на вертикальній осі і відповідати найбільшій висоті в басейні. Проміжні точки відкладаються додаванням виміряних площ, у відповідності до висотних позначок, що обмежують дані площі. Остання точка повинна розміщуватися на осі з відмітками площ і відповідати загальній площі басейну річки.

**Матеріально-технічне забезпечення** - топографічна карта, олівець, ручка, палетка, міліметровий папір.

**Форма звітності** – усний захист графічних матеріалів роботи.

**Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 423 с.

2. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. – 296 с.

3. Збірник методичних вказівок до контрольних робіт з дисципліни „Загальна гідрологія” для студентів-екологів III курсу заочної форми навчання за спеціальністю – „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Кресс Л.Є. – Одеса: ОГМІ, 2001. – 23 с.

4. Лучшева А.А. Практическая гидрология. – Л. Гидрометеиздат, 1959.-468 с.

5. Самохин А.А., Соловьева Н.Н., Догановский А.М. Практикум по гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 296 с.

**Контрольні запитання та завдання**

1. Дайте визначення поняттям „гіпсографічна крива” та „графік розподілу площ” за висотними зонами.

2. Які параметри використовують для побудови гіпсографічної кривої та графіка розподілу площ за висотними зонами?

3. Опишіть методику побудови гіпсографічної кривої та графіка розподілу площ за висотними зонами.

4. Назвіть одиниці вимірювання, що використовуються для побудови графіків.

5. Проаналізуйте особливості басейну обраної річки за побудованими графіками.

## Практична робота № 6

### КІЛЬКІСНА ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РІЧКОВИЙ БАСЕЙН ЗА ТОПОГРАФІЧНОЮ КАРТОЮ

Кількість годин на виконання – 8+4+6 (у три етапи)

#### Вихідні положення

Антропогенний фактор відіграє одну з найважливіших ролей у розвитку та становленні сучасних типів ландшафту. Особливо це стосується річкових долин, у першу чергу елементарних схилів, заплав та русел річок, як окремих самостійних елементів, так і басейну річки в цілому. Корисно спиратися на структуру природних чи антропогенно змінених ландшафтних елементів. Важливо правильно оцінити як сам ступінь антропогенних змін, що проходять у басейні, так і фактичні наслідки цих змін, а також їхній вплив на ті чи інші характеристики сточища.

Існує кілька методик оцінки антропогенного навантаження (або перетвореності) на ландшафти річкового басейну. Майже всі вони базуються на врахуванні кількості певних типів ландшафтів, представлених у басейні; оцінки глибини їх антропогенної перетвореності та негативного впливу на формування стоку.

За методикою [16], нами дещо зміненою, за даними топографічної карти, визначається ступінь антропогенного навантаження на будь-який басейн річки, що відноситься до певної природо господарської геосистеми.

**Технологія** полягає в обчисленні складових індексу антропогенної змінності. Квадрати мережі прямокутних координат поперечно-циліндричної проекції Гаусса-Крюгера охоплюють площу басейну певної річки. Індекс антропогенного перетворення є сумою добутків величин компонентів індексу в межах окремої комірки. Рівень перетвореності розраховується для кожного квадрата. Для ілюстрації будується лінійна форма шкали антропогенного навантаження з наступним відображенням розподілу індексу в басейні.

Індекс антропогенної змінності (перетворення) визначається за формулою:

$$U_{AH} = \sum (rg), \quad (17)$$

де  $r$  – ранг даного типу ландшафту,  $g$  – частка цього типу ландшафту в одиниці площі (%).

Наступним типам ландшафту відповідають ранги [16]:

№ п/п	Типи ландшафту	Ранг антропогенного перетворення
1	природоохоронні території	1
2	ліси	2
3	болота і заболочені землі	3
4	луки	4
5	сади і виноградники	5
6	орні землі	6
7	сільська забудова	7
8	міська забудова	8
9	водосховища і канали	9
10	землі промислового використання	10

Квадрат сітки прямокутних координат на карті з масштабом 1:100000 має площу 4 км<sup>2</sup>.

Візьмемо цю площу за 100% . Попередня практика виконання цього завдання оптимальним вважає використання методу палетки зі стороною комірки 4 мм. Тоді площа самої комірки складає 4% від квадрата топографічної карти. Останнє зберігається й на картах із масштабами 1:50000, 1:200000.

Обчислені індекси антропогенного навантаження в межах кожного квадрата (17) систематизуються в табличній формі. Форма таблиці може бути довільною, та для максимальної зручності пропонується варіант заповнення на прикладі табл. № 5

Таблиця обов'язкова для захисту роботи.

По завершенні розрахунків басейн із сіткою квадратів переноситься на листок форматом А4 і підбирається шкала зміни індексу для даного басейну. Вона ділиться на декілька однакових відрізків і кожному з них присвоюється певний колір (на вибір студента). Найоптимальнішим є використання лінійної шкали. Проте можливі параболічні, експоненціальні, логарифмічні тощо.

Приклад оформлення картосхеми для захисту практичної роботи наведено на рис. 5.

Таблиця 5

Номер квадрата	Типи ландшафтів у квадраті	Площа $g$ , %	Ранг $r$	$r \cdot g$	Індекс антропогенного навантаження $U_{АН}$
<b>1</b>	ліси	23	2	46	<b>611</b>
	болота	2	3	6	
	сільська забудова	58	7	406	
	водосховища і канали	17	9	153	
$\Sigma =$		<b>100</b>	-	<b>611</b>	
<b>2</b>	ліси	27	2	54	<b>511</b>
	луки	4	4	16	
	сади і виноградники	5	5	25	
	орні землі	48	6	288	
	міська забудова	16	8	128	
	$\Sigma =$	<b>100</b>	-	<b>511</b>	
...					
<b>n</b>	ліси	85	2	170	<b>275</b>
	сільська забудова	15	7	105	
	$\Sigma =$	<b>100</b>	-	<b>275</b>	

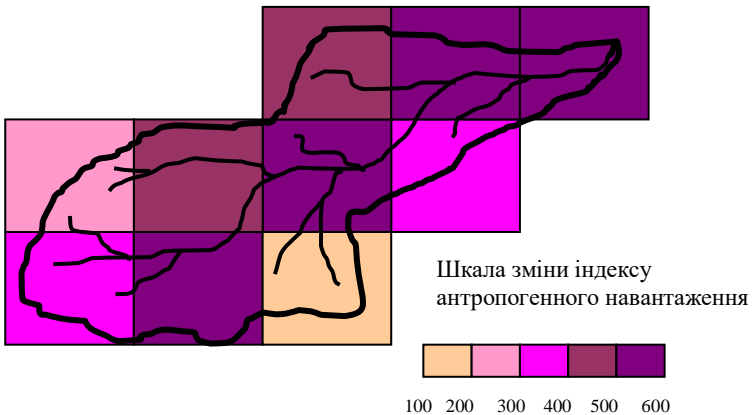


Рис.5 Картосхема антропогенного навантаження на басейн р.Дубовець  
Заключний етап – за створеною картосхемою зробити повний



аналіз ступеня впливу антропогенного навантаження на річковий басейн з урахуванням усіх факторів впливу.

**Мета і завдання роботи** – за поданою методикою оцінити антропогенне навантаження на річковий басейн та побудувати схему антропогенної перетворюваності даного басейну. Навчитися самостійно оцінювати та аналізувати антропогенний фактор і його вплив на розвиток басейну.

### **Зміст роботи**

1. Межі басейну річки разом із сіткою квадратів прямокутних координат, що його вміщують, перенести на палетку й за допомогою міліметрового паперу розграфити кожен із квадратів на 25 комірок площею 16 мм<sup>2</sup> (сторона комірки 4 мм). Нагадаємо, що кожна комірка відповідає 4% площі квадрата.

2. За допомогою розграфленої палетки визначити площу кожного типу ландшафтно-господарських системи, представленої у квадраті та занести в таблицю.

3. За формулою (17) обчислити індекс антропогенної змінності для кожного квадрата.

4. Методом ранжування даних підібрати шкалу зміни даного індексу. Найкраще вибрати один колір із позначенням його інтенсивності відтінками, за зростанням індексу.

5. Перенести басейн разом із сіткою прямокутних координат на лист форматом А4 і відповідно відтінити за вибраною шкалою антропогенного навантаження.

6. Викласти розширені висновки про розподіл інтенсивності антропогенного навантаження на даний басейн.

**Матеріально-технічне забезпечення** – топографічна карта, палетка, міліметровий папір, кольорові олівці, калькулятор чи комп'ютерна програма Excel, лінійка.

**Форма звітності** – усний захист графічної роботи. Оформлення на листку форматом А4 кольорової схеми антропогенного навантаження на басейн та таблиці з вихідними даними.

### **Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Антроповский В.И. Гидролого-морфологические исследования руслового процесса при преобразовании речных систем // Исследование русловых процессов для практики народного хозяйства. – М.: Изд-во. Моск.ун-та, 1983.- 160 с.

2. Антроповский В.И., Барышников Н.Б., Кудряшов А.Ф. Новый раздел геоэкологии – экологическое русловедение // Вестник МГУ.

Серия 5. География, № 1. – 2003.- С. 75-76.

3. Барышников Н.Б. Антропогенное воздействие на русловые процессы. - Л.: Изд-во ЛГМИ, 1990.- 190 с.

4. Барышников Н.Б., Гареев А.М. Антропогенное воздействие на саморегулирующуюся систему бассейн - речной поток – русло // Эрозионные и русловые процессы. - Вып. 2. 1996. - С. 70-78.

5. Барышников Н.Б., Самусева Е.А. Антропогенное воздействие на саморегулирующуюся систему «бассейн – речной поток – русло». - СПб., РГГМУ, 1999. - 220 с.

6. Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В. Проблемы рационального использования речных пойм в народном хозяйстве // География и природные ресурсы. - 1988. - №1. - С.30-39.

7. Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В. Экологическое русловедение. - М.: ГЕОС, 2000. - 332 с.

8. Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання. – К.: Віпол, 200. – 276 с.

9. Екологічні проблеми Буковини: Навчальний посібник./ За ред. В.П.Коржика. – Чернівці: Зелена Буковина, 2002. – 168 с

10. Збірник методичних вказівок до контрольних робіт з дисципліни „Загальна гідрологія” для студентів-екологів III курсу заочної форми навчання за спеціальністю „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Кресс Л.Є. – Одеса: ОГМІ, 2001. – 23 с.

11. Каталог річок України. - К.: Вид-во АН УРСР, 1957. – 192 с.

12. Кирилук М.І. Водний баланс та якісний стан водних ресурсів Українських Карпат: Навч. посібник. - Чернівці: Рута, 2001. - 246 с.

13. Львович М.И. Вода и жизнь. – М.: Мысль, 1986. – 256 с.

14. Навчально-краєзнавчий атлас Чернівецької області. - Львів: Афша, 2000.-25 с.

15. Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). - К.: Ніка-Центр, 2001.-274 с.

16. Чеботарев А.И. Общая гидрология. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 544с .

17. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география. – К.: Вища шк. 1988. – 192 с.

18. Шищенко П.Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании: Монография. – К.: Фитоцентр, 1999. – 284 с.

### **Контрольні запитання та завдання**

1. За якими методиками визначають антропогенне навантаження на басейн річки?

2. В чому полягає суть запропонованої методики?

3. Як обчислити індекс антропогенного навантаження на

басейн?

4. Які типи ландшафтів прийнято вважати найбільш зміненими людиною?

5. Що таке ранг типу ландшафту?

6. Яким типам ландшафтів присвоюються найвищі ранги, а яким - найжчі?

### Варіанти практичних робіт

Топографічна карта, масштаб 1:100000 Київська військово-картографічна фабрика, 2000-2002р.	Назви річок і басейнів
№166-185, Коломия, Чернівці.	р.Совиця Кіцманська, р.Совиця Заставнівська, р.Белелуя, р.Березовка р.Цуцулин, р.Дубовець, р.Бисков, р.Товарниця, р.Виженка, р.Михидра р.Миговка, р.Глибочок, р.Жадовка
№165-184, Надвірна, Рахів.	р.Пляйска, р.Зелениця, р.Довжинець, р.Ослава, р.Любижня, р.Тлумачик, р.Салатрук, р.Річка, р.Бистрець, р.Льца, р.Брустурка, р.Говерла, р.Богдан, р.Лазевшана, р.Крайня Ріка, р.Середня Ріка, р.Параджин.
№128-147, Чортків, Товсте.	р.Будзин, р.Золота, р.Семенівка, р.Доброводка, р.Білий, р.Перейма, р.Рудка.
№89-107, Городок, Дрогобич.	р.Зелений, р.Глинець, р.Ясенца, р.Ореб, р.Черхава, р.Бронци, р.Ступнянка, р.Трудниця.
№163-182, Ужгород, Берегово.	Р.Старая, р.Полуй, р.Визниця, р.Матекова, р.Бистрий.
№131-150, Вінниця, Тульчин.	р.Ровець, р.Краснянка, р.Шпиковка,
№167-186, Хотин, Новоселиця.	р.Молотківський, р.Сурша, р.Пущита, р.Мольниця, р.Баранка, р.Виця.
№92-110, Лановці, Хмельницький.	р.Калинівка, р.Буглова, р.Жердь. р.Полква, р.Семенівка, р.Уліяни. р.Норка, р.Сновида, р.Туровка, р.Бовенець, р.Гарабарка, р.Плоска.
№129-148, Городок, Камянець-Подільський.	р.Муха, р.Шондрова, р.Шиянка, р.Тростянець, р.Черноводка, р.Ущиця, р.Батяг, р.Гніловодка.
№127-146, Калуш, Івано-Франківськ.	р.Любешка, р.Болоховка, р.Дубравка, р.Лютинка, р.Охаба, р.Бибелка,

	р.Горожанка, р.Дуба, р.Турава, р.Черлен, р.Саджавка, р.Чорний, р.Горохолина, р.Стримба, р.Рокитна.
№94-112, Бердичів, Калинівка	р.Гнилоп'ятка, р.Хвосо, р.Жердь, р.Золота,

На самостійну роботу студентів запропоновано такі практичні роботи №7 і №8:

### Практична робота № 7

#### АНАЛІЗ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ РІЧКИ

##### **Вихідні положення**

Поперечний переріз - це фігура, обмежена лініями рівня води і дна річки. В межах поперечного перерізу виділяють **водний та живий перерізи, льодовий покрив та мертвий простір**. При наявності льодового покриву на річці виділяють водний переріз, який відповідає тій частині поперечного перерізу, де відбувається рух води. Розраховується як різниця між площею поперечного перерізу і площею льодового покриву. Живий переріз річки є частиною водного перерізу в якому спостерігається течія. Мертвий простір – це частина водного перерізу, де течія відсутня, або має зворотний напрям. При відкритому руслі та відсутності мертвого простору площі поперечного, водного і живого перерізів однакові.

Поперечний переріз будується за даними промірних робіт, виконаних гідрологами під час польових робіт та експедицій. Суть промірних робіт полягає у вимірюванні глибини річки від водної поверхні до дна, за напрямом від одного берега до другого через рівні проміжки ширини потоку. Як вийняток, додається промір очікуваної найбільшої глибини потоку в межах перерізу. Точкою нульового відліку інтервалів поперечного перерізу за шириною називається постійний початок (ПП). Положення та нумерація промірних вертикалей тоді стають стаціонарними. Це дає можливість переводити всі виміряні величини в абсолютні відмітки.

Приклад побудови поперечного перерізу річки наведено на рис. 6.

Площа поперечного перерізу  $W$  обчислюється аналітичним способом. Її розглядають як набір площ трикутників біля берегових ділянок і трапецій у проміжній частині профілю.  $W$  дорівнює сумі усіх часткових площ між промірними вертикалями:

$$W = h_1 \cdot b_1 / 2 + ((h_1 + h_2) / 2) b_2 + ((h_2 + h_3) / 2) b_3 + \dots + ((h_{n-1} + h_n) / 2) b_{n-1} + h_n \cdot b_n / 2, \quad (18)$$

де  $h_i$  – виміряна глибина,  $b_i$  – горизонтальний інтервал (абсциса) між промірами.

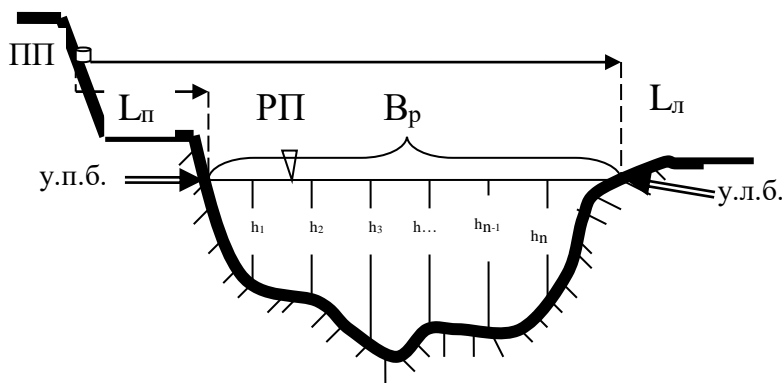


Рис. 6. Поперечний переріз р.Прут-Чернівці

Ширина річки вздовж рівневої поверхні води (РП), між урізами лівого та правого берегів (у.л.б., у.п.б.) обчислюється:

$$B_p = L_{л} - L_{п}, \quad (19)$$

де  $L_{п}$  і  $L_{л}$  - відстані від ПП до правого і лівого берегів.

Під впливом розмірів прибережних ділянок поперечного перерізу, середньоарифметичне з усіх промірів глибин дещо вище за реальне середнє значення глибини. Об'єктивніше є обчислення середньої глибини як відношення площі перерізу до ширини:

$$h_{cp} = \omega / B_p. \quad (20)$$

У річковій гідравліці, гідрометрії та інших прикладних галузях річкової гідрології замість ширини часто необхідно використовувати більш складний показник, особливо важливий для оцінки властивостей потоку гірських та передгірських річок – змочений периметр  $P_p$ . Це перерізна довжина лінії дна річки. При наявності льодового покриву складовою змоченого периметра стає ще й довжина нижньої поверхні льоду.

Величина змоченого периметра обчислюється за формулою:

$$P_p = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} + \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2} + \dots + \sqrt{b_{n-1}^2 + (h_{n-1} - h_{n-2})^2} + \sqrt{b_n^2 + h_n^2} \quad (21)$$

Позначення ті ж самі.

Глибина в поперечному перерізі недостатньо відображає мірні властивості поперечного перерізу. Тому в загальній гідрології

(наприклад, у формулі Шезі) введено поняття гідравлічного радіуса, що обчислюється за співвідношенням:

$$R_p = W/P_p, \quad (22)$$

Але для широких і неглибоких річок гідравлічний радіус приблизно дорівнює середній глибині,  $R \approx h_{сер}$ . Тоді, в залежності від вимог до точності кінцевого результату, в розрахунках використовують відповідний показник.

**Мета і завдання роботи** – навчитись за даними промірних робіт будувати поперечний переріз річки та, у відповідності до умов варіанта, обчислити площі поперечного, водного та живого перерізів, ширину та середню глибину річки, а також гідравлічний радіус. Зробити аналіз.

### **Зміст роботи**

1. За даними промірів глибин побудувати поперечний переріз річки. Для цього на горизонтальній осі у вибраному масштабі необхідно відкласти відстані від постійного початку до промірних вертикалей. Від точок промірних вертикалей провести вертикальні лінії глибин. Вони з'єднуються прямою лінією. Нижче поперечного профілю підписуються глибини і відстані від постійного початку.

2. Обчислити площу поперечного перерізу за формулою (18).

3. Визначити площу водного перерізу та живого перерізу згідно з варіантом роботи.

4. Знайти ширину річки за формулою (19).

5. Обчислити середню глибину водного перерізу за формулою (20).

6. Розрахувати значення змоченого периметра за формулою (21) та гідравлічного радіуса за формулою (22).

7. Проаналізувати всі показники.

**Матеріально-технічне забезпечення** – міліметровий папір, ручка, олівець, калькулятор (комп'ютер).

**Форма звітності** – усний захист роботи.

**Варіанти** практичної роботи надаються індивідуально.

**Рекомендована література та інформаційні джерела**

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 423 с.

2. Биков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. Л.: Гидрометеоздат, 1977.- 448 с.

3. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. – 296 с.

4. Збірник методичних вказівок до контрольних робіт з дисципліни „Загальна гідрологія” для студентів-екологів III курсу заочної форми навчання за спеціальністю – „Екологія та охорона навколишнього середовища” / Кресс Л.Є. – Одеса: ОГМІ, 2001. – 23 с.

5. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. - Л.: Гидрометеиздат, 1983.-424 с.

6. Орлов В.Г., Сикан А.В. Основы инженерной гидрологии: . Учебное пособие. Направление «Экология и природопользование». Специальность «Геоэкология». – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. – 187 с.

7. Чеботарев А.И. Гидрология суши и расчеты речного стока. - Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 564 с.

### **Контрольні запитання та завдання**

1. Дайте визначення:

- поперечний переріз річки,
- водний переріз річки,
- живий переріз річки,
- мертвий простір.

2. Розкрийте принципи будови поперечного перерізу річки.

3. Обчисліть площу поперечного перерізу.

4. Як вирахувати ширину і середню глибину річки?

5. Що таке змочений периметр та гідравлічний радіус?

## **Практична робота № 8**

### **РОЗРАХУНОК ДЕФОРМАЦІЇ ДНА РУСЛА РІЧКИ**

#### **Вихідні положення**

Режим руху наносів і деформація русла річкового потоку є нерозривними взаємопов'язаними процесами, саме тому при розрахунку деформації русла використовуються залежності та співвідношення теорії руху наносів.

Існує багато методик розрахунку руслових деформацій, розроблених різними науковцями. Пропонується методика, що в науковій літературі визначається як А.Караушева-Н.Маккавєєва, за якою розмив чи намив дна визначається за формулою:

$$q_s = (v'/2) \cdot (S_H - \Phi S_{взм}) \cdot (1 + \varepsilon), \quad (23)$$

де:  $v'$  – середнє значення абсолютної вертикальної складової пульсаційної швидкості;

$S_H$  – донна каламутність;

$\Phi$  – функція безрозмірної величини  $\varepsilon$ ;

$S_{взм}$  – придонна каламутність або каламутність змиву.

Функція  $\Phi$  складна, тому для розрахункових задач пропонується

в табличній формі (див.табл. 6)

Таблиця 6

Значення функції $\Phi(\varepsilon)$					
$\varepsilon$	$\Phi$	$\varepsilon$	$\Phi$	$\varepsilon$	$\Phi$
0,0001	1	0,15	0,73	1,12	0,106
0,0005	1	0,2	0,658	1,4	0,062
0,002	0,996	0,27	0,580	1,65	0,035
0,02	0,960	0,34	0,510	1,95	0,017
0,05	0,902	0,4	0,456	2,4	0,006
0,08	0,848	0,65	0,274	2,9	0,008
0,10	0,812	1	0,144	3	0,000

Вертикальну складову пульсаційної швидкості біля дна визначають за формулами:

$$v' = \frac{v_{cp}}{\sqrt{M}}, \text{ або } v' \approx 0,2(v_{cp} - v_H), \quad (24)$$

де  $v_{cp}$  – середня швидкість потоку;

$v_H$  – поздовжня складова швидкості біля дна:

$$v_H = v_{cp} - \sqrt{\frac{0,57C - 4,1}{C - 2}}. \quad (25)$$

Тут  $C$  – коефіцієнт Шезі, що визначається за формулою Маннінга:

$$C = \frac{1}{n} H^{1/6} \quad (26)$$

$H$  – глибина потоку;

$n$  – шорсткість русла:

$$n = \frac{M^{g/3} \cdot J^{1/2}}{v_{cp}} \cdot g \quad (27)$$

$J$  – поздовжній нахил водної поверхні;

$g$  – прискорення сили тяжіння;

$M$  – визначається так:

$$M = 0,7C + 6 \text{ при } 10 \leq C \leq 60, \text{ або } M = \text{const} = 48 \text{ при } 60 \leq C \leq 90. \quad (28)$$

Донна каламутність і каламутність змиву вимірюються у відносних одиницях. Як відношення об'єму зважених часток до об'єму суміші води і наносів (м3(твердої речовини) / м3(суміші)).

Для розрахунку каламутності змиву використовують наближену формулу А.В.Караушева:



$$S_{\text{взм}} = 0,000057M \frac{v_H^2}{H} \quad (29)$$

Формула (23) показує напрямок процесу взаємообміну потоку йі русла. Якщо в результаті обчислень значення  $q_s$  додатне, – це свідчить про процес випадання наносів із потоку і поступове зменшення його каламутності. Відмітки дна зростають.

Від'ємне значення  $q_s$  показує поступове насичення потоку наносами і розмив русла.

При розрахунках деформації слід пам'ятати, що  $S_{\text{взм}}$  не може бути меншим за  $S_H$ .

Якщо навпаки, то вважають  $S_{\text{взм}} = S_H$ .

Мутність і налив (розмив) характеризуються також об'ємами наносів у твердому тілі, тому для отримання фактичних об'ємів і швидкості руслових деформацій враховують пористість ґрунту, що формує русло.

Якщо пористість ґрунту позначити  $\Delta$ , то за певний інтервал часу  $\Delta t$  збільшення висоти дна виразиться співвідношенням:

$$\Delta h = \frac{q_s \cdot \Delta t}{1 - \Delta} \quad (30)$$

### Зміст роботи

1. За даними варіанта визначити шрсткість русла за формулою (27), враховуючи параметр, знайдений за формулою (28).

2. За формулою Маннінга (26) обчислити значення коефіцієнта Шезі.

3. Вирахувати поздовжню складову швидкості біля дна,  $v_H$ , за формулою (25) та середнє значення абсолютної вертикальної складової пульсаційної швидкості згідно з формулою (24)

4. За даними варіанта роботи за формулою (29) розрахувати каламутність змиву.

5. Використовуючи всі обчислені показники та дані варіанта роботи знайти розмив чи налив дна за формулою (23).

6. Розрахувати збільшення (зменшення) висоти дна русла відповідно до значення пористості ґрунту та інтервалу часу за виразом (30).

7. Проаналізувати всі показники та зробити висновки про швидкість розмиву (наливу), що проходить у руслі ріки.

**Матеріально-технічне забезпечення** – інженерний калькулятор, ручка, олівець.

## Форма звітності – усний захист роботи.

### Варіанти роботи подаються таблицею у формі:

Глибина $H$ , м	Середня швидкість, $v_{cp}$ , м/с	Поздовжній нахил водної поверхні $J$ ‰	Донна каламутність $S_H$	Значення параметра $\epsilon$	$\Delta$	$\Delta t$	Шорсткість русла $n$
--------------------	--------------------------------------	---	-----------------------------	----------------------------------	----------	------------	-------------------------

### Рекомендована література та інформаційні джерела

1. Аполлов Б.А. Учение о реках. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 423 с.
2. Биков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия. - Л.: Гидрометеиздат, 1977.- 448 с.
3. Гопченко Є.Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. - К.: ІСДО, 1994. – 296 с.
4. Лучшева А.А. Практическая гидрометрия. - Л.: Гидрометеиздат, 1983.-424 с.
5. Маккавеев Н.И. Механизм эрозии. Устойчивость русла. Транспорт и аккумуляция наносов. Руслоформирующие расходов воды / Труды ЦНИИЭВТ.- Вып. 36. - 1964.- 54-78 с.
6. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. - М.: Изд-во АН СССР, 1955. - 346 с.
7. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Формы проявления русловых процессов. // Водные ресурсы и окружающая среда. - М., Изд-во Моск. ун-та, 1977. - С. 180-187.
8. Орлов В.Г., Сикан А.В. Основы инженерной гидрологии: . Учебное пособие. Направление «Экология и природопользование». Специальность «Геоэкология». – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2003. – 187 с.
9. Чеботарев А.И. Гидрология суши и расчеты речного стока. - Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 564 с.

### Контрольні запитання

1. За якою методикою визначаються процеси розмиву (намиву) в руслі?
2. Що таке коефіцієнт Шезі і як він визначається?
3. Як залежить каламутність змиву від глибини потоку?
4. Як параметр  $M$  залежить від коефіцієнта Шезі?

Методика оцінки практичних робіт за Болонською системою оцінювання, в залежності від кількості запланованих викладачами балів на практичні заняття:

Основні практичні роботи	60 балів	50 балів
Практична робота № 1	5	4
Практична робота № 2	12	10
Практична робота № 3	8	6
Практична робота № 4	10	9

Практична робота № 5	10	9
Практична робота № 6	15	12
Додаткові практичні роботи		
Практична робота № 7	10	8
Практична робота № 8	10	8

Відведені бали на практичні заняття залежать насамперед від кількості проведених протягом семестру модульних контрольних на лекційних заняттях та успішності студентів і можуть змінюватися відповідно до змін у стандартному робочому плані спеціальності та програми курсу “Вчення про ріки”.

*Навчальне видання*

**ВЧЕННЯ ПРО РІКИ  
(РІЧКОВА ГІДРОЛОГІЯ)**

Методичні вказівки до практичних робіт

Укладачі: ***Явкін В'ячеслав Григорович***  
***Швець Зоряна Мирославівна***  
***Горшеніна Людмила Володимирівна***

Відповідальний за випуск ***Ющенко Ю.С.***

Літературний редактор ***Колодій О.В.***

Технічний редактор

Комп'ютерний набір ***Горшеніна Л.В.***