

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 77 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
протокол від «09» листопада 2020 р.  
№ 04

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни «ЗАГАЛЬНА ТА ІНЖЕНЕРНА ГІДРОЛОГІЯ»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня  
«бакалавр» та «молодший бакалавр»  
спеціальностей 101 «Екологія  
освітньо-професійна програма «Екологія»,  
183 «Технології захисту навколишнього середовища»,  
освітньо-професійна програма «Технології захисту навколишнього середовища»,  
103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»,  
гірничо-екологічний факультет  
кафедра екології

Рекомендовано на засіданні  
кафедри екології  
26 вересня 2020 р., протокол № 9

Розробники: к.т.н., доцент кафедри екології Єльнікова Т.О.,  
к.т.н., доцент кафедри екології Дорошенко В.В.

Житомир  
2020

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 2

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
Тема 1. Ознайомлення із структурою гідрологічної науки та водних об'єктів	4
Тема 2. Гідросфера та її походження. Водні об'єкти. Фізико-хімічні властивості води	7
Тема 3. Кругообіг води в природі. Водний баланс. Розрахунки загальної зміни води у водному об'єкті	12
Тема 4. Гідрографічна характеристика річки та її басейну	18
Тема 5. Побудова поперечного профілю русла річки і обчислення його морфометричних характеристик	23
Тема 6. Середній багаторічний стік	28
Тема 7. Розчленування гідрографа річкового стоку	33
Тема 8. Морфометричні характеристики озера. Типи температурної стратифікації	40
Тема 9. Льодовики. Снігова лінія	
Тема 10. Типи та рух підземних вод. Коефіцієнт фільтрації. Швидкість руху підземних вод.	
Тема 11. Розрахунок індексу забрудненості поверхневих вод	45
Тема 12. Світовий океан та його умовний поділ	48
Тема 13. Термічний режим та розподіл солоності вод Світового океану	53
Література	55
Додатки	56

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 3

## ВСТУП

**Метою навчальної дисципліни** є отримати знання про розподіл і кругообіг води на земній кулі, окремі частини гідросфери та взаємозв'язок між ними, фактори та закономірності формування поверхневого стоку, режими річок, озер, боліт, головні методи водогосподарських розрахунків, навчитися застосовувати ці методи під час проектування та експлуатації водогосподарських об'єктів і гідротехнічних споруд на них, аналізу та оцінці результатів досліджень і розрахунків.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни** є:

- вивчення основних і найбільш загальних закономірностей процесів у водних об'єктах;
- виявлення їх взаємозв'язків з процесами, що протікають в атмосфері, літосфері і біосфері;
- використовувати головні методи водогосподарських розрахунків під час проектування та експлуатації водогосподарських об'єктів і гідротехнічних споруд на них;
- проводити аналіз та оцінку результатів досліджень і розрахунків.

**Об'єкт вивчення загальної та інженерної гідрології** - це океани, моря, річки, озера та водосховища, болота та скупчення вологи у вигляді снігового покриву, льодовики, ґрунтові та підземні води.

**Предметом вивчення загальної та інженерної гідрології**, зокрема, є поширення води на земній кулі, її фізичний вплив на суходіл, значення води для життя на Землі.

**Метою лабораторних робіт** є засвоєння методів, за допомогою яких можна досліджувати основні морфометричні характеристики водних екосистем.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 1 (4 ГОД.)

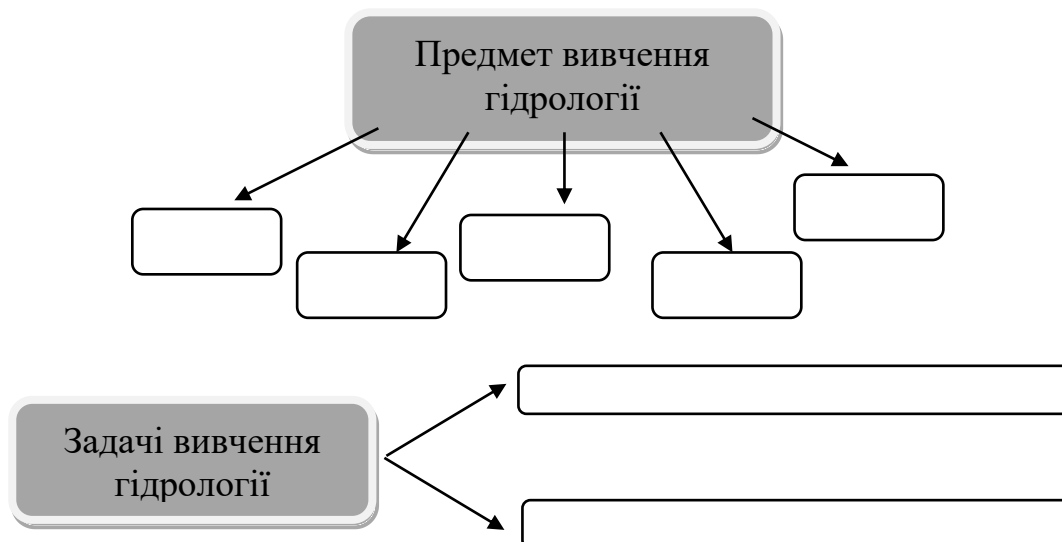
### Тема: ОЗНАЙОМЛЕННЯ ІЗ СТРУКТУРОЮ ГІДРОЛОГІЧНОЇ НАУКИ ТА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

**Мета:** визначити предмет та задачі вивчення гідрології, прослідкувати основні етапи розвитку науки, виявити зв'язок гідрології з іншими науками, проаналізувати основні методи гідрологічних досліджень.

**Обладнання:** олівці, лінійки, фізична карта світу.

#### Хід роботи:

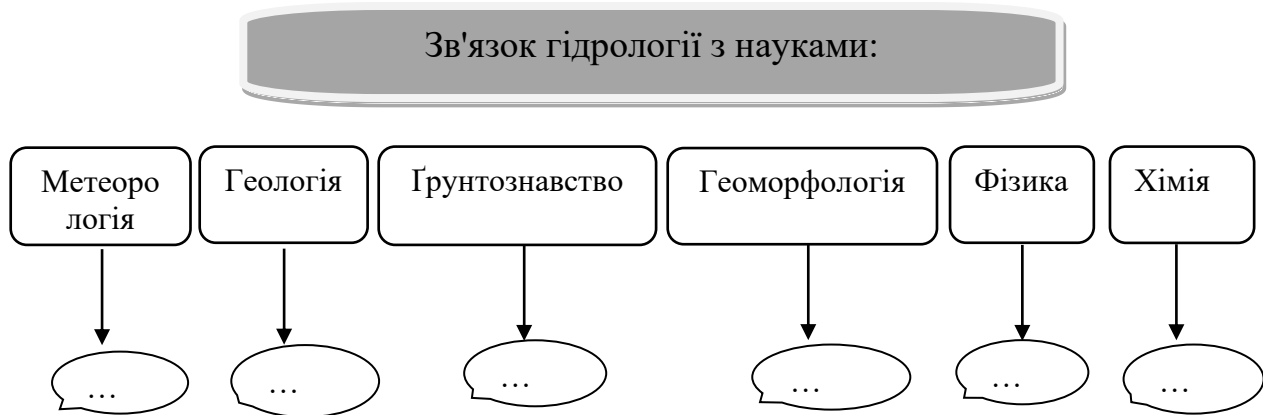
**Завдання 1.** Зобразити у вигляді схеми предмет і задачі вивчення гідрології.



**Завдання 2.** Заповнити таблицю «Історія розвитку гідрології як науки».

Період (століття, рік)	Країна	Імена вчених та дослідників	Об'єкт дослідження	Методи, прилади	Результати досліджень

**Завдання 3.** Виявити зв'язок гідрології з іншими науками і назвати основні питання, що їх об'єднують.



**Завдання 4.** Вивчити та представити у табличній формі види та визначення водних об'єктів. Результати оформити у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

**Види водних об'єктів**

Види водних об'єктів	Визначення	Найбільші об'єкти (перша п'ятірка)
<b>Водотоки</b>	Водні об'єкти на земній поверхні з поступальним рухом води в руслах у бік похилу	
Річка		
Струмок		
Канал		
<b>Водойми</b>		
Океан		
Море		
Озеро		
Водосховище		
Болото		
<b>Особливі водні об'єкти</b>		
Водоносний горизонт		
Артезіанський басейн		
Гідрографічна мережа		

**Завдання 5.** Із загального списку галузей народного господарства назвати галузі, які відносяться до водоспоживачів і водокористувачів. Пояснити свою думку. Результати оформити у вигляді табл. 2.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 6

*Сільське господарство, водний туризм, промисловість, атомна та теплова енергетика, водні види спорту, зрошення земель, відпочинок на воді, гідроенергетика, комунальне господарство, рибне господарство, комунально-побутове водопостачання.*

Таблиця 2

Водоспоживачі	Водокористувачі

**Завдання 6.** Вивчити та проаналізувати методи гідрологічних досліджень.

**1. Методи польових досліджень** (експедиційні та стаціонарні).

**Експедиційні** – проведення відносно короткочасних (від декількох днів до кількох років) експедицій на водних об'єктах.

**Стаціонарні** – проведення тривалих спостережень в окремих місцях водних об'єктів – на спеціальних гідрологічних постах і станціях.

**2. Нетрадиційні методи** – дистанційні вимірювання з допомогою локаторів, аерокосмічні знімки та спостереження, автономні реєструючі системи (автоматичні гідрологічні пости на річках, буйкові станції в океанах).

**3. Емпіричний та статистичний методи** – встановлення зв'язків між різними гідрологічними характеристиками, прогнозування гідрологічних явищ за допомогою сучасних прийомів обробки даних спостережень та математичної статистики.

**4. Методи математичного та імітаційного моделювання, системного аналізу.**

**Терміни та поняття:** гідрологія, предмет і задачі гідрології, основний зміст гідрологічних досліджень, ніломіри, акведуки, гідрометрія, гідрографія, гідрофізика, гідрохімія, водоспоживачі, водокористувачі.

### Контрольні запитання:

1. Що вивчає наука гідрологія? Що є предметом вивчення гідрології? Які основні задачі вивчення гідрології?
2. В чому полягає основний зміст гідрологічних досліджень?
3. Де з'явилися перші зачатки гідрології?
4. Як розвивалася наука у Давньому Єгипті, Давній Греції, Давньому Римі?
5. Охарактеризуйте розвиток гідрології у епоху Відродження, в 17-19 століттях.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 7

6. Назвіть відомих вчених та їх внесок у розвиток науки. Як і коли почалися перші гідрологічні спостереження у Росії?
7. Коли і де вперше з'явився термін «Гідрологія»?
8. Прослідкуйте зв'язок гідрології з метеорологією, геологією, ґрунтознавством, фізикою, хімією, математикою та ін. Вкажіть практичне значення гідрології як науки.
9. Які галузі називають водоспоживачами і водокористувачами? В чому їх різниця? Які ще проблеми вирішує гідрологія крім задоволення потреб водоспоживачів і водокористувачів?

### **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 2 (4 год)**

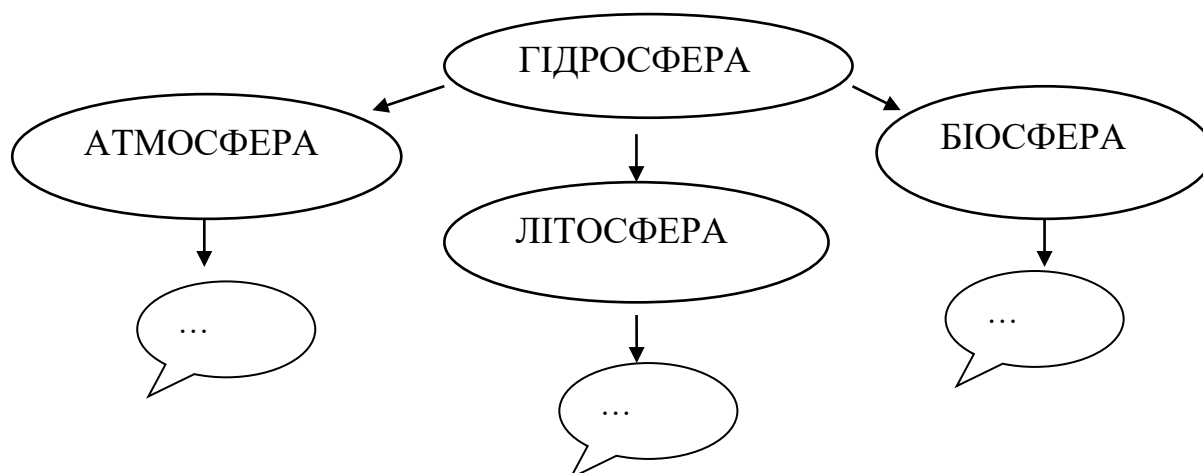
#### **Тема: ГІДРОСФЕРА ТА ЇЇ ПОХОДЖЕННЯ. ВОДНІ ОБ'ЄКТИ. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ**

**Мета:** узагальнити основні відомості про гідросферу як складову географічної оболонки земної кулі та її походження, дати характеристику водним об'єктам, вивчити хімічні та фізичні властивості води, проаналізувати розподіл води на земній кулі.

**Обладнання:** олівці, лінійка, фізична карта світу, атласи.

#### **Хід роботи**

**Завдання 1.** Виявити, в чому полягає взаємозв'язок гідросфери з іншими оболонками земної кулі.



**Завдання 2.** Дати письмове пояснення наступних термінів (таблиця 3): водні об'єкти, водотоки, особливі водні об'єкти, водозбір.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 8

**Завдання 3.** Користуючись матеріалами лекції, скласти таблицю «Гідрологічні характеристики водних об'єктів». Письмово проаналізувати такі поняття, як гідрологічний стан, гідрологічний режим та гідрологічні процеси.

Таблиця 3

### Характеристики водного об'єкту або режиму

Характеристики водного об'єкту або режиму	Основні елементи	Одиниці виміру
1. Водний режим.	1. Рівень води. 2. 3. і т.д.	м або см над 0 поста
2. Тепловий режим		
3. Льодовий режим		
4. Режим наносів		
5. Форма і розмір водного об'єкта		

**Завдання 4.** Познайомитися з розповсюдженням природних вод на земній кулі (таблиця 4). Користуючись даними таблиці, побудувати стовпчикові діаграми для площ розповсюдження та об'єму природних вод.

Таблиця 4

### Розподіл та обсяги води у гідросфері

Частина гідросфери	Площа поширення, млн км	Обсяги води		Тривалість умовного водообміну, роки
		Об'єм, тис. км <sup>3</sup>	Частка від загального обсягу всіх вод, %	
Світовий океан	361	1 338 000	96,4	2650 років
Льодовики	16,25	25 780	1,86	9700 років
Підземні води	134,8	23 400	1,68	1400 років
Озера	2,1	176	0,013	17 років
Ґрунтова волога	82,0	16	0,001	1
Вода в атмосфері	510,0	13	0,001	8 діб
Водосховища	0,4	6	0,0004	52 дні
Вода в річках	148,8	2	0,0002	19 діб
Біологічні води	510,0	1	0,0001	декілька годин
Багаторічна мерзлота	2,1	300	0,022	10 000 років
Загальні запаси води		1 390 000	100	



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 9

Пісні води		36 730	2,65	
------------	--	--------	------	--

**Завдання 5.** Вивчити та записати основні хімічні властивості води. Виявити головні чинники формування складу вод.

Хімічно чиста вода – це сполука водню з киснем, має хімічну формулу  $H_2O$ . Її молекула складається з 11,11% водню і 88,89% кисню.

### Молекулярна структура води:

1.  $(H_2O)_1$  – моногідроль (переважає у водяному парі)
2.  $(H_2O)_2$  – дигідроль (переважає у рідкій воді)
3.  $(H_2O)_3$  – тригідроль (переважає у льоді).

Хімічно чиста вода в природі майже не зустрічається. Природна вода є добрим розчином і тому завжди містить у собі завислі й розчинені речовини.

До числа головних **іонів солей**, що знаходяться у природних водах, відносяться негативно заряджені **іони (аніони) (-)**:

- $HCO_3^-$  – гідрокарбонатний;
- $SO_4^{2-}$  – сульфатний;
- $Cl^-$  – хлоридний.

та позитивно заряджені **іони (катіони) (+)**:

- Ca – кальцію;
- Mg – магнію;
- Na – натрію;
- K – калію.

Природні води різного походження мають різний сольовий склад і відносяться до різних класів та груп.

**Клас гідрокарбонатних вод ( $HCO_3^-$ )** – переважає в річковій воді

**Клас хлоридних вод ( $Cl^-$ )** – в морській воді

**Клас сульфатних вод ( $SO_4^{2-}$ )** – в солонуватих водах.

**Кальцієва група ( $Ca^{2+}$ )** – переважає в річковій воді

**Натрієва група ( $Na^+$ )** – в морській воді

**Магнієва група ( $Mg^{2+}$ )**

**Калійна група ( $K^+$ )**

**Біогенні речовини:** сполуки азоту N, фосфору P, заліза Fe, кремнію Si. Це перш за все нітрати ( $NO_3^-$ ), нітроти ( $NO_2^-$ ), амоній ( $NH_4^+$ ), фосфати ( $PO_4^{3-}$ ). Ці речовини потрапляють у воду з атмосфери, ґрунту, при розкладанні органічних сполук, при скиданні у водні об'єкти промислових, сільськогосподарських і побутових вод. У природних водах їх мало (від тисячних до десятих долей міліграм в  $1\ m^3$ ), але вони мають важливе значення для розвитку життєвих процесів.

**Органічні речовини** зустрічаються в природних водах переважно у вигляді вуглецю, кисню та водню, які складають 98,5% їхньої маси. Останні 1,5%

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 10

становлять азот, фосфор, сірка, калій, кальцій та ін. елементи. Це вуглеводи, білки і продукти їх розпаду, ліпіди, гумінові кислоти та ін.

**Розчинні гази:** кисень ( $O_2$ ), вуглекислий газ ( $CO_2$ ), сірководень ( $H_2S$ ), метан ( $CH_4$ ), азот ( $N_2$ ).

Природні води збагачуються на кисень за рахунок надходження його з атмосфери, в результаті виділення водною рослинністю в процесі фотосинтезу. Втрачається кисень на окислення органічних речовин та виділяється в атмосферу.

Двоокис вуглецю у воду надходить при окисленні органічних речовин і виділяється з гірських порід.

Сірководень у природних водах утворюється внаслідок розпаду органічних сполук, розчинення мінеральних солей мінералів (гіпсу, сірчаного колчедану).

Азот потрапляє у природні води з атмосферного повітря внаслідок розкладу органічних залишків і відновлення сполук азоту денітрифікуючими бактеріями.

Метан у проточних природних водах знаходиться у невеликих кількостях. Але у підземних і болотних водах вміст метану може сягати 30 мг/л і більше.

**Мікроелементи** – це речовини, які знаходяться в природних водах у дуже малих концентраціях, у мікрограмах на літр (мкг/л). Серед них виділяють: бром В, йод І, фтор F, літій Li, барій Ва; важкі метали: залізо Fe, нікель Ni, цинк Zn, кобальт Со, мідь Cu, кадмій Cd, свинець Pb, ртуть Hg та ін.; радіоактивні елементи як природного (калій  $^{40}K$ , рубідій  $^{87}Rb$ , уран  $^{238}U$ , радій  $^{226}Ra$  та ін.), так і антропогенного (стронцій  $^{90}Sr$ , цезій  $^{137}Cs$  та ін.) походження.

**Забруднюючі речовини** – це нафтопродукти, ядохімікати (пестициди, гербіциди), добрива, миючі засоби та ін.

### Чинники формування складу вод:

- 1) фізико-географічні (рельєф, клімат, вивітрювання, ґрунтовий покрив);
- 2) геологічні (склад гірських порід, тектонічна будова, гідрогеологічні умови);
- 3) фізико-хімічні (хімічні властивості елементів, кислотно-лужні та окисно-відновні умови, змішування вод і катіонний обмін);
- 4) біологічні (життєдіяльність живих організмів і рослин);
- 5) антропогенні (штучні) – всі чинники, пов'язані з діяльністю людини.

**Завдання 5.** Вивчити основні фізичні властивості води. Записати аномальні властивості води (Табл.5).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 11

Таблиця 5

## Аномальні фізичні властивості води

Властивості	Порівняльна характеристика
Питома теплоємність, 4190 Дж/(кг <sup>0</sup> С) при 15°С	Найвища серед усіх твердих і рідких речовин, за винятком Н <sub>3</sub> (аміаку)
Питома теплота плавлення льоду, 330 000 Дж/кг	Найвища, за винятком Н <sub>3</sub> (аміаку)
Питома теплота випаровування, 2,5 · 10 <sup>6</sup> при 0°С і 2,26 · 10 <sup>6</sup> Дж/ кг при 100°С	Найвища серед усіх речовин
Температура максимальної густини, 4°С	Настає не в період замерзання, а під час більш високої температури
Поверхневий натяг	Найвищий серед усіх рідин (крім ртуті в рідкому стані)
Коефіцієнт в'язкості, 1,14 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с при 15°С	Малий
Коефіцієнт теплопровідності, 0,57 Вт/(м · 0°С) при 0°С	Дуже малий
Прозорість	Відносно велика
Густина льоду, 917 кг/м <sup>3</sup>	Густина льоду менша за густину рідкої води
Температура плавлення (замерзання), 0°С	Дуже висока
Температура кипіння, 100°С	Дуже висока

**Завдання 6.** Скласти таблицю «Класифікація природних вод за вмістом солей»

Ступінь мінералізації	Вміст солей	Водні об'єкти

**Терміни та поняття:** гідросфера, дегідратація, водні об'єкти, водотоки, водойми, особливі водні об'єкти, водозбір, гідрологічний стан водного об'єкта, гідрологічний режим, гідрологічні процеси, мінералізація, щільність води, прісні води, солонуваті води, солоні води, ропа.

**Контрольні запитання:**

1. Яка оболонка земної кулі називається гідросферою?
2. Як відбувається взаємозв'язок гідросфери з іншими геосферами Землі?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 12

3. Назвати теорії походження води на земній кулі.
4. Що таке водні об'єкти? На які типи вони поділяються?
5. Назвати основні гідрологічні характеристики водних об'єктів.
6. Що включає в себе поняття гідрологічного стану, гідрологічного режиму та гідрологічних процесів водного об'єкта?
7. Якими важливими хімічними властивостями володіє вода?
8. Які фізичні властивості води?

### **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 3 (4 ГОД.)**

#### **Тема: КРУГООБІГ ВОДИ В ПРИРОДІ. ВОДНИЙ БАЛАНС. РОЗРАХУНКИ ЗАГАЛЬНОЇ ЗМІНИ ВОДИ У ВОДНОМУ ОБ'ЄКТІ**

**Мета:** закріпити отримані знання про кругообіг води на земній кулі, познайомитися з поняттям водного балансу, охарактеризувати елементи водного балансу, розрахувати зміни запасів води для басейну річки.

**Обладнання:** лінійки, олівці, атласи.

#### **Теоретичні відомості**

Рух є основою кругообігу води – грандіозного процесу обертання води в географічній оболонці, який зв'язує всі природні води, розподіляє їх на планеті, забезпечує прісними водами рослин, тварин і людей. З кругообігом води пов'язаний розвиток ерозійних процесів і розчленування поверхні Землі.

Суть кругообігу така. Вода, випаровуючись із поверхні океану і суші, поповнює атмосферу вологою. Внаслідок підняття повітря угору воно охолоджується, а водяна пара конденсується, утворюються атмосферні опади, які випадають переважно у вигляді дощу і снігу. Дощові і снігові опади частково поглинаються ґрунтами, а вода, яка не встигає просочитися крізь землю, утворює поверхневий стік. Вона стікає зі схилів, збирається у вимивинах, балках і ярах в потоки, за розгалуженою сіткою яких потрапляє до рік. Але це лише частина материкового стоку – поверхневого. Ріки живлять підземні води внаслідок просочування ґрунтових вод через товщу осадових порід. Частина найактивніших підземних вод виходить на поверхню у вигляді джерел або дринується ріками. Ріки найчастіше одержують постійний притік саме завдяки стійкому живленню підземними водами. Води озер і морів, як і Світового океану в цілому, поповнюються також атмосферними опадами і річковими водами. Таким чином відбувається безперервне відновлення вод, що були втрачені внаслідок випаровування з поверхні океану або суходолу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 13

Рушійними силами кругообігу води виступають сонячна енергія і сила тяжіння. Під впливом тепла відбуваються випаровування і активні висхідні переміщення водяної пари. Затрачена на випаровування енергія звільняється при конденсації вологи в атмосфері. Сила тяжіння є причиною падіння крапель дощу, течії рік, руху ґрунтових і підземних вод.

Залежно від географічних просторів, які охоплює кругообіг води, його особливостей формування, розрізняють малий і великий кругообіги (рис. 1). Малий кругообіг відбувається за схемою: випаровування води з поверхні океану – перенесення водяної пари над океаном та її конденсація – опади на поверхню океану. Великий кругообіг також бере свій початок від випаровування води з поверхні Світового океану, але далі водяна пара і хмари переміщуються вітрами над акваторією у повітряний басейн суходолу, де і відбувається конденсація вологи і випадання атмосферних опадів. Цей процес є основним джерелом відновлення прісних водних ресурсів на Землі – найбільш цінних для життя людини. З часом перенесена з океану на сушу вода повертається поступово назад з материковим стоком, при цьому значні її обсяги витрачаються на випаровування і транспірацію рослин. Так завершується великий кругообіг води.

Кругообіги води в атмосфері розпочинаються не лише над океанами, а й над сушею. Якщо випаровування води відбувається з поверхні суходолу, а з утворених нею хмар опади падають назад на сушу, тоді такі переміщення вологи утворюють малий внутрішньоматериковий кругообіг.

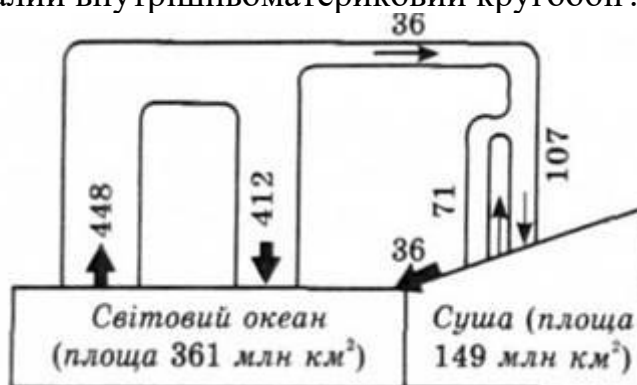


Рис. 1. Малий і великий кругообіги води

Протягом року внутрішньоматериковий кругообіг води може повторюватися багато разів, завдяки чому опади в окремих регіонах суходолу формуються переважно за рахунок континентальних вод. Деяка частина атмосферної вологи, що має материкове походження, переноситься повітряними течіями із суші на океан, тобто у зворотному до великого кругообігу напрямі.

### Хід роботи:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 14

**Завдання 1.** Намалювати схему кругообігу води в природі. Стрілками показати напрям переносу вологи в атмосфері і напрям стоку із суші.

**Завдання 2.** Користуючись табл. 6 побудувати стовпчикові діаграми водного балансу земної кулі і окремих її частин (океану, суші зі стоком у океан, безстічних областей). Масштаб: вертикальний 1 см = 50000 км<sup>3</sup>, горизонтальний – довільний.

Таблиця 6

**Річний водний баланс Землі (за М.І. Львович, 1986 р.)**

Елементи водного балансу	Об'єм, км <sup>3</sup>	Шар, мм
<i>Периферійна частина суші:</i>		
опади	106 000	910
річний стік	44 230	380
випаровування	61 770	530
<i>Замкнена ("безстічна") частина суші:</i>		
опади	7 500	238
випаровування	7500	238
<i>Світовий океан:</i>		
опади	411 600	1140
притік річних вод	44 230	120
випаровування	455 830	1260
<i>Земна куля:</i>		
опади	525 100	1030
випаровування	525 100	1030

Співвідношення приходу і витрат води з урахуванням змін її запасів за вибраний інтервал часу для певного об'єкту називається **водним балансом**.

**Завдання 3.** Письмово проаналізувати схему кругообігу води в природі:

- як відбувається малий кругообіг води в природі?
- які етапи проходить на суші волога з океану в процесі великого кругообігу?
- які оболонки земної кулі пов'язуються в процесі кругообігу?
- яке значення малого і великого кругообігів?

**Завдання 4.** Розрахувати загальну зміну запасів води в басейні річки по місяцях за 2017 календарний рік і проаналізувати розрахований водний баланс за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 15

допомогою комплексного інтегрального графіка елементів балансу. Розрахункові дані згідно варіанту див. додаток 1.

**Метод водного балансу** засновується на наступному очевидному рівнянні: для будь-якого простору, що обмежується деякою довільною поверхнею, кількість води, яка ввійшла всередину цього об'єму, за відрахуванням кількості води, яка вийшла назовні, повинна дорівнювати відповідно збільшенню або зменшенню її кількості всередині даного об'єму.

Для річкового басейну з природним режимом витрата вологи за будь-який розрахунковий інтервал часу визначається рівнянням:

$$S = X - Y - E,$$

де  $X$  - атмосферні опади в межах водозбору;  $Y$  - річковий стік у замикаючому створі;  $E$  - сумарне випаровування з басейну;  $S$  - загальна зміна запасів води у басейні.

### ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

*Вихідні дані:* Елементи водного балансу: опади ( $X$ ), стік ( $Y$ ) і випаровування ( $E$ ) у мм по місяцях за 2017 рік для басейну р. Тетерів - с. Перлявка наведені в табл.7.

*Завдання:* розрахувати загальну зміну запасів води в басейні р. Тетерів - с. Перлявка по місяцях за 2017 календарний рік і проаналізувати розрахований водний баланс за допомогою комплексного інтегрального графіка елементів балансу.

*Розрахунок:* 1. Визначаємо зміну запасів води в басейні річки за кожний місяць і за рік в табличній формі (табл. 8) за формулою:

$$S = X - Y - E,$$

$$SI = 30 - 1,0 - 2,0 = 27 \text{ (мм)}$$

$$SII = 37 - 1,0 - 6,0 = 30 \text{ (мм)}$$

$$SIII = 37 - 2,0 - 11 = 24 \text{ (мм)}$$

...

$$S_{\text{рік}} = 640 - 97 - 466 = 77 \text{ (мм)}$$

Таблиця 7

### Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік р. Тетерів - с. Перлявка

Місяць	Елементи водного балансу, мм		
	Опади ( $X$ )	Стік ( $Y$ )	Випаровування ( $E$ )
I	30	1,0	2,0
II	37	1,0	6,0
III	37	2,0	11
IV	75	66	46
V	27	8,0	95

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 16

VI	84	3,0	100
VII	43	3,0	75
VIII	88	2,0	60
IX	29	3,0	43
X	53	3,0	19
XI	90	3,0	8,0
XII	47	2,0	1,0
Рік	640	97	466

Таблиця 8

**Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Тетерів - с. Перлявка**

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води у басейні ( $\Delta S$ )
I	30	1,0	2,0	27
II	37	1,0	6,0	30
III	37	2,0	11	24
IV	75	66	46	-37
V	27	8,0	95	-76
VI	84	3,0	100	-19
VII	43	3,0	75	-35
VIII	88	2,0	60	26
IX	29	3,0	43	-17
X	53	3,0	19	31
XI	90	3,0	8,0	79
XII	47	2,0	1,0	44
Рік	640	97	466	77

2. Складемо таблицю 3, в якій виконується послідовне підсумовування місячних сум елементів водного балансу (табл. 9).

Таблиця 9

**Інтегральні зведені дані елементів водного балансу (мм)  
р. Тетерів - с. Перлявка**

Місяць	$\Sigma X$	$\Sigma Y$	$\Sigma E$	$\Sigma (Y + E)$
I	30	1	2	3
II	67	2	8	10
III	104	4	19	23
IV	179	70	65	135
V	206	78	160	238



VI	290	81	260	341
VII	333	84	335	419
VIII	421	86	395	481
IX	450	89	438	527
X	503	92	457	549
XI	593	95	465	560
XII	640	97	466	563

3. По даним цієї таблиці накреслюємо комплексний інтегральний графік елементів водного балансу (суми елементів відносяться на кінець кожного місяця).

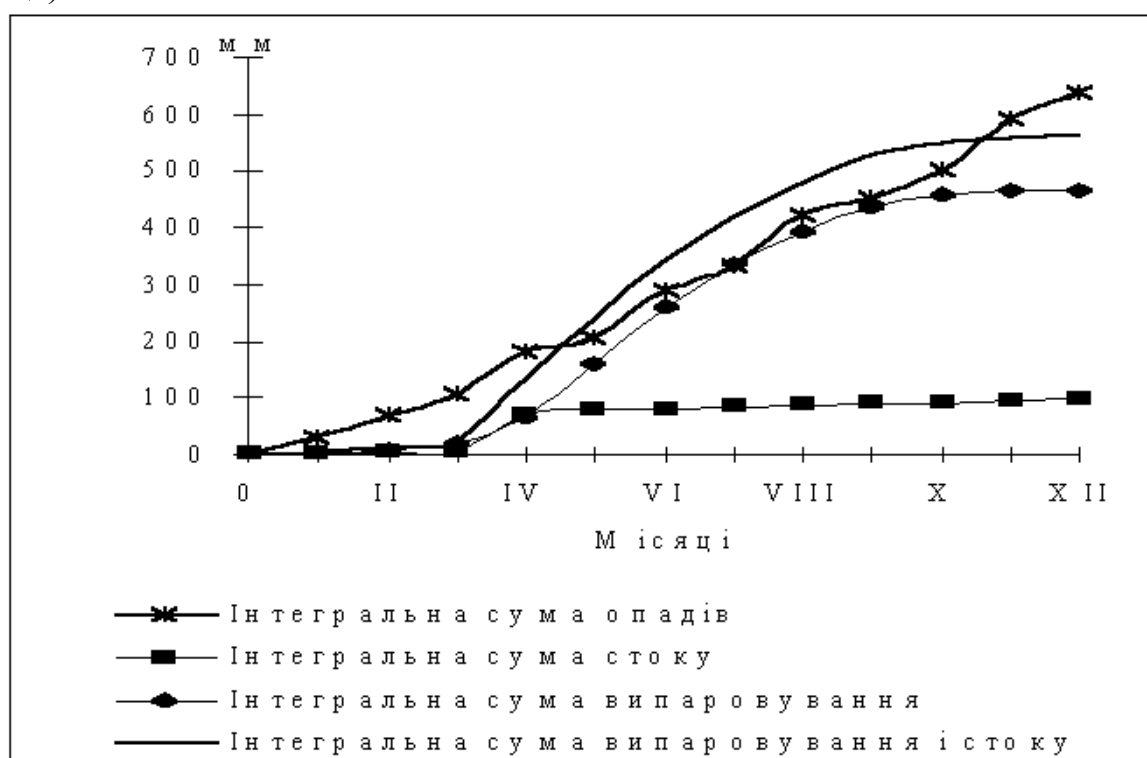


Рис. 2. Комплексний інтегральний графік елементів водного балансу

4. Проаналізуємо рівняння водного балансу, тобто розглянемо зміни прибуткових і витратних елементів  $\sum X$ ,  $\sum Y$ ,  $\sum E$ ,  $\sum (Y + E)$  за допомогою комплексного інтегрального графіка.

У період з січня по березень відбувається інтенсивне наростання опадів, запасів води в снігу при дуже незначному випаровуванні і стоку.

З квітня почалося сніготанення, в зв'язку з чим спостерігалось зменшення запасів води в снігу, зростання стоку і випаровування.

З травня по грудень стік поступово зростає і досягнув до кінця періоду 97 мм, сумарне випаровування до кінця року досягнуло 466 мм, що в сумі склало 563 мм.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 18

По кривих можна добре бачити, що зміна запасів вологи в басейні за рік

$$\Delta S = \sum X - \sum Y - \sum E = 640 - 563 = 77 \text{ мм.}$$

**Терміни та поняття:** кругообіг води в природі, рушійні сили кругообігу, елементи рівняння водного балансу, материкова ланка кругообігу, океанічна ланка, наноси, наморозь, град, сніг, конденсаційні опади, стік, бриз, пасати, мусони, водний баланс, метод водного балансу.

### Контрольні запитання:

1. Який процес називається кругообігом води в природі?
2. Назвати основні рушійні сили кругообігу води. Яка їх роль?
3. Які елементи включає в себе рівняння водного балансу?
4. Чим характеризується малий та великий вологообіги?
5. Охарактеризуйте материкову та океанічну ланки вологообігу.
6. Назвати найбільші безстічні області земної кулі.
7. Які речовини крім води приймають участь у кругообізі?
8. Які частинки називаються наносами?
9. Яке значення кругообігу води на земній кулі?

### ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 4 (4 ГОД.)

#### **ТЕМА:** «ГІДРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ ТА ЇЇ БАСЕЙНУ»

**Мета:** навчитися складати гідрографічну характеристику річки, вимірювати довжину вододільної лінії, площу басейну річки, середню ширину басейну, вміти обчислювати довжину річки та її притоків.

**Література:** Клименко В.Г. Загальна гідрологія: Навчальний посібник для студентів. – Харків, ХНУ, 2008. – 144 с.

**Обладнання:** курвіметр, циркуль, олівці, лінійка.

#### Хід роботи:

Користуючись отриманими варіантами (додаток 3) контурів басейну річки виконати наступні завдання:

**Завдання 1.** Провести вододільну лінію басейну річки, визначити її довжину.

**Річка** – це водотік значних розмірів, що живиться атмосферними опадами зі свого водозбору та має чітко виявлене русло. Межею водозбору річки служить

**вододільна лінія**, що відділяє даний річковий басейн від сусідніх і розмежовує поверхневий стік сусідніх водозборів.

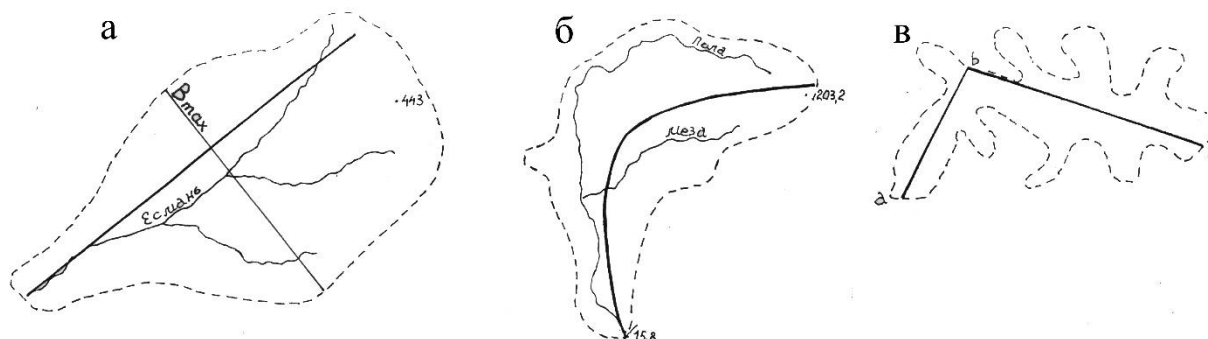


Рис. 6. Довжина басейну річки:  
а – по прямій лінії; б – по медіані; в – по ламаній лінії

Довжину вододільної лінії ( $L_{в.л.}$ ) вимірюють циркулем-вимірником із кроком не більше 2 мм, проходячи по вододільній лінії декілька разів в одному і зворотному напрямках. Значення довжини вододільної лінії у сантиметрах помножимо на масштаб карти і визначимо довжину вододільної лінії у кілометрах.

**Завдання 2.** Визначити площу басейну геометричним методом, а також площу лівобережної та правобережної частин басейну.

**Річковий басейн** – це водозбір річки чи річкової системи. **Площа басейну** ( $F$ ,  $км^2$ ) – це площа, яка обмежена вододільною лінією. Для її визначення використовують різні способи: графічний, планіметрування, геометричний і аналітичний.

Для визначення площі у нашому випадку в контур басейну необхідно вписати геометричні фігури (трапеції, прямокутники, трикутники тощо) так, щоб вони по можливості точно співпадали з обрисами басейну. Всі фігури послідовно нумеруються, після чого розраховуються площі кожної з них за формулами геометрії. Розрахунки ведуться у формі таблиці 13.

Таблиця 13

№ фігури	Формула для розрахунку площі фігури	Площа фігури в $см^2$	Площа фігури в $км^2$
1			
2			
3 ....			

Зробивши підсумок окремих площ, отримаємо загальну площу басейну в  $см^2$ . Перехід до  $км^2$  виконується аналогічно попередньому пункту, тобто

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 20

помноживши площу в  $см^2$  на масштаб карти, взятий у квадраті, отримаємо площу басейну в  $км^2$ .

**Завдання 3.** Визначити довжину басейну, його середню і максимальну ширину.

Довжиною басейну річки ( $L_{\text{б}}$ ) називається відстань від створу до найбільш віддаленої протилежної точки басейну. При правильній формі басейну довжина визначається по прямій лінії від гирла до найвіддаленішої точки басейну. Якщо басейн вигнутий чи складної форми, то довжина визначається циркулем-вимірником розхилом (1-2 мм) по медіані або пряма лінія замінюється на ламану, котра повторює контури русла (рис. 1 а, б, в). Виміряну довжину басейну (у см) переводимо в кілометри, із точністю до 0,1 км.

Середню ширину басейну ( $B_{\text{ср.}}$ , км) треба обчислювати за формулою:  $B_{\text{ср}} = \frac{F}{L_{\text{б}}}$

, де:  $F$  – площа басейну в квадратних кілометрах;  $L_{\text{б}}$  – довжина басейну в кілометрах.

Найбільша ширина басейну ( $B_{\text{max}}$ , км) визначається довжиною найбільшого перпендикуляра до лінії довжини басейна в межах його контуру. Обчислювання треба проводити з точністю до 0,1 км. Лінію довжини і лінію ширини басейну треба нанести на контур басейну.

**Завдання 4.** Визначити довжину річки та її притоків.

Довжина головної річки вимірюється від створу, як більш визначеної точки, до першої притоки, потім від першої притоки до другої і т. д. Визначення довжини головної річки по окремих ділянках виконується у формі табл. 14.

Таблиця 14

Вимірювання довжини річки .... по ділянках

Назва ділянки	Довжина ділянки		Наростаюча довжина від створу до виток (км)
	см	км	
Ствір - р. (1 притока від створу)			
р. (1 притока від створу) - р. (2 притока)			
...			
р. ... - ВИТОК			

Загальна довжина річки ( $L$ ) .... км

Довжина прямої, яка об'єднує виток зі створом ( $L'$ )... км

Аналогічним чином визначається довжина притоків. Визначення довжини притоків виконується у формі таблиці 15.

Таблиця 15

Вимірювання довжини притоків річки ...

Назва притоки	Довжина притоки	
	на карті см	у природі км

Користуючись лінійним масштабом, перевести визначені довжини річки та її притоків із см на плані в км на натурі.

Загальна довжина головної річки ( $L$ ) ..... км

Довжина прямої, яка поєднує виток із створом ( $L'$ ) ..... км

Загальна довжина притоків ( $\sum I$ ) ..... км

Загальна довжина річкової мережі ( $L + \sum I$ ) ..... км

**Завдання 5.** Визначити коефіцієнт звивистості головної річки, гушину річкової мережі, коефіцієнт видовження басейну.

За міру звивистості річки приймають **коефіцієнт звивистості** ( $K_{зв}$ ), який дорівнює відношенню довжини головної річки ( $L$ , км) до довжини прямої ( $L'$ , км), яка поєднує ствір та витік річки:

$$K_{зв} = \frac{L}{L'} =$$

Точність вимірювання довжини річки циркулем-вимірником залежить від характеру її мікрозвивистості, тому в одержані вимірювання (табл. 13, 14) вводиться поправочний коефіцієнт на звивистість (додаток 2).

**Коефіцієнт гущини річкової мережі** визначається з формули:

$$K_r = \frac{\sum L}{F}, \text{ км/км}^2$$

де  $\sum L$  - сумарна довжина усіх поверхневих водотоків басейну (головної річки та її притоків) у кілометрах;

$F$  – площа басейну у квадратних кілометрах.

**Коефіцієнт видовження басейну** ( $K_B$ ) визначається з формули:

$$K_B = \frac{L}{F} =$$

де  $L$  – довжина головної річки в кілометрах;

$F$  – площа басейну в квадратних кілометрах.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 22

### Завдання 6. Побудувати гідрографічну схему річки.

Для виконання схеми використовуються результати обчислювання з таблиць 4, 5. Головну річку треба виводити у вигляді прямої лінії, притоки першого порядку – у вигляді відрізків прямої, розташованих під кутом 30-45 градусів до головної річки. Притоки другого, третього і так далі порядків зображуються аналогічно відносно притоків попереднього порядку.

Масштаб обирається таким чином, щоб креслення розташувалося на аркуші паперу форматом А4 (203 × 288). На кресленні треба позначити відстань у кілометрах від створу головної річки до її витоків, а також довжину і назву притоків. Окремо підписується ствір та витік. Напрямок течії треба вказати стрілкою.

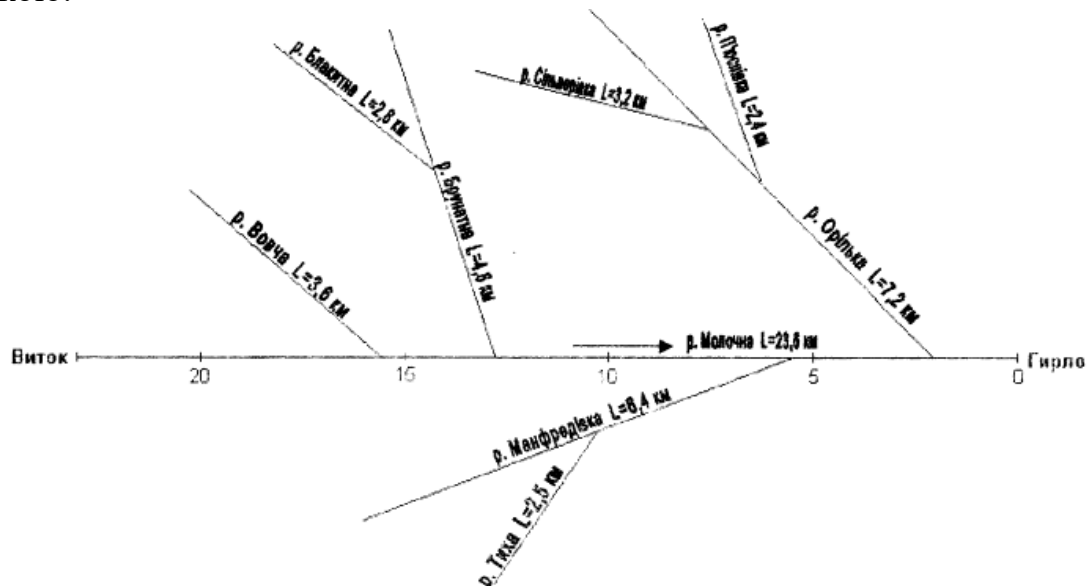


Рис. 7. Гідрографічна схема р. Молочної. М 1 : 150 000

**Завдання 7.** На основі результатів, отриманих в пунктах 1-5, скласти гідрографічний опис річки та її басейну.

**Терміни та поняття:** річка, струмок, стік, велика річка, середня річка, мала річка, річкова система, річковий басейн, вододіл, гідрографічна сітка, витік, гирло, долина річки, ерозія, русло, заплава, повінь, межень, паводок, основні морфологічні елементи русла (закрути, мілина, острів, плесо, переказ, фарватер, рукав, пляж).

### Контрольні питання:

1. Який водний об'єкт гідросфери називається річкою?
2. Який процес називається стоком?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 23

3. Як поділяють річки за розміром, джерелами живлення, умовами протікання, водним та льодовим режимом?
4. Що називається річковою системою, річковим басейном, вододілом?
5. Назвіть основні морфометричні характеристики річкового басейну. Які характеристики відносять до фізико-географічних та геологічних характеристик басейну річки?
6. Дати аналіз будови річкового басейну.
7. Які основні закономірності живлення річок?
8. Назвати елементи водного балансу річки.
9. Що називають водним режимом річки?

### **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 5**

#### **ТЕМА: ПОБУДОВА ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФІЛЮ РУСЛА РІЧКИ І ОБЧИСЛЕННЯ ЙОГО МОРФОМЕТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**Поперечним профілем русла** називають площину, яка перпендикулярна до напрямку течії потоку і обмежена знизу дном, із боків схилами русла, а зверху лінією горизонту води [5].

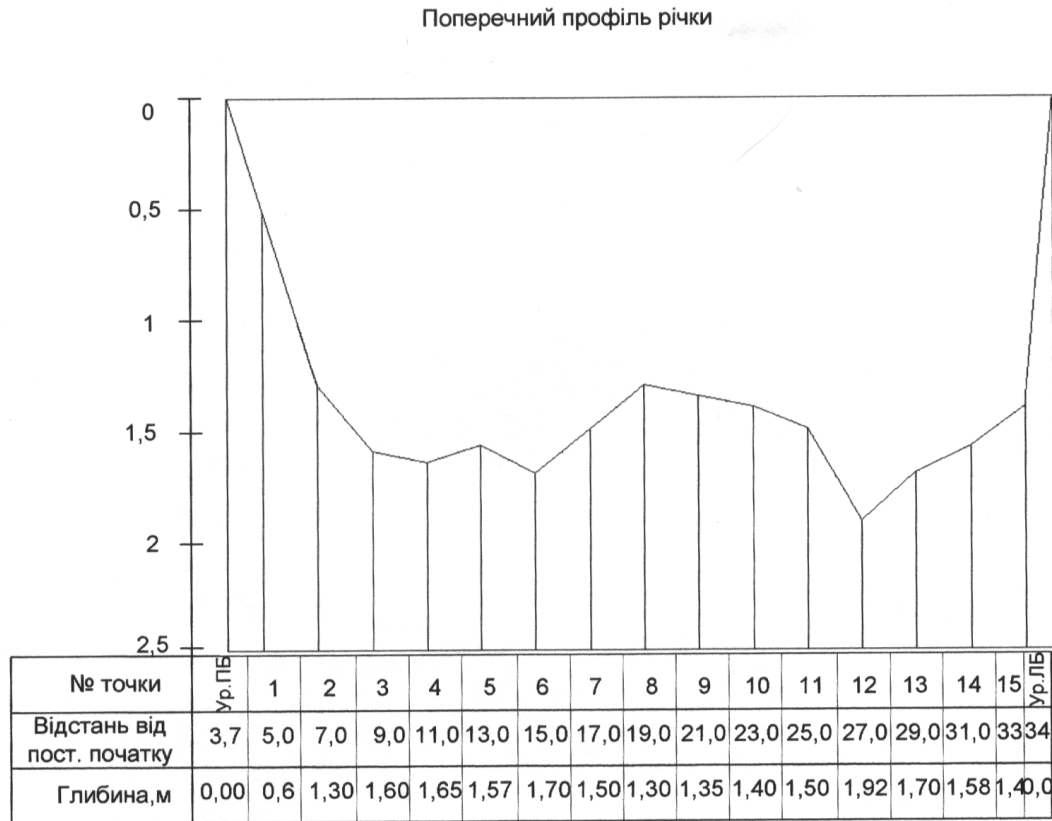
#### **Зміст роботи:**

1. Побудувати поперечний профіль русла річки.
2. Опрацювати журнал результатів промірів:
  - а) визначити відстань між промірними вертикалями;
  - б) обчислити середню глибину між промірними вертикалями;
  - в) визначити площу між промірними вертикалями.
3. Обчислити площу водного перерізу річки.
4. Визначити ширину річки.
5. Визначити максимальну та середню глибини річки в даному перерізі.
6. Визначити величину змоченого периметра.
7. Обчислити гідравлічний радіус.

#### **Хід роботи**

1. **Поперечний профіль будують** на міліметровому аркуші паперу у масштабах: горизонтальний 1 см – 2 м, вертикальний 1 см - 0,2 або 0,5 м (рис.1). Профіль будують за даними промірів русла. Точки дна з'єднують прямими

лініями. Нижче профілю (під відповідними промірними вертикалями) виписують результати проміру.



Масштаб: вертикальний 1 см - 0,25 м ; горизонтальний 1см - 2 м

Рис.1. Поперечний профіль річки

## 2. Опрацювання журналу промірів (табл.1):

а) Відстань між промірними вертикалями (граф 4 табл.1) визначається, як різниця відстані від постійного початку профілю до першої промірної вертикалі й урізу близького берега, а потім кожної наступної промірної вертикалі і попередньої.

б) Середня глибина між промірними вертикалями (граф 5) визначається як півсума глибин двох суміжних вертикалей.

в) Схема обчислення часткових площ між промірними вертикалями показана на рис. 2. Як видно з рис. 2, промірні вертикалі розбивають водний переріз на ряд трапецій і тільки берегові його ділянки можуть мати форму прямокутного трикутника, якщо глибина на урізі води дорівнює нулю. Площа ( $\omega_i$ ) кожної трапеції може виражатися формулою:



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 25

$$\omega_i = \frac{h_{n-2} + h_{n-1}}{2} \cdot b_{n-1}$$

де:  $h_{n-2}$ ,  $h_{n-1}$  - глибина суміжних промірних вертикалей;

$b_{n-1}$  - відстань між вертикалями.

Площа берегової ділянки, яка має форму трикутника, обчислюється за

формулою: 
$$\omega_i = \frac{h_1 b_1}{2}$$

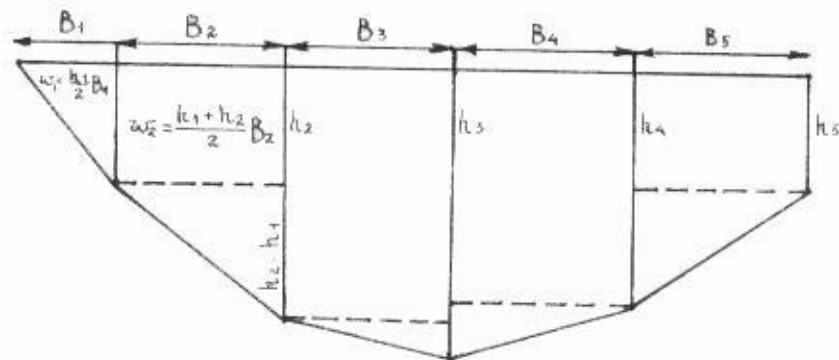


Рис. 2. Схема обчислення площі водного перерізу і довжини змоченого периметру

3. У журналі промірів (табл.1) загальна площа водного перерізу визначається як сума окремих площ, тобто шляхом складання величин, які містяться у графі 6:  $\omega = \sum \omega_i$

4. **Ширина річки (B)** - це відстань між урізами берегів, визначається за формулою:  $B = l_n - l_1$ ,

де:  $l_n$  - відстань від постійного початку профілю до урізу далекого берега;

$l_1$  - відстань від постійного початку профілю до урізу близького берега.

5. **Максимальна глибина** на профілі встановлюється за даними промірного журналу. **Середня глибина ( $h_{сер}$ )**- частка від ділення площі водного перерізу на ширину річки:

$$h_{сер} = \frac{\omega_i}{B}$$

6. **Змочений периметр (P)** - довжина підводного контуру поперечного перерізу водотоку. Схема обчислення довжини змоченого периметру показана на рис. 2. Змочений периметр обчислюється за формулою:

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

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 26

де: **b** - відстань між промірними вертикалями, м ;

**h** - глибина вертикалей, м.

7. *Гідравлічний радіус (R)* - частка від ділення площі водного перерізу на довжину змоченого периметру:

$$R = \frac{\omega}{P}$$

Таблиця 1

Журнал промірів русла річки \_\_\_\_\_

Рівень води \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Профіль № \_\_\_\_\_

Номер точки	Відстань від постійного початку, м	Глибина, м	Відстань між промірними вертикалями, м	Середня глибина між промірними вертикалями, м	Площа між промірними вертикалями, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6

Лабораторну роботу можна виконати і за допомогою комп'ютера.

*Порядок виконання*

1. *Визначення морфометричних характеристик ділянки русла між промірними точками.*

◇ Уведіть дані таблиці (табл. 1).

◇ Обчисліть середню глибину між промірними точками, уводячи в строку з адресою Д формулу = (C3 + C4)/2 (C3 і C4 - адреса чарунки з даними про глибини на урізах лівого берега і у першій промірній точці). Потім необхідно скопіювати формулу для всіх промірних точок.

◇ Обчислити відстань між промірними точками, уводячи в чарунку за адресою E4, формулу = B4 - B3 (B4 і B3 - адреса чарунки з даними про відстань від постійного початку до першої промірної точки і до уріза лівого берега, відповідно). Потім необхідно скопіювати формулу для всіх промірних точок.

◇ Обчисліть змочений периметр між промірними точками у вікні F3 за формулою:

$$= \text{корінь} (E4 \wedge 2 + (C4 - C3) \wedge 2).$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 27

◇ Обчисліть площу між промірними точками. У першу чарунку за адресою G уведіть формулу множенням відстані між промірними точками на середню глибину між цими точками. Потім необхідно скопіювати формулу для всіх промірних точок. Приклад обчислення морфометричних характеристик поперечного січення русла (див. табл. 2).

Таблиця 2

Приклад обчислення журналу \_\_\_\_\_

№	A	Б	С	Д	Е	F	G
1	Дані промірних точок						
2	№	Відстань від постійного початку, м	Глибина м	Середня глибина між точками, м	Відстань між промірними точками, м	Змочений периметр між точками, м	Площа між промірними точками, м <sup>2</sup>
3	Ур.л.б.	20,30	0,00				
4	1	22,00	0,66	= (C3+C4)/2	= B4 - B3	◇	= Д4 * Е4
5	2	24,00	1,23	Ⓜ	Ⓜ		Ⓜ
...	...	...	...	...	...		...
17	14	48,00	0,44	Ⓜ	Ⓜ		Ⓜ
18	Ур.п.б.	49,90	0,00	Ⓜ	Ⓜ		Ⓜ

2. Обчислення морфометричних характеристик поперечного профілю (табл. 3)

Таблиця 3

	A	B
20	Морфометричні характеристики	
21	$\omega$ , м <sup>2</sup>	= СУМ (G4 : G18)
22	B, м	= B18 - B3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 28

23	$h_{\text{сер}}$ , м	= B21 / B22
24	$h_{\text{max}}$ , м	= МАКС (С 3: С18)
25	$P$ , м	= СУМ (F4 : F18)
26	$R$ , м	= B21 / B25

- ◇ Обчисліть площу поперечного січення ( $\omega$ ), використовуючи дані розрахунків табл. 1 і функцію СУМ.
- ◇ Обчисліть ширину річки ( $B$ ), уводячи формулу різниці відстаней від постійного початку до правого і лівого урізків води.
- ◇ Обчисліть середню глибину ( $h_{\text{сер}}$ ) у поперечнику, уводячи формулу відношення площі поперечного січення до ширини річки.
- ◇ Обчисліть максимальну глибину ( $h_{\text{max}}$ ), використовуючи дані табл. 1 і функцію МАКС.
- ◇ Обчисліть змочений периметр поперечного січення ( $P$ ), використовуючи дані розрахунків табл. 1 і функцію СУМ.
- ◇ Обчисліть гідравлічний радіус ( $R$ ) поділом площі водного січення на змочений периметр.

### Контрольні запитання

1. Дайте визначення поперечного профілю річки.
2. Які морфометричні елементи живого перерізу?
3. Дайте визначення ширини річки.
4. Дайте визначення змоченого периметра.
5. Дайте визначення гідравлічного радіуса.
6. Як визначити середню і максимальну глибину річки?
7. Як визначається відстань між промірними вертикалями?
8. Як визначається середня глибина між промірними вертикалями?
9. Як можна визначити площу між промірними вертикалями?
10. Як будується поперечний профіль русла річки?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 29

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

### ТЕМА: СЕРЕДНІЙ БАГАТОРІЧНИЙ СТІК

Однією з основних гідрологічних характеристик є середній багаторічний стік. Характеристики річкового стоку служать основою багатьох гідрологічних розрахунків і прогнозів і використовуються у забезпеченні різних галузей народного господарства гідрометеорологічною інформацією.

До основних характеристик стоку відносять: середню багаторічну витрату води, об'єм стоку за певний період часу, модуль стоку, висота шару стоку і коефіцієнт стоку.

#### Зміст роботи

1. Обчислити середню багаторічну витрату води.
2. Визначити об'єм стоку, модуль стоку, висоту шару стоку і коефіцієнт стоку.
3. Обчислити модульні коефіцієнти за кожен рік.
4. Накреслити графік зміни річних витрат або модульних коефіцієнтів за період спостережень.
5. Скласти аналіз ходу стоку річки, її водності, виділити багатоводні періоди і періоди маловоддя.

#### Хід роботи

**Стік** – це переміщення води по земній поверхні, а також у товщі ґрунту та гірських породах у процесі кругообігу її в природі.

1. **Витрата води ( $Q, м^3/с$ )** - це об'єм води ( $у м^3$ ), що протікає через живий переріз водотоку за одиницю часу (секунду) і може бути визначена за формулою:

$$Q = \frac{\sum Qi}{n},$$

де:  $\sum Qi$  - сума середньорічних витрат води за весь період дослідження,  $м^3/с$ ;  $n$  - кількість років спостережень.

Таблиця 1

Середні річні витрати води

Річка \_\_\_\_\_

Пункт \_\_\_\_\_

Площа басейну \_\_\_\_\_  $км^2$

Середній річний шар опадів \_\_\_\_\_  $мм$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 30

Рік	Середні річні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Модульний коефіцієнт
1	2	3

Основними характеристиками стоку є:

**2.1. Модуль стоку  $M$  (л/с · км<sup>2</sup>)** - кількість води, що стікає з одиниці площі водозбору за одиницю часу і визначається за формулою:

$$M = \frac{Q \cdot 10^3}{F},$$

де:  $Q$  - середня багаторічна витрата води (м<sup>3</sup>/с);

$F$  - площа басейну, км<sup>2</sup>;  $10^3$  - перевідний множник із м<sup>3</sup> у літри.

**2.2. Сумарний об'єм стоку  $w$  (м<sup>3</sup>/рік)** - об'єм води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу (рік, місяць, добу):

$$W = Q \cdot T,$$

де:  $T$  - кількість секунд за рік;  $T=86400 \cdot 365=31,5 \cdot 10^6$  с.

**2.3. Шар стоку ( $m$ )** - це кількість води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу, подана у вигляді товщини шару, рівномірно розподіленого по площі цього водозбору і визначається за формулою:

$$y = \frac{w \cdot 10^3}{F \cdot 10^6} = \frac{w}{F \cdot 10^3},$$

де:  $10^3$  - перевідний множник із м у мм;

$10^6$  - перевідний множник із км<sup>2</sup> у м<sup>2</sup>.

**2.4. Коефіцієнт стоку ( $\eta$ )** - це відношення величин стоку ( $y$ ) до кількості опадів ( $x$ ), що випали на площу водозбору та спричиняють виникнення стоку:

$$\eta = \frac{y}{x}$$

**Модульні коефіцієнти ( $K_M$ )** визначають із відношення стоку даного року ( $Q_i$ ) до середнього багаторічного значення ( $Q$ ) стоку:

$$K_M = \frac{Q_i}{Q}$$

Модульний коефіцієнт характеризує водність даного року. Якщо значення  $K_M$  - понад 1,0, то роки багатоводні, а менше 1,0 - маловодні.

Сума модульних коефіцієнтів за певну кількість років має дорівнювати кількості років. Вираховані модульні коефіцієнти заносяться до таблиці 1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 31

Графік зміни річних витрат або модульних коефіцієнтів будується на стандартному аркуші міліметрового паперу ( рис. 1). У масштабі на горизонтальній осі відкладають роки, на вертикальній - відповідні витрати або модульні коефіцієнти. Точки сполучають під лінійку. На графіку слід провести горизонтальну лінію, яка відповідає величині середнього багаторічного стоку, або модульного коефіцієнта, рівного 1.0.

За результатами обчислень і графічної побудови необхідно зробити аналіз ходу стоку річки, зміни її водності, виділити багатоводні та маловодні періоди.

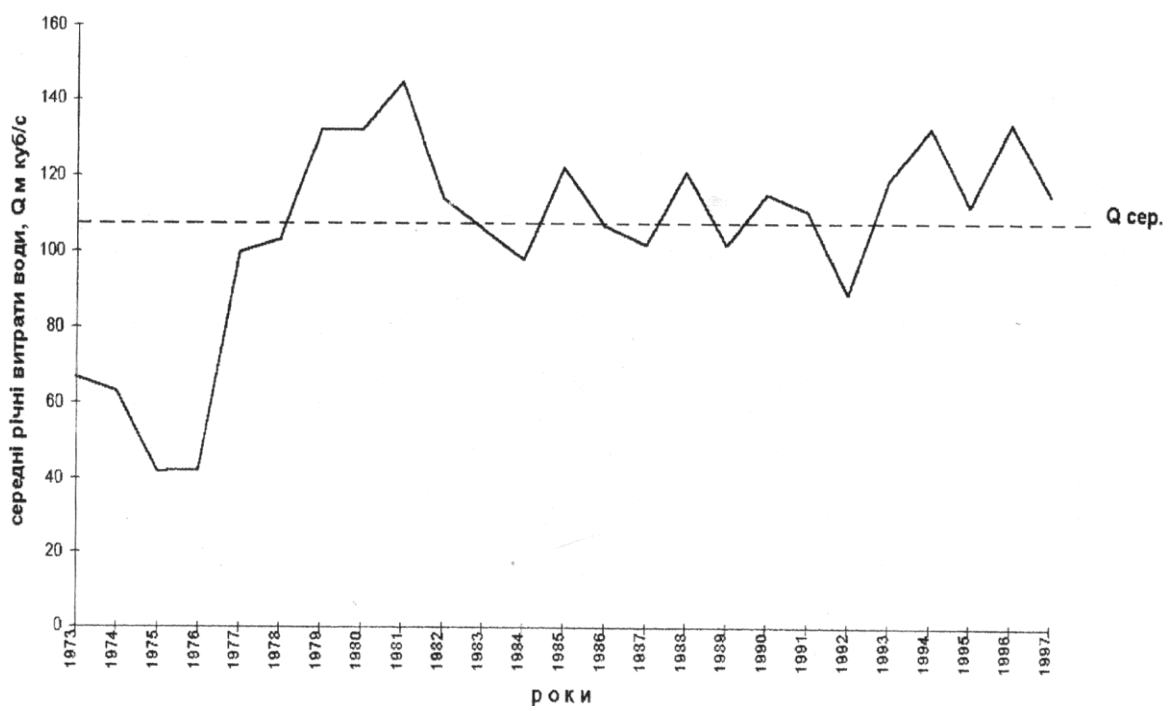


Рис.1. Середні річні витрати води р.Сіверський Донець – с.Яремівка

Лабораторну роботу можна виконати за допомогою комп'ютера

### **Порядок виконання**

1. Обчислити середню багаторічну витрату води

◇ Уведіть дані таблиці (табл. ).

Таблица 2

Річка Тетерів Площа басейну 15300 км<sup>2</sup>

Пункт м. Житомир Середній річний шар опадів 753 мм

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 32

Рік	Середні річні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Модульний коефіцієнт
2001	13,30	
2002	8,95	
2003	2,69	
2004	11,60	
2005	6,36	
2006	12,7	
2007	4,9	
2008	11,5	
2009	7,9	
2010	4,3	
2011	2,7	
2012	3,6	
2013	4,8	
2014	9,7	
2015	3,7	
2016	8,4	
2017	5,2	

◇ Відкриваєте програму Microsoft Excel і створюєте таблицю:

№	А	В	С	Д
1.	Рік	Середні річні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Середня багаторічна витрата води, м <sup>3</sup> /с	Модульний коефіцієнт
2.	2001	13,30	CP ЗНАЧ (B2 : B17)	= B2 : C2
3.	2002	8,95	®	= B3 : C3



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 33

4.	2003	2,69	®	®
5.	....	....	....	....
...	....	....	....	....
17.	2017	5,2		
18.		СР ЗНАЧ (В2 : В17)	СУМ (Д2 : Д17)	

◇ Потім визначаєте середню багаторічну витрату води, уводячи в чарунку В18 формулу: СР ЗНАЧ (В2 : В17) ОК. Значення середньої багаторічної витрати води занесли в усі чарунки за адресою С (С2 – С17).

2. Обчисліть модульні коефіцієнти за кожен рік, уводячи в чарунку Д2 формулу: = В2 : С2. Потім необхідно скопіювати формулу для модульних коефіцієнтів.

Сума модульних коефіцієнтів за певну кількість років має дорівнювати кількості років. Для визначення суми модульних коефіцієнтів уведіть формулу: = СУМ (Д2 : Д17)

3. Визначити характеристики стоку:

$$T=31,54 \cdot 10^6 \text{ с}; F=15300 \text{ км}^2; y=753 \text{ мм}.$$

№		
19.	W (сумарний об'єм стоку, м <sup>3</sup> / рік)	= В18*31,54*10 <sup>6</sup>
20.	М (модуль стоку, л/с · км <sup>2</sup> )	= (В18*10 <sup>3</sup> ) / 15300
21.	y (шар стоку, мм)	= С19 / 15300
22.	η (коефіцієнт стоку)	= С21 / 753

### Контрольні запитання

1. Дайте визначення стоку.
2. Які основні характеристики стоку?
3. Дайте визначення витрати води.
4. Як визначається об'єм стоку?
5. Як визначається висота шару стоку?
6. Як визначається модуль стоку?
7. Як визначається коефіцієнт стоку?
8. Як визначається модульний коефіцієнт? Що він характеризує?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 34

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

### ТЕМА: РОЗЧЛЕНУВАННЯ ГІДРОГРАФА РІЧКОВОГО СТОКУ

**Гідрограф** - це хронологічний графік зміни щоденних витрат води у певному створі водотоку (рис.1).

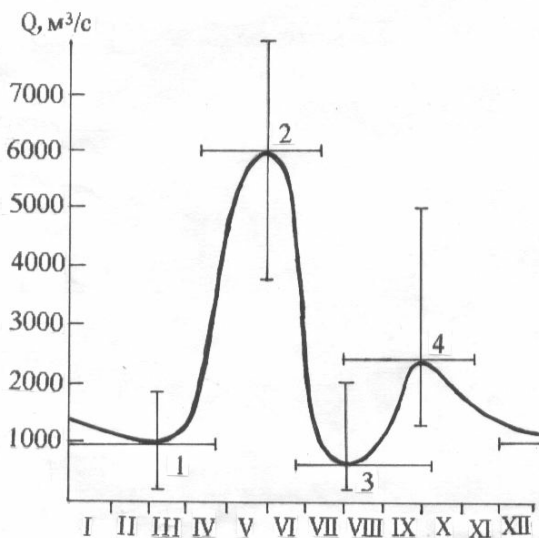


Рис. 1. Типовий гідрограф річки із східно-європейським типом водного режиму:

1. зимова межень,
2. весняна повінь,
3. літня межень,
4. літньо-осінній паводок

**Розчленування гідрографа** - це графічне виділення на гідрографі об'ємів води, які сформувалися за рахунок різних джерел живлення (рис.2).

Розчленування гідрографа за джерелами живлення необхідне для дослідження процесів формування стоку, а також для розвитку генетичних методів гідрологічних розрахунків та прогнозів.

Виділяють чотири види живлення річок: снігове, дощове, підземне, льодовикове (останнє на Україні - відсутнє). Кількість води, яку одержують річки від того або іншого джерела живлення, неоднакова в різних районах й залежить від сукупності фізико-географічних факторів, серед яких найважливішу роль відіграють кліматичні умови.

У водному режимі річок відзначається закономірне чергування протягом року періодів підвищеної та низької водності, які відбивають зміни умов живлення річки. Ці періоди називаються *фазами водного режиму*. Основними фазами водного режиму є водопілля, межень літня та зимова, фаза осінніх дощових паводків.

**Водопілля** - це фаза водного режиму річки у період весняного сніготанення, що характеризується високою водністю (рис.1). Кожне водопілля характеризується датою початку підйому та кінця спаду, датою проходження максимуму,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 35

об'ємом водопілля. За часом настання водопілля може бути весняним, весняно-літнім, літнім. За формою гідрографа весняне та весняно-літнє водопілля найчастіше буває одновершинним, а літнє - багатoverшинним, що пов'язане з коливанням температури повітря та зміною інтенсивності випадання дощів.

Різновидністю водопілля є *повідь* - це дуже високі водопілля, які призводять до затоплення значних площ у долинах річок.

**Паводок** - це фаза водного режиму річки, що може багаторазово повторюватися в різні сезони року, характеризується інтенсивним збільшенням витрат і рівнів води внаслідок дощів чи сніготанення під час відлиг. За часом настання паводки можуть бути зимовими, літніми, осінніми (менш чітко виражені та менш регулярні) та протягом усього року. Гідрограф стоку паводків складний, багатoverшинний (рис.1). Паводки поділяються на місцеві та транзитні, або верхові, які утворилися від дощів, котрі випали вище по течії. Об'єм води за паводок залежить від кількості опадів, тривалості їх та втрат на випаровування та просочування. Висота паводка залежить від інтенсивності дощу і морфології русла та заплави.

**Межень** - це фаза водного режиму річки, що повторюється щороку в одні й ті самі сезони та характеризується невеликою водністю, яка створюється внаслідок зменшення живлення річки. В цей час річка живиться в основному підземними (грунтовими водами). За часом настання межень буває літньою та зимовою, за характером коливання витрат - стійкою (степові рівнинні річки) і нестійкою, переривчастою (гірські річки); тривалою і короткою, за водністю - високою та низькою. Час настання і тривалість межені залежить від факторів, які визначають водний режим річок.

### Зміст роботи

1. Користуючись «Гідрологічним щорічником», складіть таблицю щоденних витрат води досліджуваної річки.
2. Складіть таблиці опадів та температури повітря району дослідження.
3. Побудуйте гідрограф річки.
4. Розчленуйте гідрограф річкового стоку за типами живлення.
5. Визначте величину кожного типу живлення (у відсотках від річного стоку) та переважаючий тип живлення.

### Хід роботи

1. Таблиця щоденних витрат води складається за даними «Гідрологічних щорічників» (табл.1).
2. Дані температури повітря і опадів вибираємо з метеорологічних довідників.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 36

3. Гідрограф річки будується на аркуші міліметрового паперу. В масштабі по вертикалі відкладаємо щоденні витрати води, по горизонталі - дні (наприклад, в 1мм - 2 дні) (рис.3).

На цьому ж графіку розташовують графіки зміни опадів і температури повітря (вище гідрографа).

Таблиця 1

Щоденні витрати води, м<sup>3</sup>/с

Річка Сіверський Донець

Пункт м. Зміїв

Число	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	13,8	10,1	101	48,4	25,6	10,6	5,61	6,58	6,11	7,70	9,41	9,86) *
2	12,3	10,3 )	83,2	52,1	24,4	10,1	5,71	6,58	6,23	7,70	9,58	10,2) *
3	11,3	10,6 )	68,0	49,6	23,8	9,92	5,71	6,58	6,62	7,80	9,58	10,3 )
4	9,70	10,4 )	61,3	35,7	22,6	9,64	5,81	6,68	6,84	7,96	9,41	10,7 )
5	9,20	10,6 )	57,2	31,4	21,4	9,36	5,81	6,43	6,71	7,96	9,52	10,8 )
6	8,87	11,0 )	50,7	27,1	20,8	9,20	5,81	6,43	6,71	8,11	9,86	10,9 )
7	8,33	11,0 )	46,9	23,4	19,2	8,58	5,81	6,43	6,97	8,11	9,86	10,9 )
8	8,23	10,8 )	44,7	188	19,9	8,09	5,80	6,43	7,10	8,37	9,98	10,8 )
9	8,08	11,5 )	41,3	160	19,4	7,81	5,90	6,78	7,10	8,37	9,98	10,9
10	7,90	14,9 )	38,9	102	19,2	7,67	6,11	6,78	7,20	8,69	9,98	10,8
11	7,96	26,2 )	38,2	90,0	18,5	7,45	6,11	6,52	7,20	8,80	10,1	10,6
12	7,85	36,7 )	35,9	75,6	18,3	7,17	6,00	6,02	7,30	8,96	10,1	10,8
13	7,78	45,1 )	34,5	69,0	17,9	7,17	6,00	6,02	7,30	8,96	10,1	10,4
14	7,07	77,2 )	32,6	67,2	17,7	6,94	5,87	6,02	7,07	9,12	10,3	11,2
15	7,32	12,3 )	31,9	58,6	17,8	6,72	5,87	6,27	7,07	9,12	10,3	20,6
16	7,77	19,3 )	37,4	53,0	17,8	6,72	5,87	6,27	7,30	9,28	10,3	22,0
17	8,35	25,5 )	50,7	48,4	17,5	6,83	5,96	6,27	7,30	9,28	10,4	19,4 )
18	10,8	31,7 •	62,6	46,4	16,9	6,72	5,73	6,02	7,40	9,07	10,4	19,4 ) :
19	11,1 )	34,7 •	70,7	45,5	16,5	6,72	5,73	6,27	7,40	9,07	10,3	19,7 )
20	10,4 )	46,4 •	13,4	43,8	16,5	6,72	5,71	6,27	7,30	9,07	10,1	18,9 )
21	9,74 )	55,6 •	14,2	43,3	15,4	6,50	5,71	6,27	7,30	9,18	10,1	18,6 )
22	9,43 )	73,4 )	14,5	42,9	14,8	6,50	5,71	6,27	7,50	9,18	10,1	19,7
23	9,36 )	64,2 )	17,5	42,5	14,6	6,27	6,03	6,02	7,50	9,18	10,3	18,6
24	9,38 )	48,4 )	20,2	41,3	14,0	6,04	5,91	6,02	7,49	9,18	10,1	16,8
25	9,49 )	33,0 )	24,6 •	39,7	13,4	4,90	6,15	6,02	7,49	9,18	10,1	15,6
26	9,40 )	27,1 )	33,5	38,2	11,8	5,93	5,79	5,88	7,49	9,18	10,6	14,6
27	9,50 )	21,9 )	35,2	35,6	11,2	6,03	6,24	5,88	7,49	9,18	10,6 )	14,8
28	9,69 )	14,4 )	36,8	32,6	11,2	5,80	6,36	5,96	7,49	9,30	10,5	15,1
29	10,4 )		38,0	30,6	11,4	5,61	6,49	5,96	7,49	9,30	9,94	15,6
30	10,4 )		39,1	29,3	11,2	5,72	6,58	5,96	7,70	9,30	9,07	15,6
31	10,7 )		41,3		10,7		6,58	5,96		9,41		14,8

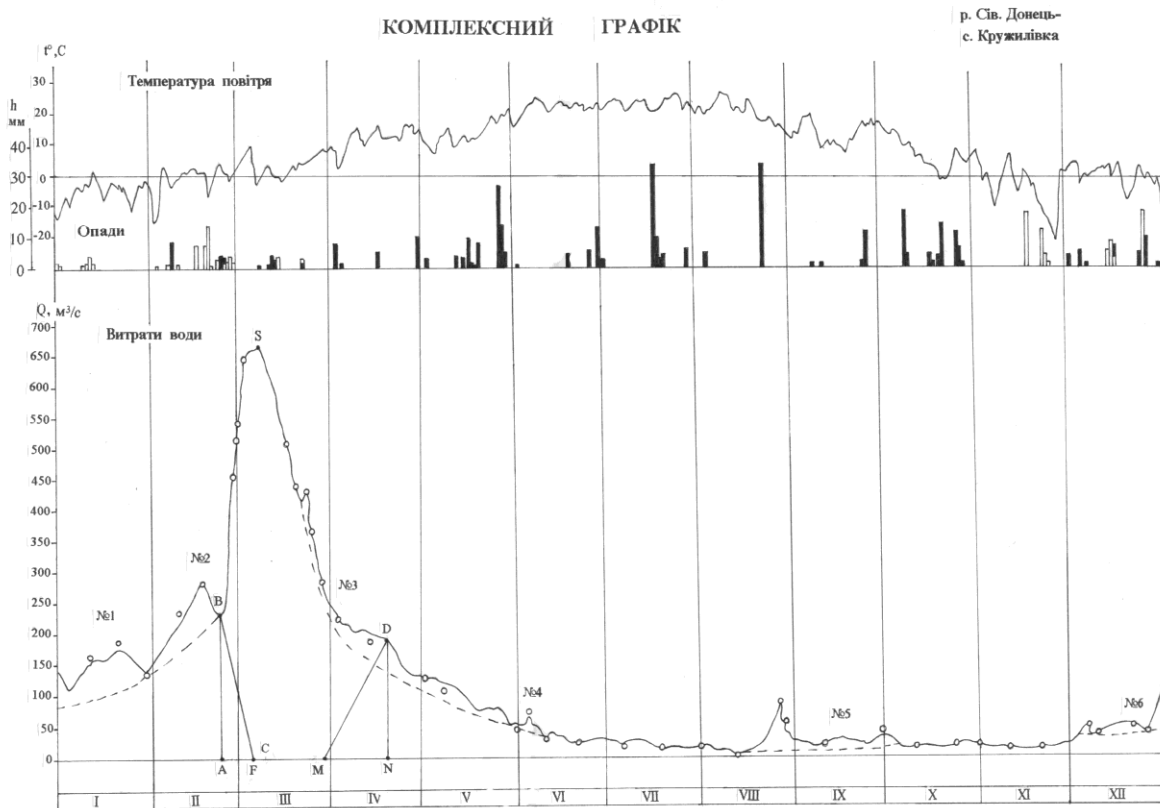


Рис. 3. Комплексний графік р.Сів. Донець - с. Кружилівка

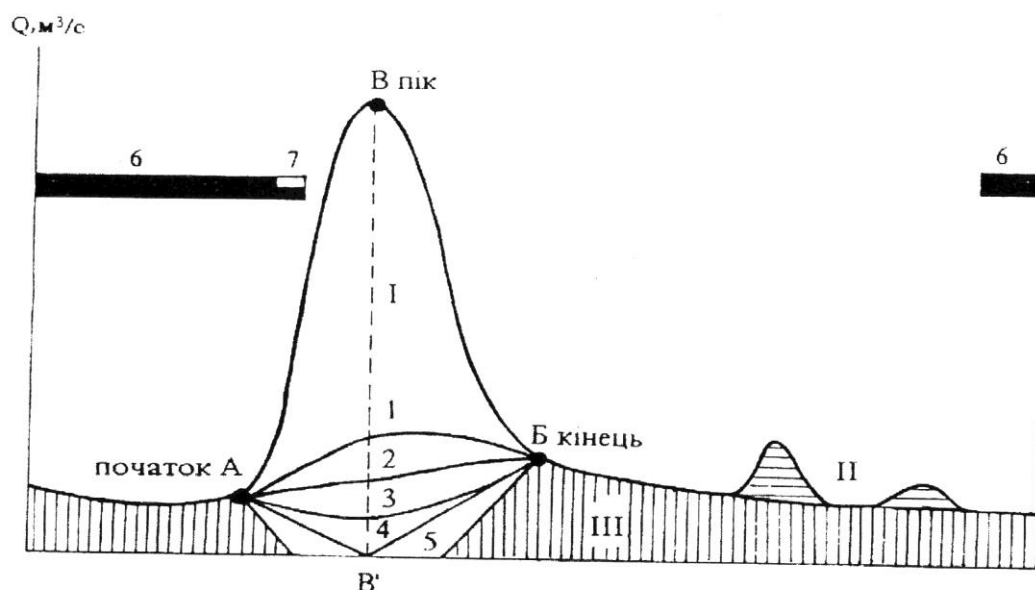
**4.** Кількісна оцінка частки різних видів живлення у формуванні стоку зазвичай здійснюється за допомогою графічного розчленування гідрографа за видами живлення.

Найпростіший спосіб розчленування гідрографа полягає в тому, що на гідрографі прямими або плавними лініями з'єднують точки мінімальних витрат передвесняного періоду і усі поодинокі мінімуми меженного періоду в проміжках між паводками. Виділення літніх паводків у даному випадку здійснюється шляхом перетину гілок підняття з лінією підземного стоку. За таким способом розчленування гідрографа не враховуються особливості режиму стоку підземних вод у річці, що є суттєвою недоліком.

Пропонуються й інші способи розчленування. Так, А.В. Огієвський запропонував таку схему, спочатку проводять лінію глибоководного живлення, яка відповідає мінімумам посушливих років. Потім проводять лінію виснаження підземного живлення до перетину з глибоководним, далі живлення вважається постійним до максимуму весняної повені. Потім підземне живлення збільшується до точки кінця спаду весняної повені, яку потім плавно з'єднують із літнім мінімумом, після чого вона знову починає зростати.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 38

Найбільш важко виділити підземне живлення в період повені або великих паводків. В залежності від характеру взаємодії поверхневих і підземних вод Б.В. Поляковим, Б.І. Куделіним, К.В. Воскресенським, М.І. Львовичем, О.В. Поповим і ін. дослідниками запропоновано ряд схем розчленування гідрографа. Найбільш загальні закономірності такі. За відсутності гідравлічного зв'язку річкових та ґрунтових вод, що характерно для гірських річок, підземне живлення в період повені або високого паводка повторює хід гідрографа, але в більш згладжуваному вигляді і з деяким запізненням максимуму в часі (рис.2, I).



**Рис. 2. Схема розчленування гідрографа річки за видами живлення:**

1. при відсутності гідрологічного зв'язку річкових і поверхневих вод;
2. на малих і середніх річках;
3. при наявності постійного зв'язку;
4. якщо немає гідрологічного зв'язку;
5. при тривалому стоянні високих рівнів;
6. льодостав;
7. льодохід.

I– снігове, II– дощове, III– підземне; А, Б, та В–початок, кінець і пік повені; 1-5 – лінії, що розділяють снігове та підземне живлення в період повені при різному характері взаємодії річкових і ґрунтових вод.

При наявності постійного або тимчасового гідравлічного зв'язку річкових і ґрунтових вод на підйомі водопілля, внаслідок підпору річкою ґрунтових вод, підземне живлення зменшується і досягає свого мінімуму при найбільшому рівні води в річці (рис.2, III). При тривалому стоянні високих рівнів, що

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 39

найбільш характерно для великих річок, відбувається фільтрація річкової води в ґрунт («від'ємне підземне живлення» рис.2, V), а на спаді повені або на початку межені ці води повертаються до річки. Якщо не має даних про взаємозв'язок річкових і ґрунтових вод (для рівнинних річок), то умовно приймають величину підземного живлення в період піку водопілля рівною нулю (рис.2, IV).

Але в багатьох випадках, особливо на середніх та малих річках, межа підземного живлення на гідрографі проводиться по прямій лінії, яка з'єднує точки початку і кінця водопілля (рис.2, II).

Виникають труднощі також і під час поділу дощового та снігового живлення, особливо навесні та восени. В цих випадках для більш надійного розчленування гідрографа за видами живлення потрібно знати дані дощових опадів та температури повітря (рис.3).

Вам потрібно зробити розчленування гідрографа одним із наведених методів.

**5.** Площа, обмежена лінією гідрографа та осями координат, відповідає 100 % річного стоку. Площі, що відповідають окремим видам живлення, необхідно співвіднести до загальної площі і тоді ми отримаємо кількісний вислів типів живлення досліджуваної річки та визначимо переважаюче з них.

За результатами розрахунків та графіком необхідно скласти аналіз умов формування стоку річки її живлення. При цьому необхідно керуватися також загальними даними про річки, які є в «Гідрологічному щорічнику»: площа водозбору, довжина, де протікає і куди впадає річка.

### Контрольні запитання

1. Які основні джерела живлення річок?
2. Якими основними факторами обумовлюється водоносність річок і як вона змінюється?
3. Дайте визначення водопілля (повені).
4. Дайте визначення паводка.
5. Дайте визначення межені.
6. Дайте визначення гідрографа.
7. Класифікація В.Д. Зайкова.
8. Класифікація М.І. Львовича.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 40

## **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 8 (2 ГОД.)**

### **Тема: МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРА. ТИПИ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СТРАТИФІКАЦІЇ**

**Мета:** навчитися визначати основні морфометричні характеристики озера, будувати план озера в ізобатах та його поперечний профіль, аналізувати графіки типів температурної стратифікації.

**Література:** Клименко В .Г. Загальна гідрологія: Навчальний посібник для студентів. – Харків, ХНУ, 2008. – 144 с.

**Обладнання:** олівці, лінійка, циркуль.

#### **Теоретичні відомості**

**Озеро** – це природне водоймище суші із сповільненим водообміном. Озера не мають прямого зв'язку з океаном. У розвитку озер виділяють такі фази: юності, зрілості та старості.

Фаза юності відповідає періоду утворення озера, коли воно зберігає свою форму майже незмінною і коли озерні відклади не справляють помітного впливу на його ложе.

Фаза зрілості характеризується утворенням берегової обмілини, появою дельт у місцях впадіння річок, розвитком водної рослинності.

Фаза старості настає тоді, коли рельєф улоговини згладжується відкладами наносів, а за рахунок переформування і руйнування берегів і відносів річкових дельт берегова обмілина розширюється; істотно зменшуються глибини озера і водяна рослинність поширюється по всій його акваторії. Далі воно заростає, цілковито перетворюючись у болото.

За розмірами озера поділяють на:

- дуже великі з площею понад 1000 км кв;
- великі – від 101 до 1000 км кв;
- середні – від 10 до 100 км кв;
- малі — менше 10 км .

За походженням озерних котловин вирізняють такі **типи озер**:

- *тектонічні* – розташовані у великих тектонічних прогинах на рівнинах (Ладозьке, Онезьке, Чад, Ейр, Великі Американські озера); у потужних тектонічних передгірських впадинах (Балхаш); у місцях великих тектонічних тріщин - рифтів, скидів, грабенів (Байкал, Танганьїка, Ньяса, Рудольф, Альберт та ін);

- *вулканічні озера* – поширені в районах сучасного і давнього вулканізму: утворені в кратерах згаслих вулканів (озера Японських островів, 0. Ява та ін.); унаслідок підгачування річок продуктами вулканізму (Ківу, Севан, Кривоцьке).



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 41

• *льодовикові озера* – утворені внаслідок діяльності сучасних або давніх льодовиків. Поділяють на:

○ *трогові* (Женевське, озера Скандинавії, Карелії, Кольського півострова);

○ *карові* (гірські озера Карпат, Кавказу та ін);

○ *моренні* (Сайма, Селігер).

• *карстові озера* – утворені в районах залягання вапняків, доломітів, гіпсів, що розмиваються підземними водами і руйнуються унаслідок хімічного вивітрювання (озера Уралу, Кавказу, Полісся та ін.).

• *термокарстові озера* – поширені в районах багаторічної мерзлоти, утворені внаслідок протаювання і просідання ірунгів (озера Якутії, півночі Північної Америки та ін.).

• *суфозійні озера*, котловини яких утворені внаслідок просідання, зумовлене вимиванням підземними водами дрібних частин ґрунту (озера лісостепових районів Сибіру).

• *річкові озера*, котловини яких пов'язані із ерозійною та акумулятивною діяльністю річок (водно-ерозійні, водно-акумулятивні): озера стариці; плесові; дельтові; лиманні та лагунні озера.

• *метеоритні озера* (Каалі в Естонії).

Основні **морфометричні характеристики озер**: площа дзеркала, довжина, ширина, глибина, об'єм водної маси, ступінь розвитку берегової лінії. Для визначення морфометричних характеристик озера необхідно мати **батиметричну карту озера**. Батиметричну карту складають на основі промірів глибин і топографічного знімання озера. Усі морфологічні елементи озера змінюються зі зміною рівня води.

Температурний режим вод озер залежить від співвідношення між надходженням і втратою тепла, від розподілу цього тепла в озерній воді.

Основним джерелом тепла, яке надходить на водну поверхню озера влітку, є сонячна радіація. Інші джерела тепла (конvekція, турбулентний теплообмін з атмосферою, дном та берегами, надходження тепла за рахунок притоку річкових вод) приносять до озера незначну кількість енергії.

Основними втратами тепла є втрати на випаровування. Утрати тепла на турбулентний теплообмін та на випромінювання невеликі.

Унаслідок коливання основних елементів теплового балансу запаси тепла в озерах періодично змінюються, тому вода в них нагрівається або охолоджується.

За особливостями температурного режиму озер помірного поясу виділяють три основні періоди: *весняного й літнього нагрівання та осіннього охолодження*.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 42

Перед скресанням навесні з посиленням сонячної радіації поверхневі шари води нагріваються. Теплі, більш густі частки води опускаються глибше, а на їхнє місце піднімаються холодні, менш густі. Виникає конвекційне перемішування і вся товща води в озері набуває температури, яку має вода в придонному шарі. Настає період **весняної гомотермії** (явище незмінності температури води по глибині водойми), яка триває доти, поки вся маса води не прогріється до температури найбільшої густини - 4 °С

При подальшому нагріванні більш теплі води зосереджуються в поверхневих шарах, а холодніша вода - коло дна. Виникає **пряма температурна стратифікація**. У верхньому прогрітому шарі встановлюється більш-менш однорідна температура (**епілімніон**), тим часом як у глибинних шарах зберігаються холодні води (**гіполімніон**). Між теплим і холодним шарами води є проміжний шар, температура якого різко знижується з глибиною (**металімніон**).

Період осіннього охолодження характеризується охолодженням води спочатку в поверхневому шарі, а потім по всій товщі до температури найбільшої густини - 4 °С (**осіння гомотермія**). При подальшому охолодженні виникає **обернена стратифікація** (підвищення температури з глибиною), температура поверхневих вод знижується до 0 °С і озеро вкривається льодом.

### Хід роботи:

**Завдання 1.** Заповнити таблицю 16.

Таблиця 16

Типи озер за походженням

Типи озер	Умови утворення	Приклади озер відповідного типу

**Завдання 2.** Побудувати стовпчикові діаграми максимальних глибин і площ найбільших озер земної кулі за даними таблиці 17.

Таблиця 17

Найбільші озера земної кулі

Озеро	Площа, тис. км <sup>2</sup>	Найбільша глибина, м	Озеро	Площа, тис. км <sup>2</sup>	Найбільша глибина, м

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 43

Каспійське	371	1025	Верхнє	84,1	393
Аральське	64	67	Вікторія	69	80
Байкал	31,5	1620	Гурон	59,7	208
Ладозьке	17,7	230	Мічиган	58,1	281
Онезьке	9,7	120	Танганьїка	34	1470
Іссик-Куль	6,28	668	Онтаріо	19,55	236

**Завдання 3.** Намалювати схему будови озера, вказати його основні елементи.

**Завдання 4.** За даними таблиці 18 викреслити план озера в ізобатах за масштабом 1 см = 20 м. Ізобати провести через 1 м. Відстань між створами 80 м.

Таблиця 18

Створ 1 L = 384 м		Створ 2 L = 400 м		Створ 3 L = 546 м		Створ 4 L = 378 м	
Відстань від урізу, м	Глибина, м	Відстань від урізу, м	Глибина, м	Відстань від урізу, м	Глибина, м	Відстань від урізу, м	Глибина, м
0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
10,0	0,60	12,0	0,50	26,0	0,50	10,0	0,40
60,0	1,60	40,0	1,30	82,0	3,70	22,0	0,90
94,0	2,50	72,0	2,90	130	4,60	52,0	1,70
130	6,00	98,0	4,30	170	4,60	70,0	2,00
176	7,00	121	4,60	224	4,50	82,0	2,20
208	7,00	148	4,90	266	4,90	120	2,50
240	6,30	178	4,70	304	5,80	152	2,70
270	5,60	214	4,60	358	6,80	192	3,40
296	4,60	240	4,40	404	7,20	230	3,70
324	3,00	270	4,20	460	5,70	286	2,70
344	2,00	300	4,00	494	1,60	322	1,50
370	0,60	330	3,00	538	0,80	362	0,60
384	0,00	350	1,50	546	0,00	378	0,00

**Завдання 5.** Користуючись планом озера (завд. 4), визначте його морфометричні характеристики. Дані занести до таблиці 19.

Таблиця 19

Рік обстеження	Площа дзеркала, км <sup>2</sup>	Довжина, км	Довж. берег. лінії, м	Об'єм, тис. м <sup>3</sup>	Найбільша шир., м	Сер. шир., м	Найбільша глиб., м	Сер. глиб., м

**Завдання 6.**

6.1. Викреслити криві розподілу температур у озері по вертикалі в різні сезони року на основі даних таблиці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 44

*Примітка.* Всі три криві будують на одному графіку. На осі абсцис відкладають температури, на осі ординат – глибини в метрах. Нульова глибина повинна бути розміщена у верхній точці осі ординат. Масштаби: вертикальний – в 1см 5м; горизонтальний – в 1см 2°.

Таблиця 20

### Розподіл температур в озері по вертикалі

Глибина, м	t°C 1	t°C 2	t°C 3	Глибина, м	t°C 1	t°C 2	t°C 3
0	0,0	20	2,0	40	2,3	8,2	4
10	0,6	18	2,5	50	2,9	6,1	4
20	1,3	11,3	3,0	60	4,0	5,0	4
30	1,8	10,7	3,8				

6.2. Проаналізувати графіки. Вказати тип температурної стратифікації по кожному з трьох графіків.

**Терміни та поняття:** озеро, озерність, типи озер за походженням (тектонічні, вулканічні, метеоритні, трогові, карові, моренні, карстові, термокарстові, еолові, морського та річкового походження, лимани, лагуни, органігенні озера), котловина, ложе, пелагіаль, профундаль, гідрологічний режим озера, пряма температурна стратифікація, обернена температурна стратифікація, типи температурного режиму озера (полярні, тропічні, помірного клімату).

### Контрольні запитання

1. Дайте визначення озера.
2. Які особливості термічного режиму озер?
3. Рівняння теплового балансу озера.
4. Що таке зворотна температурна стратифікація?
5. Що таке пряма температурна стратифікація?
6. Що таке гомотермія?
7. Що таке металімніон?
8. Що таке гіполімніон?
9. Що таке епілімніон?
10. Класифікація Ф.А.Фореля.

<b>Житомирська політехніка</b>	<b>МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ</b> <b>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»</b> <b>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015</b>	<b>Ф-23.07-</b> <b>05.02/2/101.00.1/183.00.1/</b> <b>103.00.1/Б/ОК12-2020</b>
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 79 / 45</i>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 46

## **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 9 (2 ГОД.)**

### **Тема: ЛЬОДОВИКИ. СНІГОВА ЛІНІЯ**

**Мета:** вивчити та узагальнити основні відомості про утворення, існування та рух льодовиків, виявити закономірності існування снігової лінії на різних висотах, охарактеризувати гідрологічний режим льодовиків та їх роль у живленні річок.

**Обладнання:** фізична карта світу, олівці, лінійка.

#### **Питання по темі для обговорення, самостійного вивчення та осмислення:**

Які водні об'єкти називаються льодовиками? Яку функцію виконують льодовики на земній кулі? Які основні закономірності утворення льодовика? Назвіть головні причини існування льодовика. На які типи поділяються льодовики? Будова льодовика. Що є основним джерелом живлення льодовика? Охарактеризувати зону акумуляції та зону абляції. Як відбувається рух льодовиків? Вказати роль льодовиків у живленні та режимі річок.

#### **Хід роботи:**

**Завдання 1.** **Користуючись** додатковим теоретичним матеріалом, дати аналіз карти сучасного зледеніння. Виявити основні причини існування льодовиків.

**Завдання 2.** Нанести на контурну карту світу райони найбільшого сучасного зледеніння.

**Завдання 3.** За даними таблиці 10 побудувати графік висоти снігової лінії на різних широтах земної кулі.

Масштаб: горизонтальний 1 см = 5 град., вертикальний 1 см = 300 м.

Поясніть різницю висотного положення снігової лінії по широтах.

Таблиця 10

#### **Висотні положення снігової лінії по широтах**

Широта, град.	Висота снігової лінії, м		Широта, град.	Висота снігової лінії, м	
	північна півкуля	південна півкуля		північна півкуля	південна півкуля
90 – 80	650	0	40 – 30	4900	3200
80 – 70	790	0	30 – 20	5250	5300
70 – 60	1150	0	20 – 10	5475	5780
60 – 50	2500	890	10 – 0	4675	4720

50 – 40	3170	1700			
---------	------	------	--	--	--

**Примітка:** На осі ординат відкладають висоти снігової лінії, на осі абсцис – географічну широту.

**Завдання 4.** Проаналізувати графіки.

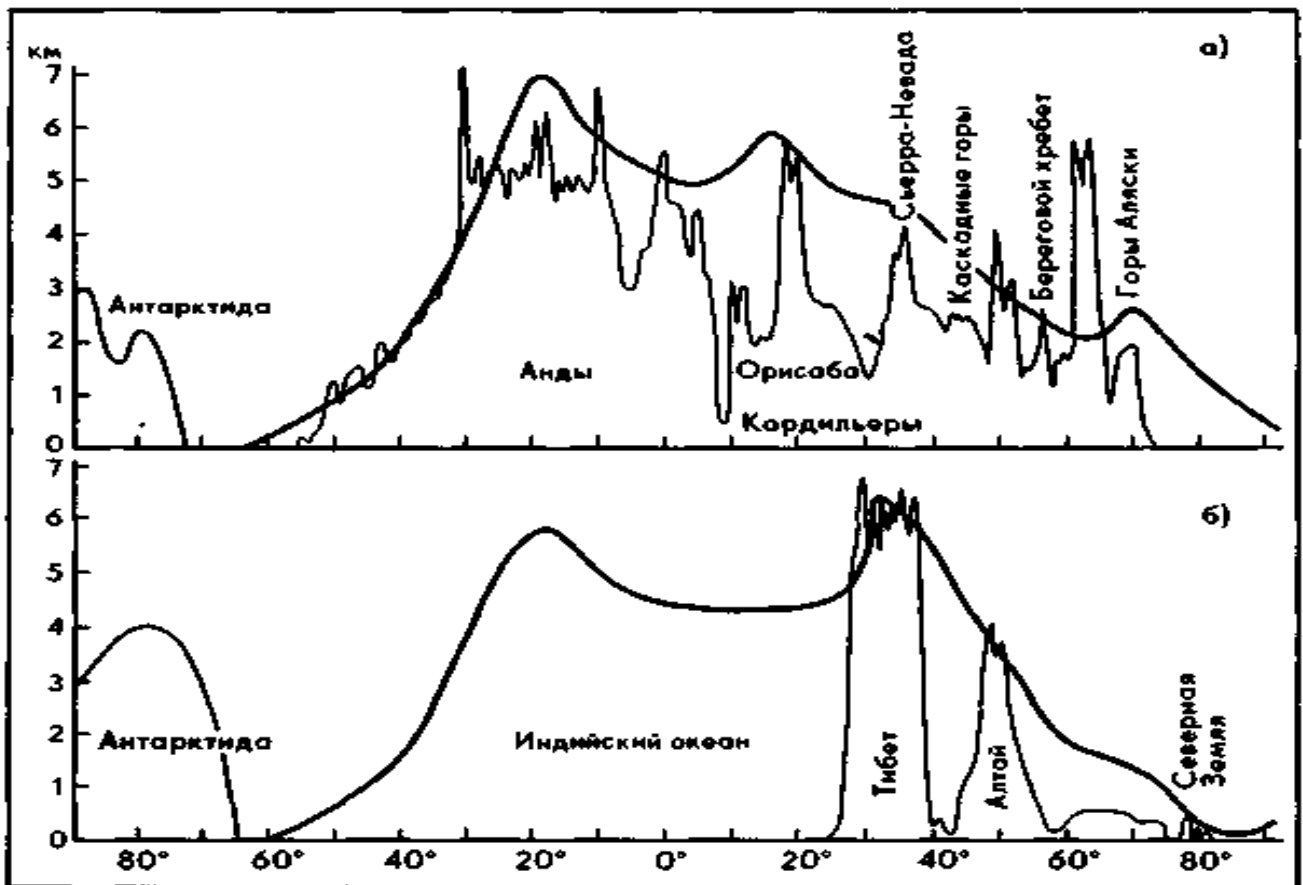


Рис. 3. Висота снігової лінії: а) вздовж Анд Південної та Кордильєр Північної Америки; б) вздовж 90-110° сх. д.

*Аналіз провести за наступним планом:*

1. Чим обумовлено положення кліматичної снігової лінії?
2. В яких районах снігова лінія займає найнижче та найвище положення? Чому?
3. Чому в південній півкулі кліматична снігова лінія знаходиться нижче, ніж у північній?
4. Опираючись на графіки, вказати, які райони земної кулі постійно покриті льодом? Чим це обумовлено?
5. Яка головна причина та основні умови існування льодовиків?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 48

**Терміни та поняття:** льодовик, снігова лінія, покривні льодовики (льодовикові куполи, льодовикові щити, вивідні льодовики, шельфові льодовики), гірські льодовики, область живлення (акумуляції), область витрати (абляції), фірн, наст, фірнове поле, льодовиковий язик, морени, режеляція, режим льодовика.

### Контрольні запитання:

- 1) Які водні об'єкти називаються льодовиками?
- 2) Яку функцію виконують льодовики на земній кулі?
- 3) Які основні закономірності утворення льодовика?
- 4) Назвіть головні причини існування льодовика.
- 5) На які типи поділяються льодовики?
- 6) Будова льодовика.
- 7) Що є основним джерелом живлення льодовика?
- 8) Охарактеризувати зону акумуляції та зону абляції.
- 9) Як відбувається рух льодовиків? Вказати роль льодовиків у живленні та режимі річок.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 10 (2 ГОД.)

### Тема: ТИПИ ТА РУХ ПІДЗЕМНИХ ВОД. КОЕФІЦІЄНТ ФІЛЬТРАЦІЇ. ШВИДКІСТЬ РУХУ ПІДЗЕМНИХ ВОД

**Мета:** вивчити основні типи підземних вод за гідравлічними умовами, виявити закономірності руху підземних вод, розв'язувати задачі на розрахунки швидкості руху та коефіцієнту фільтрації підземних вод.

**Обладнання:** олівці, лінійка.

### Хід роботи:

**Завдання 1.** Намалювати в зошиті схему залягання водотривких та водопроникних порід (Рис. 4). Користуючись умовними знаками, вказати області розповсюдження різних типів підземних вод: ґрунтових, міжпластових безнапірних і міжпластових напірних.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 49

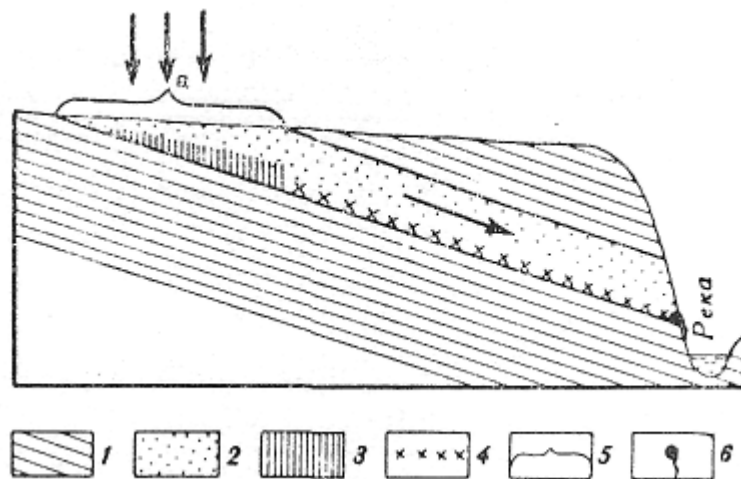


Рис. 4. Схема залягання водотривких та водопроникних порід:  
1 — водотривкі породи; 2 — водопроникні породи; 3 — ґрунтові води; 4 — міжпластові води; 5 — область живлення; 6 — джерело

**Завдання 2.** Намалювати схему (Рис. 5) та назвати елементи будови артезіанського басейну. Які із скважин відносяться до самовиливних?

1, 2, 3, 4, 5 -?

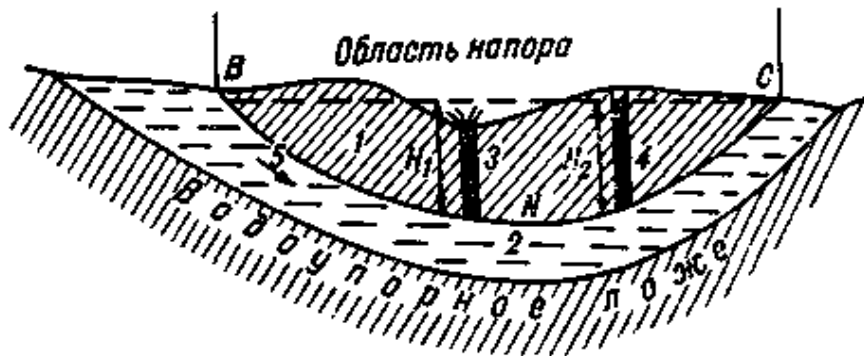


Рис. 5. Будова артезіанського басейну

**Завдання 3.** Визначити швидкість руху ґрунтових вод з нахилом водоносного пласта 0,0025 та коефіцієнтом фільтрації 0,5 см/с. Для розрахунків користуватися формулою:  $V = K_f * I$ , де  $V$ - швидкість руху підземного потоку,  $K_f$ - коефіцієнт фільтрації,  $I$ - нахил.

**Завдання 4.** Визначити, у якому ґрунті протікають підземні води, якщо швидкість цих вод 0,5 м/доб з нахилом водоносного шару 0,003. При розв'язуванні задачі можна користуватися даними про середні значення коефіцієнта фільтрації для різних ґрунтів.

Таблиця 11

## Середні значення коефіцієнта фільтрації для різних ґрунтів

Порода	Коефіцієнт фільтрації, м/доб	Порода	Коефіцієнт фільтрації, м/доб
Глина	0,001	Пісок дрібнозернистий	1-5
Суглинок легкий	0,05-0,10	Пісок крупнозернистий	20-50
Супісь	0,10-0,50	Гравій	20-150
Лес	0,25-0,50	Галька	100-500

**Завдання 5.** Визначити швидкість руху підземних вод, якщо різниця між рівнями стояння води у ґрунті на кінцевих точках водоносного шару дорівнює 5 м, довжина підземного потоку 10 км, коефіцієнт фільтрації дорівнює 0,5 см/с.

$I = (H_1 - H_2)/L$ , де  $I$  – нахил водоносного шару,  $H_1$  – перша точка рівня стояння води у ґрунті,  $H_2$  – друга точка рівня стояння води у ґрунті,  $L$  – довжина підземного потоку.

**Завдання 6.** Побудувати та проаналізувати графік коливання рівня ґрунтових вод в пункті А, що знаходиться у помірній зоні, використовуючи наступні дані:

Таблиця 12

## Глибина залягання ґрунтових вод протягом року.

Місяці	Глибина, м	Місяці	Глибина, м	Місяці	Глибина, м
Січень	2,8	Травень	0,0	Вересень	1,3
Лютий	3,0	Червень	0,5	Жовтень	1,5
Березень	3,0	Липень	0,6	Листопад	2,5
Квітень	2,7	Серпень	0,9	Грудень	2,7

**Терміни та поняття:** підземні води, екзогенні підземні води (інфільтраційні, конденсаційні, седиментаційні), ендегенні підземні води, ювенільні води, дегідратація, щільність, пористість, гранулометричний склад ґрунтів, дедукція, хімічно зв'язана вода, фізично зв'язана вода, капілярна вода, гравітаційна вода, вологість ґрунту, водопроникність, вологоємність, водовіддача, прісні, солонуваті, солоні підземні води, ропа, ґрунтові води, зона аерації, зона насичення, верховодка, напірні (артезіанські) підземні води, промивний тип водного режиму, компенсований тип водного режиму, випітний тип водного режиму.

## Контрольні питання:

1. Які водні об'єкти гідросфери називаються підземними водами?
2. На які типи поділяють підземні води за походженням?
3. Назвати основні фізичні властивості води.
4. Назвати водні властивості ґрунтів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 51

5. Які сили діють на воду в порах ґрунту?
6. Які види води існують у ґрунті?
7. Проаналізувати типи підземних вод за температурою, за характером ґрунтів, за мінералізацією та за гідравлічними умовами.
8. Чим характеризуються зони аерації та насичення?
9. Які процеси в них відбуваються?
- 10.10 Які закономірності водного режиму та водного балансу підземних вод?
11. Охарактеризувати типи водного режиму у зоні аерації.

### **ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 11**

#### **ТЕМА: РОЗРАХУНОК ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕНOSTI ПОВЕРХНЕВИХ ВОД**

Методика оцінки якості води за індексом забрудненості води (ІЗВ) була рекомендована для використання підрозділом Держкомгідромету. Це одна з найпростіших методик комплексної оцінки якості води.

#### **Зміст роботи**

1. Визначити індекс забрудненості вод.
2. Визначити клас якості поверхневих вод.
3. Дати аналіз якості поверхневих вод.

#### **Хід роботи**

**1.** Розрахунок індексу забрудненості поверхневих вод (ІЗВ) проводиться за обмеженим числом інгредієнтів. За результатами аналізів по кожному з показників визначається середнє арифметичне значення. Кількість аналізів для визначення середнього значення повинно бути не менше **4**. Для поверхневих вод кількість показників, яка береться для розрахунку ІЗВ, повинна бути не меншою **6**. До цих показників відносять: **азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>).**

Середню концентрацію (С) **азоту амонійного, азоту нітритного, нафтопродуктів і фенолів** порівнюємо з їх гранично допустимими концентраціями (табл. 1):

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 52

Таблиця 1

## Гранично допустимі концентрації

Показник	ГДК (мг/дм <sup>3</sup> )
Азот амонійний	0,39
Азот нітритний	0,02
Нафтопродукти	0,05
Феноли	0,001

Середнє значення  $BCK_5$  (С) порівнюємо з відповідними нормами (Н) за співвідношенням (табл. 2):  $\frac{C}{H}$

Таблиця 2

Нормативи для  $BCK_5$  при розрахунках ІЗВ

$BCK_5$ , (мг $O_2$ /дм <sup>3</sup> )	Норматив, (мг $O_2$ /дм <sup>3</sup> )
До 3 включно	3
3-15	2
Понад 15	1

Середня концентрація розчиненого кисню оцінюється за співвідношенням:  $\frac{H}{C}$ , де: Н- величина розчиненого кисню, що приймається за норматив (табл.3); С- середня концентрація розчиненого кисню.

Таблиця 3

## Нормативи для розчиненого кисню при розрахунках ІЗВ

Розчинений кисень, мг/дм <sup>3</sup>	Норматив, мг/дм <sup>3</sup>
Понад 6	6
Менше 6-5	12
Менше 5-4	20
Менше 4-3	30
Менше 3-2	40
Менше 2-1	50
Менше 1-0	60

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 53

Складаємо значення всіх шести показників, виражені через ГДК або норматив. Одержане сумарне значення ділимо на 6 і визначаємо ІЗВ. У разі відсутності у воді нафтопродуктів або фенолів сумарне значення також ділиться на 6.

Розрахунок ІЗВ можна вести у формі таблиці 4.

Таблиця 4

Результати розрахунку середньорічних ІЗВ  
для річки Ірша біля м. Малина

№ п/п	Показник	Середня концентрація (С), мг/дм <sup>3</sup>	ГДК (Н)	Співвідношення С/ГДК (для О <sub>2</sub> - Н/С)
1	Азот амонійний	0,50	0,39	1,28
2	Азот нітритний	0,077	0,02	3,85
3	Нафтопродукти	0,032	0,05	0,64
4	Феноли	-	-	-
5	БСК <sub>5</sub>	3,7	2	1,85
6	Розчинений кисень	10,9	6	1,81
Сума співвідношень				9,43
<b>ІЗВ</b>				<b>1,57</b>
<b>Клас якості води</b>				<b>III</b>

2. Після того, як розраховано ІЗВ, необхідно **визначити клас якості води**.

*Клас якості води* – це рівні якості вод, встановлені за інтервалами числових значень показників їх складу і властивостей.

Ступінь чистоти (або забруднення) характеризується такими класами якості вод (табл. 5):

Таблиця 5

## Критерії оцінки якості вод за ІЗВ

Клас якості води	Текстовий опис	Величина ІЗВ
I	Дуже чиста	$\leq 0,3$
II	Чиста	$> 0,3-1$
<b>III</b>	<b>Помірно забруднена</b>	<b><math>&gt; 1-2,5</math></b>
IV	Забруднена	$> 2,5-4$
V	Брудна	$> 4-6$
VI	Дуже брудна	$> 6-10$
VII	Надзвичайно брудна	$> 10$

До *першого класу* належать води, що в мінімальній мірі відчувають антропогенні навантаження. Гідрохімічні і гідробіологічні показники цих вод близькі до природних значень для даного регіону.

Для вод *другого класу* характерні певні зміни порівняно з природними, однак ці зміни не порушують екологічної рівноваги.

До *третього класу* відносять води, які знаходяться під **значним антропогенним впливом, рівень якого близький до межі стійкості екосистем.**

Води *четвертого-сьомого класу* – це води з порушеними екологічними параметрами, їх екологічний стан оцінюється як екологічний регрес.

3. При проведенні аналізу якості вод слід звернути увагу на характер зміни якості вод у часі, пов'язати його з водністю річки, умовами її живлення, а також із характером господарської діяльності в басейні. Указати основні забруднювачі та причини погіршення якості вод.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 55

## Вихідні дані:

Таблиця 1

Середні гідрохімічні характеристики р. Ірша, м. Малин  
за 2018-2019 рр., мг/дм<sup>3</sup>

№	Показник	C <sub>i</sub>
1	Розчинений кисень	10,9
2	БСК <sub>5</sub>	3,7
3	Амоній іон	0,50
4	Нітрити	0,077
5	Нафтопродукти	0,032
6	Феноли	0,00

## Контрольні запитання

1. Дайте визначення ІЗВ.
2. Як проводиться розрахунок ІЗВ?
3. Що таке ГДК?
4. Дайте характеристику класів якості води.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 12 (2 ГОД.)

### ТЕМА: СВІТОВИЙ ОКЕАН ТА ЙОГО УМОВНИЙ ПОДІЛ

**Мета:** узагальнити основні поняття про океани, моря та їх типи, вивчити основні елементи рельєфу дна океану.

**Обладнання:** олівці, лінійка, циркуль.

#### Теоретичний матеріал

Однією з найважливіших фізичних характеристик морської води є її температура. Головним джерелом теплової енергії вод є сонячна радіація, а також енергія припливів і відпливів; внутрішнє тепло Землі; теплообмін поверхневих шарів води океанів і морів з атмосферою; конденсація вологи, випадіння теплих опадів; теплі течії тощо.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 56

Охолоджується вода при випаровуванні; випромінюванні теплової енергії в атмосферу; конвективному теплообміні між морем і атмосферою; випадінні холодних опадів. Поверхневі шари можуть охолоджуватись також при перемішуванні поверхневих шарів із глибинними холодними водами, при згоні вітром поверхневих теплих вод.

Розподіл температури води на поверхні океанів і морів має зональний характер: температура поступово знижується від екватора до полюсів. Порушує цю зональність вплив материків і течій.

З глибиною температура води в океанах і морях, як правило, знижується.

Тепло від поверхневих шарів води до глибин передається шляхом механічного перемішування та конвекції. Перемішування води спричинене вітровими хвилями та течіями. Конвекція виникає тоді, коли густина шарів води, розміщених вище, більша, ніж густина шарів, розміщених нижче. На температурний режим прибережних вод часто впливають згінно-нагінні явища, течії, тепловий стік річок.

Середня температура води на поверхні Світового океану - 17,4°C, Тихого - 19,1°C, Індійського - 17°C, Атлантичного - 16,9°C. Максимальну температуру на поверхні Світового океану має вода в Перській затоці (35,6°C).

У північній півкулі температура води на поверхні вища, ніж на відповідних широтах південної півкулі.

Найбільші річні амплітуди (до 3-5°C) спостерігаються біля 40° пн. ш. і 30° пд. ш., а найменші - у приекваторіальній зоні до (1°C).

Сезонні коливання температури в морях зростають із віддаленням від океану. Так, у Чорному морі різниця літньої і зимової температури становить 18-20°C.

Добовий хід температури води пов'язаний з відповідною зміною надходження сонячної радіації: максимум через 2,5-3 годин після полудня, а мінімум - перед сходом Сонця. Амплітуда добових коливань температур дуже мала - 0,2-0,3°, біля тропіків - 0,3-0,4°.

Лінія найвищої температури води (27-28°C) називається **термічним екватором**.

Для океану типова трьохшарова структура: у верхньому шарі товщиною від 20 до 200 м температура однакова, в наступному шарі вона різко знижується, нижче термоклина і майже до дна температура знижується повільно. Біля самого дна температура трохи підвищується за рахунок теплового потоку від підстилаючої кори.

Температуру на поверхні океанів і морів вимірюють звичайним ртутним водним термометром, дистанційними термографами, які безперервно фіксують температуру води в будь-якій точці. Для вимірювання температури води на



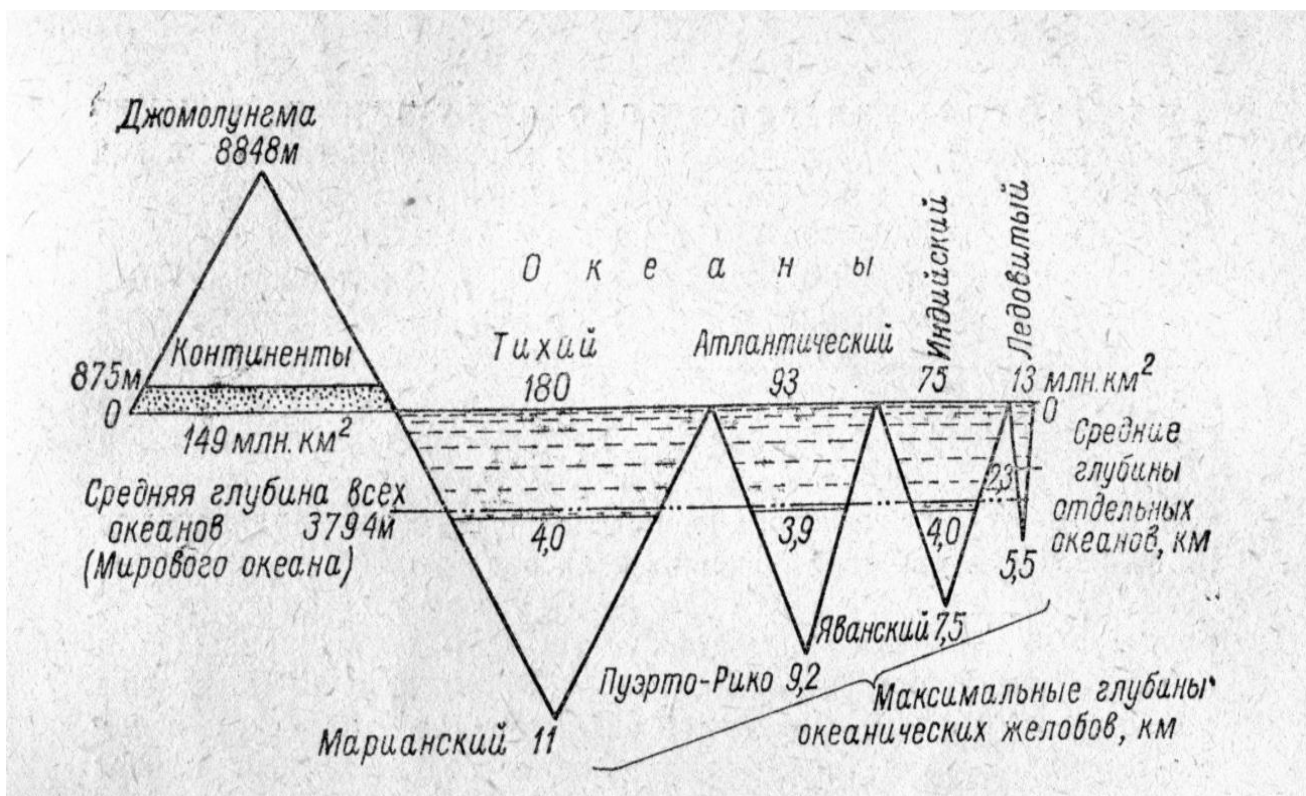
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 57

глибинах користуються глибоководними (перекидними) термометрами. Термометри встановлюють у спеціальну раму і, опустивши на задану глибину, тримають там 5-7 хвилин, а потім посилають по тросу важок і перекидають їх. Ртуть при цьому розривається. Висота розриву відповідає заміряній температурі, що визначається по шкалі термометра.

Вивчення розподілу температури за допомогою науково-дослідних суден дозволяє вивчити термічний режим океану на значній акваторії. За даними таких спостережень будується гідрологічний розріз ділянки океану.

### Хід роботи.

**Завдання 1.** Розгляньте діаграму, порівняйте розміри площ суші та океанів, максимальні та середні висоти суші і глибини окремих океанів.



**Завдання 2.** На контурну карту світу нанесіть межі Тихого, Атлантичного, Індійського та Північного Льодовитого океанів.

**Завдання 3.** За даними таблиці побудуйте колові діаграми співвідношення площ дзеркала океанів та об'ємів водної маси (в %).

Таблица 1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 58

Океан	Площа дзеркала, млн. км <sup>2</sup>	Об'єм води, млн. км <sup>3</sup>	Середня глибина	Найбільша глибина
Тихий	178,7	707,1	3957	11022
Атлантичний	91,7	330,1	3602	9219
Індійський	76,2	284,6	3736	7450
Північний Льодовитий	14,7	16,7	1131	5220
Світовий океан	361,3	1338,5	3704	11022

### Завдання слід виконувати у наступній послідовності:

- 1) Підрахуйте, яку частину площі дзеркала і об'єму водної маси Світового океану займають Тихий, Атлантичний, Індійський та Північний Льодовитий океани. Площу і об'єм водної маси Світового океану прийміть відповідно за 100%.
- 2) Отримане процентне співвідношення переведіть у частину кола (градуси), порівнявши 100% до 360°.
- 3) За цими даними побудуйте колові діаграми.

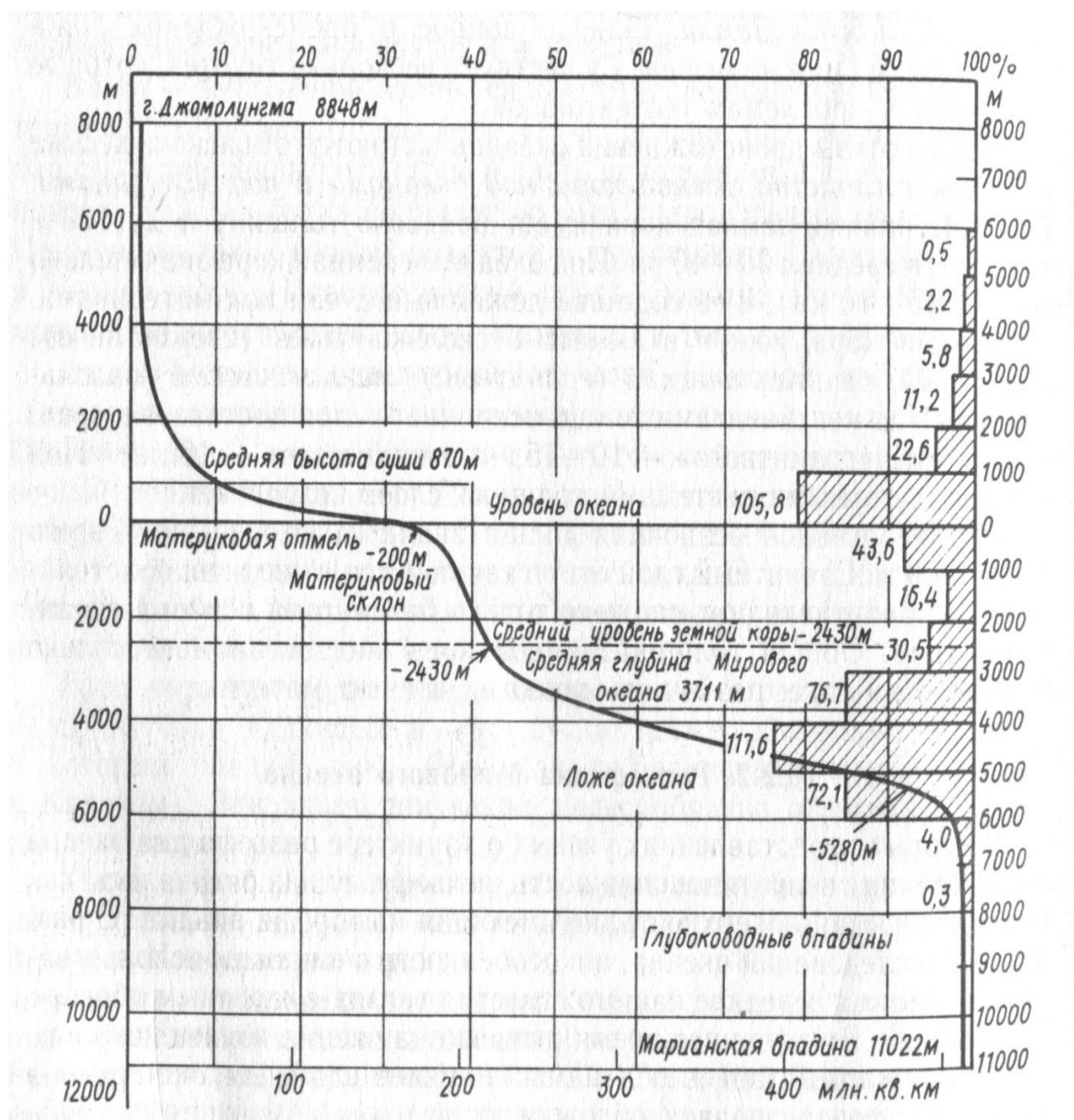
### Завдання 4.

За даними попередньої таблиці побудуйте стовпчикову діаграму розподілу глибин в океанах. Масштаб: вертикальний 1см = 1000м, горизонтальний – довільний. Глибини відлічують зверху вниз.

**Завдання 5.** Проаналізуйте гіпсографічну криву земної кулі. Викресліть схему основних елементів рельєфу дна океану, вкажіть відповідні їм глибини в метрах.

*Примітка.* На малюнку штриховкою показано розподіл за площею різних ступенів висот суші та глибин дна. Виділяються два максимуми: від 0 до 1000 м на суші і від 4000 до 5000м на ложі океану.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 59



**Терміни та поняття:** Світовий океан, океан, море, типи морів (внутрішні, окраїнні, міжострівні), затока, бухта, лиман, протока, океанічна земна кора, елементи рельєфу дна океану, підводна окраїна (шельф, материковий схил, материкове підніжжя), ложе океану, океанічний жолоб, гайоти, донні відклади (теригенні, органогенні), еолові відклади, пірокластичні відклади, абразія, температурний режим Світового океану.

### Контрольні питання:

1. На які частини поділяється Світовий океан?
2. Чим океан відрізняється від моря?
3. На які типи поділяються всі моря по розміщенню відносно суші?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 60

4. Чим характеризується рельєф дна Світового океану?
5. Дати характеристику донним відкладам?
6. Які основні морфометричні характеристики океанів та морів?
7. Як розподіляється солоність води на поверхні океану?
8. Дайте аналіз термічного режиму Світового океану.

## ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №13 (2 ГОД.)

### ТЕМА: ТЕРМІЧНИЙ РЕЖИМ ТА РОЗПОДІЛ СОЛОНОСТІ ВОД СВІТОВОГО ОКЕАНУ

**Мета:** вивчити та узагальнити основні відомості про розподіл температури в океанах та морях, виявити умови, що впливають на солоність вод Світового океану.

**Обладнання:** олівці, лінійка, атласи 7 кл.

#### Хід роботи.

**Завдання 1.** Проаналізуйте карту розподілу середніх річних температур води на поверхні океанів (атласи 7 кл.).

За картою розподілу середніх річних температур води на поверхні океанів:

- а) визначте температуру поверхневих вод Світового океану по широтах;
- б) виявіть вплив океанічних течій на розподіл температури поверхневих вод Світового океану;
- в) назвіть райони Світового океану з найвищими і найнижчими температурами поверхневих вод;
- г) визначте середньорічну температуру води на поверхні Саргасова, Аравійського, Середземного, Східносибірського, Охотського, Норвезького морів.

**Завдання 2.** Користуючись даними таблиці, побудуйте графіки змін температури океанічної води з глибиною на різних широтах.

Глибина, м	Географічна широта, градусів						
	0-10 пн.ш.	0-10 пд.ш.	20-30 пн.ш.	20-30 пд.ш.	40-50 пн.ш.	40-50 пд.ш.	60-70 пд.ш.
Атлантичний океан							
0							
50							
100							

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1		Арк 79 / 61

200							
500							
1000							
1500							
2000							
3000							

**Завдання 3.** Користуючись атласом 7 кл. побудуйте графіки зміни солоності та температури на поверхні океанів за середньорічними показниками ( для Тихого – по 180°, для Атлантичного – по 30° з. д, для Індійського – по 90° с. д.). Проаналізуйте графіки письмово.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 62

## Література

1. Шевченко Т. О. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна гідрологія» Т. О. Шевченко, М.М. Яковенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 135 с.
2. Дорощенко В.В., Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О. Водні ресурси та їх охорона. Навчальний посібник. Житомир: Вид. О.О. Євенок, 2017. 264 с.
3. Загальна гідрологія: підруч. для студентів ВНЗ / Ю. С. Ющенко ; Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. – Чернівці: Чернівець. нац. ун-т, 2017. – 591 с.3.
4. Єльнікова Т.О. Моніторинг евтрофних процесів у водосховищах річки Тетерів Житомирської області на основі відеозображень проб води. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія Екологія. Кам'янець-Подільський: КІНУ ім. І. Огієнка. 2016, Випуск 1. С. 87-94.
5. Єльнікова Т.О., Коцюба І.Г. Дослідження сучасного стану екологічної безпеки річки Уж у межах Житомирської області. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. 2017, № 2. С. 71-79.
6. Клименко В .Г. Загальна гідрологія: Навчальний посібник для студентів. – Харків, ХНУ, 2008. – 144 с.
7. Нетробчук І. М. Н–57 Фізична географія України : практикум для лабораторних занять [студ. географ. ф-ту] / Ірина Марківна Нетробчук, Сергій Володимирович Полянський. – Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2015. – 140 с.
8. Саратов І.Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Гідрологія і гідрометрія» (для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання за напрямками підготовки 0926 – «Водні ресурси», 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)», спеціальності «Водопостачання та водовідведення») / Саратов І.Ю., Іщенко А.В.; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 44 с.
9. Левківський С.С., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г. Загальна гідрологія. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. - 264 с.
10. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти. – К.: ВЦ Київський університет, 1999. – С. 64-78.
11. Практикум з гідрології для студентів спеціальності 0708 Екологія та охорона навколишнього середовища / Уклад.: М.В. Мацюра, О.В. Мацюра. – Мелітополь, 2006. – 60 с.
12. Інформаційний ресурс: [https://geoknigi.com/book\\_view](https://geoknigi.com/book_view)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 63

## ДОДАТОК 1

### ПОЧАТКОВІ ДАНІ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №3

Варіант 1. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Лісова Кам'янка - с. Новопіль

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	36	1,0	-	
II	31	2,0	-	
III	31	8,0	16	
IV	38	6,0	29	
V	47	2,0	64	
VI	62	3,0	83	
VII	54	1,0	98	
VIII	54	1,0	94	
IX	34	1,0	63	
X	40	2,0	34	
XI	45	1,0	111	
XII	47	2,0	-	
Рік	519	30	592	

Варіант 2. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Гнилоп'ять - с. Головенко

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	42	2,0	-	
II	38	3,0	-	
III	37	22	-	
IV	41	15	33	
V	54	6,0	73	
VI	64	3,0	102	
VII	63	2,0	108	
VIII	53	1,0	97	
IX	38	2,0	62	
X	46	2,0	32	
XI	50	1,0	10	
XII	52	2,0	-	
Рік	578	61	517	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 64

Варіант 3. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Ірша - с. Івановичі

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	37	2	-	
II	32	7	-	
III	32	18	12	
IV	39	10	23	
V	49	5	51	
VI	62	3	66	
VII	53	2	78	
VIII	53	1	74	
IX	34	2	51	
X	41	3	27	
XI	45	2	8	
XII	47	3	-	
Рік	524	58	390	

Варіант 4. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Холодна- с. Левків

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	49	2	-	
II	21	3	-	
III	47	22	18	
IV	46	12	35	
V	60	8	76	
VI	76	4	100	
VII	73	2	118	
VIII	68	1	112	
IX	39	1	79	
X	54	3	41	
XI	72	4	12	
XII	70	3	-	
Рік	675	65	591	



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 65

Варіант 5. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Гуйва - смт Озерне

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	35	1,0	-	
II	29	3,0	-	
III	30	12	-	
IV	35	6,0	18	
V	45	3,0	64	
VI	66	3,0	93	
VII	63	2,0	97	
VIII	49	1,0	85	
IX	31	1,0	51	
X	41	1,0	25	
XI	39	2,0	6	
XII	36	1,0	-	
Рік	499	36	439	

Варіант 6. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Ірпінь-с. Козаровичі

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	48	2,0	-	
II	21	4,0	-	
III	43	10	17	
IV	45	7,0	35	
V	57	6,0	75	
VI	72	3,0	99	
VII	70	2,0	116	
VIII	65	1,0	110	
IX	37	1,0	76	
X	51	1,0	41	
XI	69	2,0	12	
XII	67	5,0	-	
Рік	645	44	581	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 66

Варіант 7. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Лісова - смт Романів

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні (ΔS)
I	64	6,0	-	
II	59	6,0	-	
III	60	27	18	
IV	66	18	36	
V	76	9,0	79	
VI	89	4,0	103	
VII	76	7,0	122	
VIII	78	3,0	116	
IX	56	4,0	79	
X	68	5,0	43	
XI	72	5,0	12	
XII	74	7,0	-	
Рік	838	101	608	

Варіант 8. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Уж - с. Вороневе

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні (ΔS)
I	44	1,0	-	
II	39	4,0	-	
III	38	12	-	
IV	46	8,0	31	
V	56	5,0	72	
VI	69	2,0	104	
VII	58	1,0	109	
VIII	56	1,0	98	
IX	36	3,0	62	
X	48	2,0	31	
XI	52	3,0	11	
XII	53	2,0	-	
Рік	595	44	518	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 67

Варіант 9. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Случ - с. Більчаки

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	34	2,0	-	
II	29	4,0	-	
III	32	12	-	
IV	37	8,0	31	
V	47	5,0	67	
VI	67	3,0	98	
VII	64	2,0	101	
VIII	49	1,0	93	
IX	33	1,0	59	
X	43	1,0	29	
XI	41	2,0	19	
XII	38	2,0	-	
Рік	514	43	497	

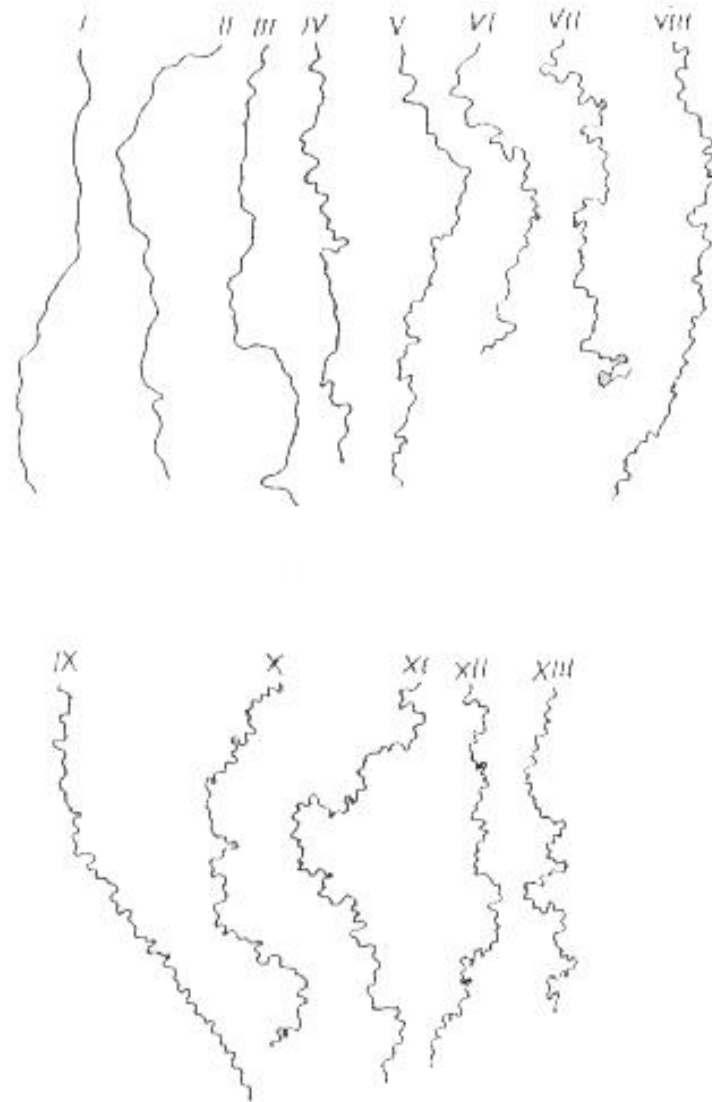
Варіант 10. Водний баланс по місяцях за 2017 календарний рік  
р. Тетерів - с. Дениші

Місяць	Елементи водного балансу, мм			
	Опади (X)	Стік (Y)	Випаровування (E)	Зміна запасів води в басейні ( $\Delta S$ )
I	52	3,0	-	
II	47	7,0	-	
III	48	34	14	
IV	54	32	28	
V	63	6,0	65	
VI	72	3,0	87	
VII	75	2,0	100	
VIII	65	3,0	94	
IX	46	4,0	65	
X	54	3,0	34	
XI	61	3,0	9	
XII	63	5,0	-	
Рік	700	105	496	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 68

**ДОДАТОК 2**  
(до лабораторної роботи № 4)

**ЗРАЗКИ ЗВІВІСТОСТІ РІЧОК**

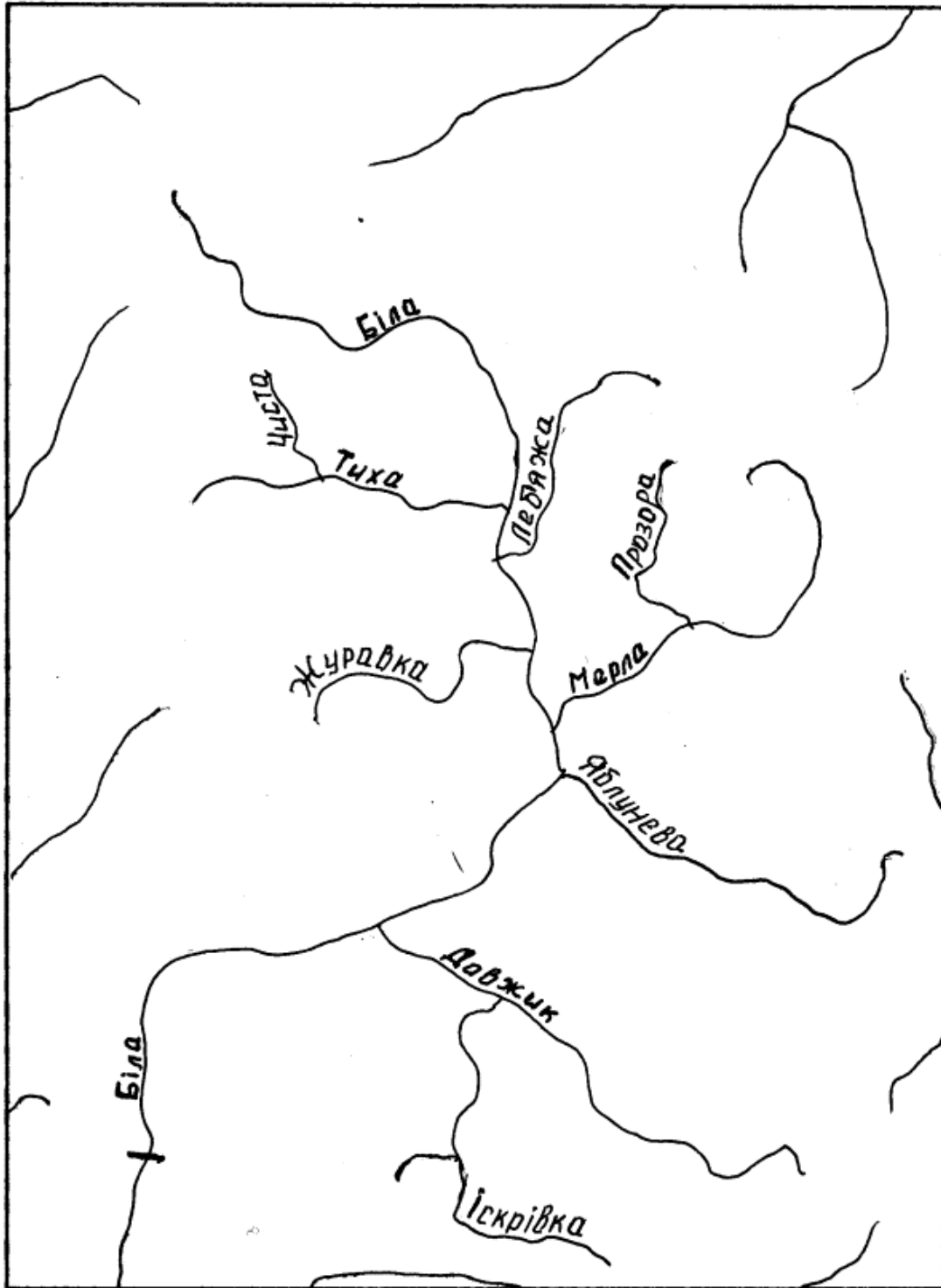


№ зразка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Коефіцієнт	1,00	1,01	1,03	1,05	1,07	1,11	1,13	1,17	1,20	1,24	1,29	1,32	1,35

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 69

**ДОДАТОК 3**  
(до лабораторної роботи № 4)

**КАРТИ-СХЕМИ БАСЕЙНІВ РІЧОК ЗА ВАРІАНТОМ**  
Варіант 1. Басейн р. Білої



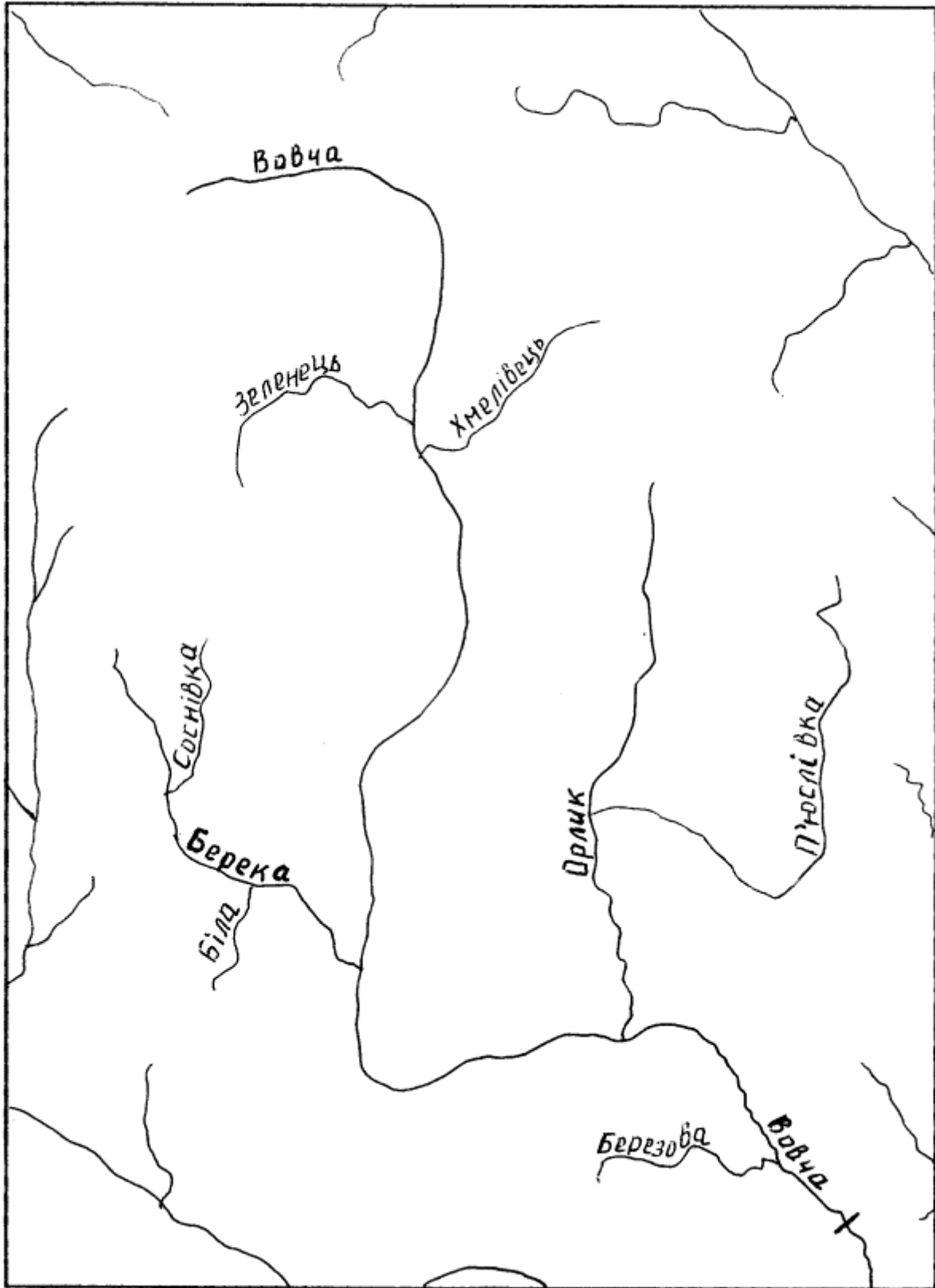
M 1 : 550 000




- замикаючий ствір

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 70

Варіант 2. Басейн р. Вовчої

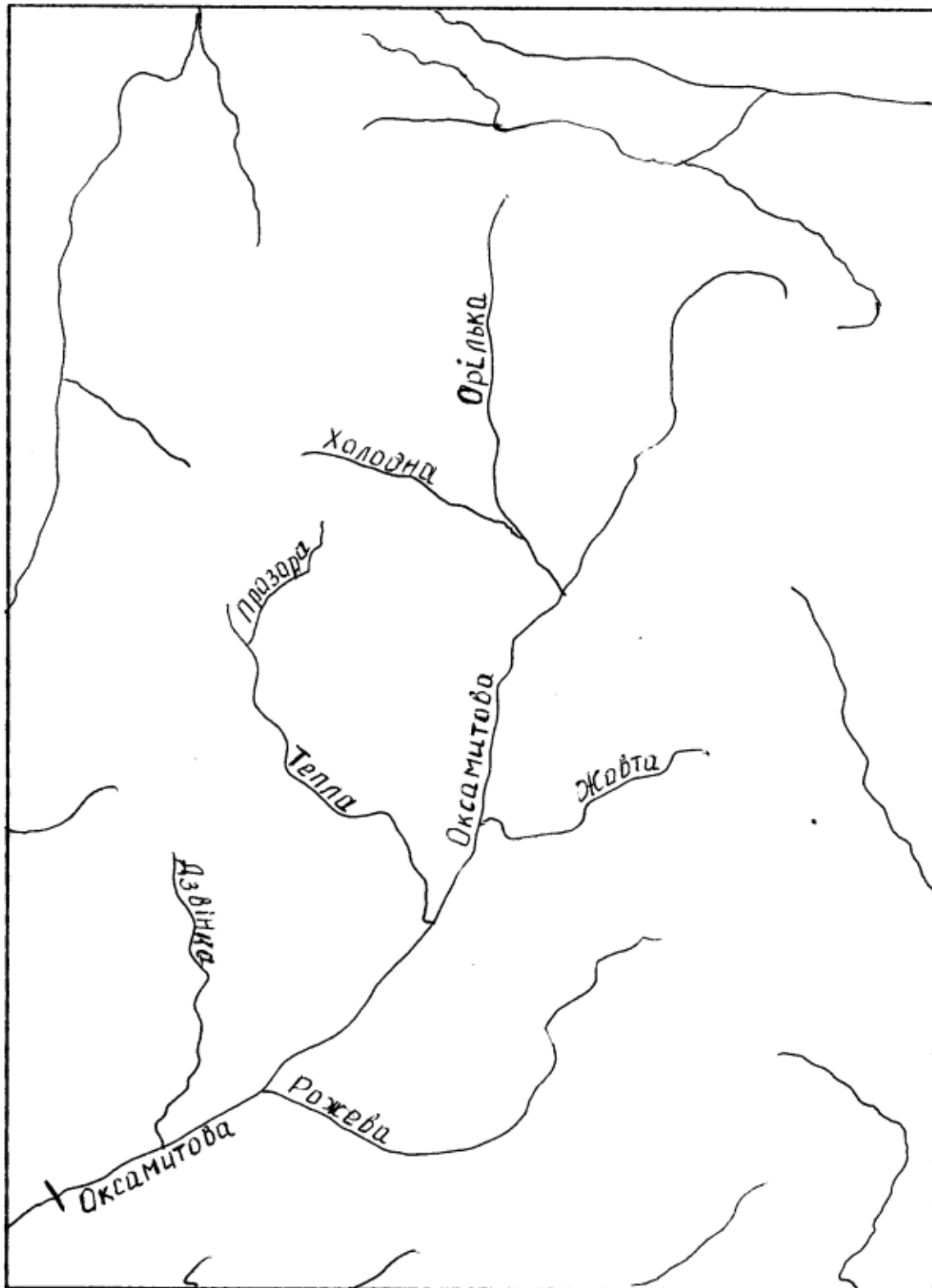


М 1 : 550 000


 - замикаючий ствір

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 71

### Варіант 3. Басейн р. Оксамитової

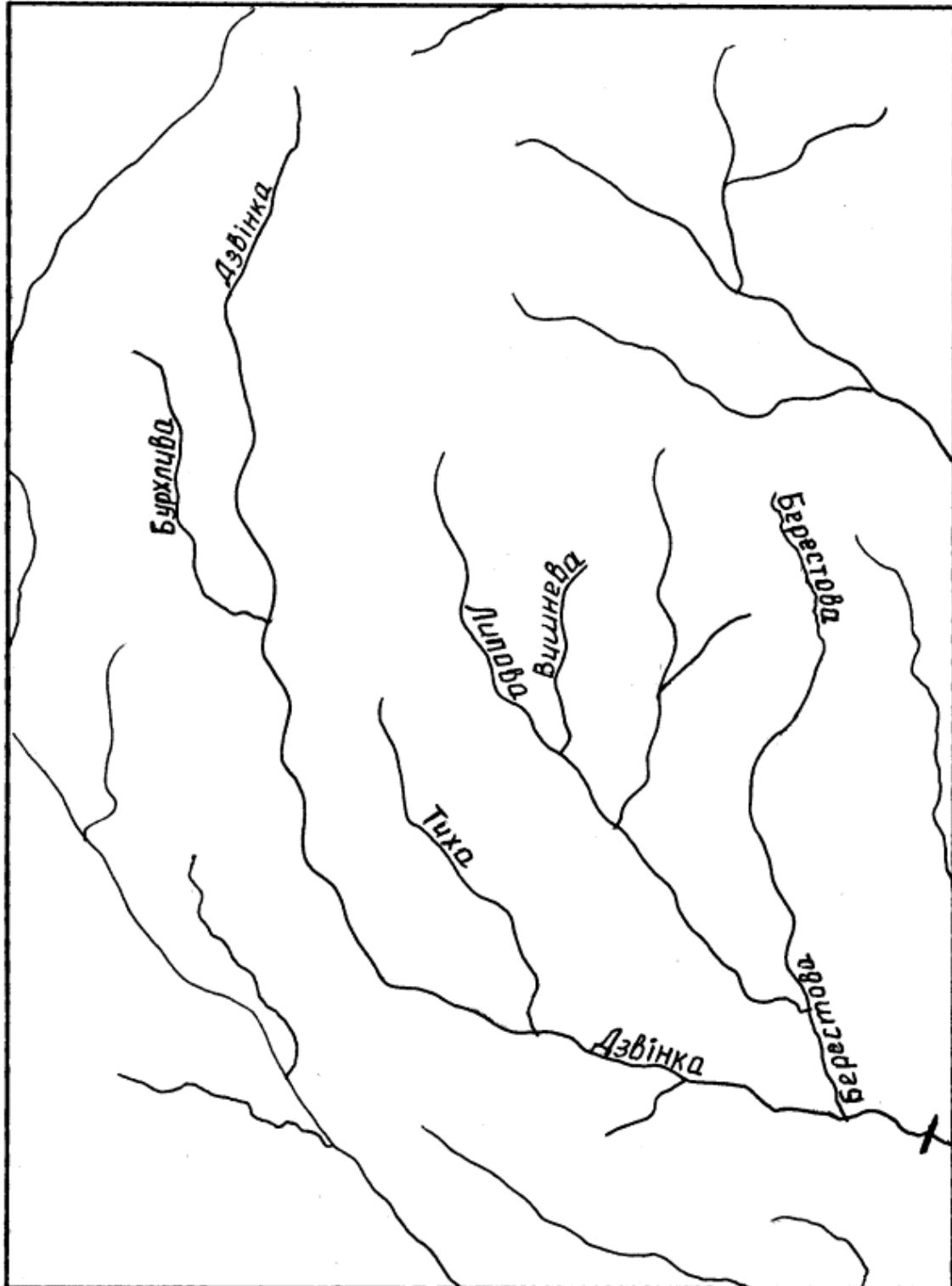


М 1 : 650 000

 - замикаючий ствір

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 72

Варіант 4. Басейн р. Дзвінкої



М 1 : 550 000

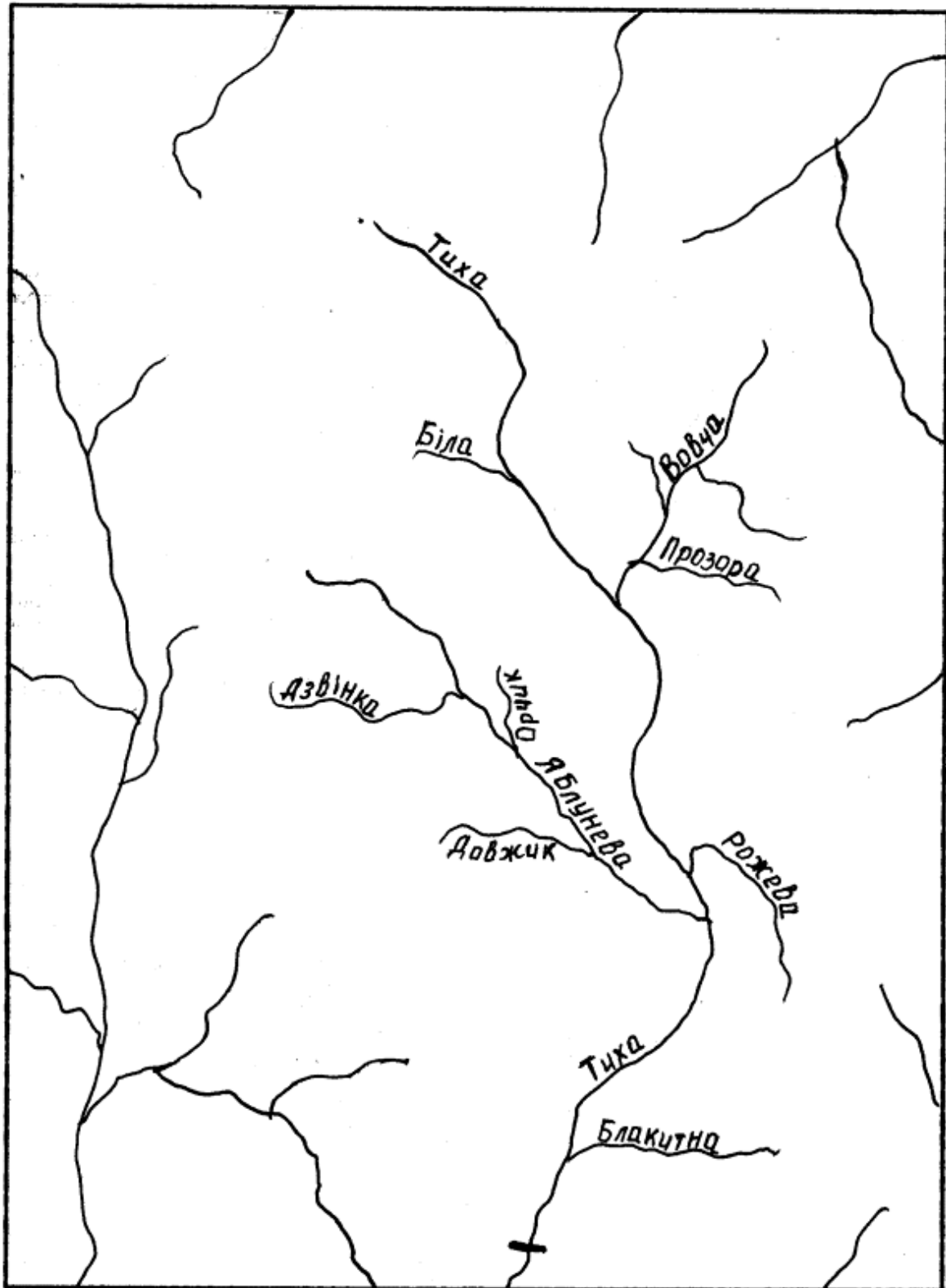


- замикаючий ствір



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 73

Варіант 5. Басейн р. Тихої



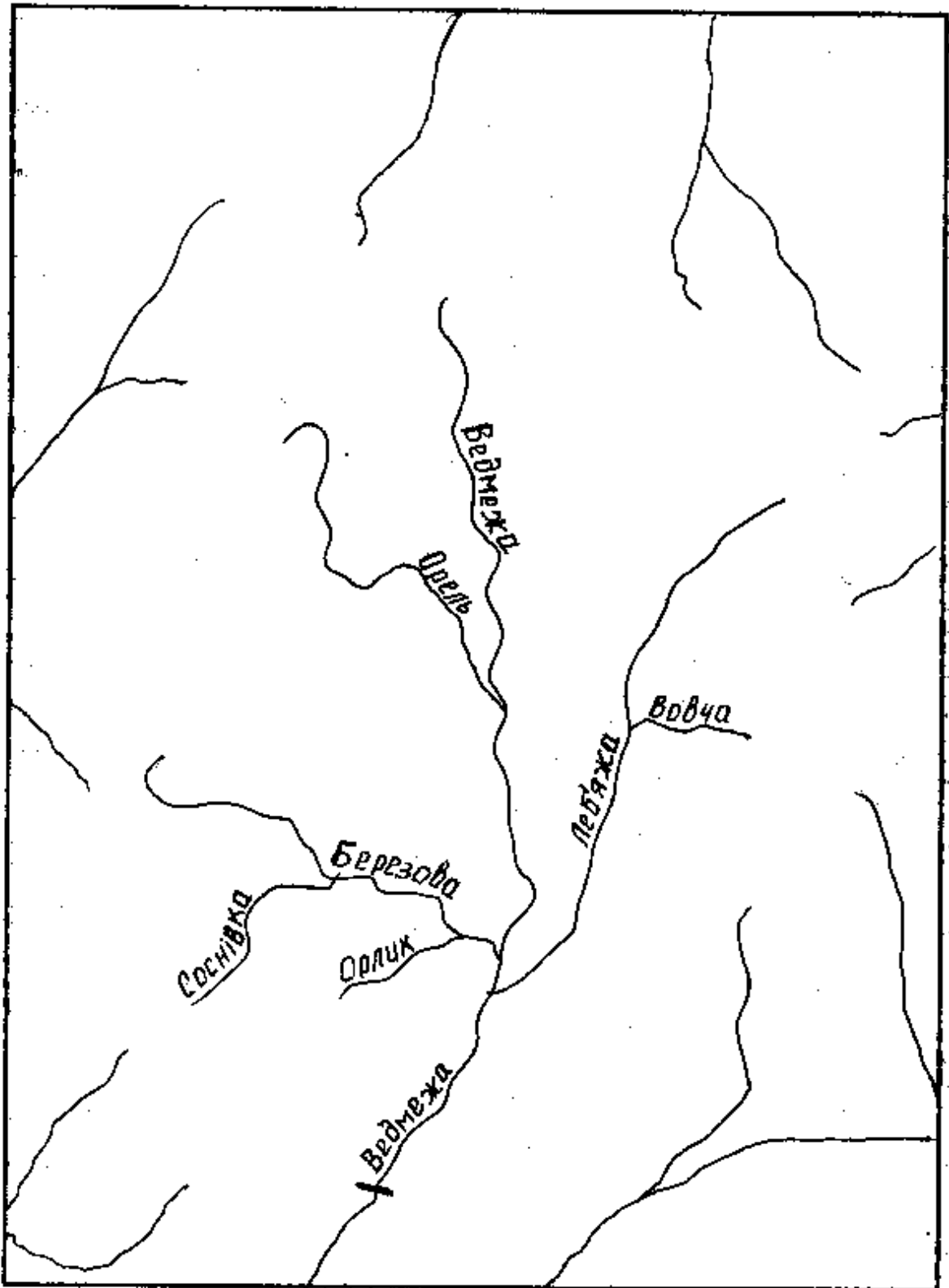
М 1 : 550 000



-закриваючий стівер

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 74

Варіант 6. Басейн р. Ведмежої

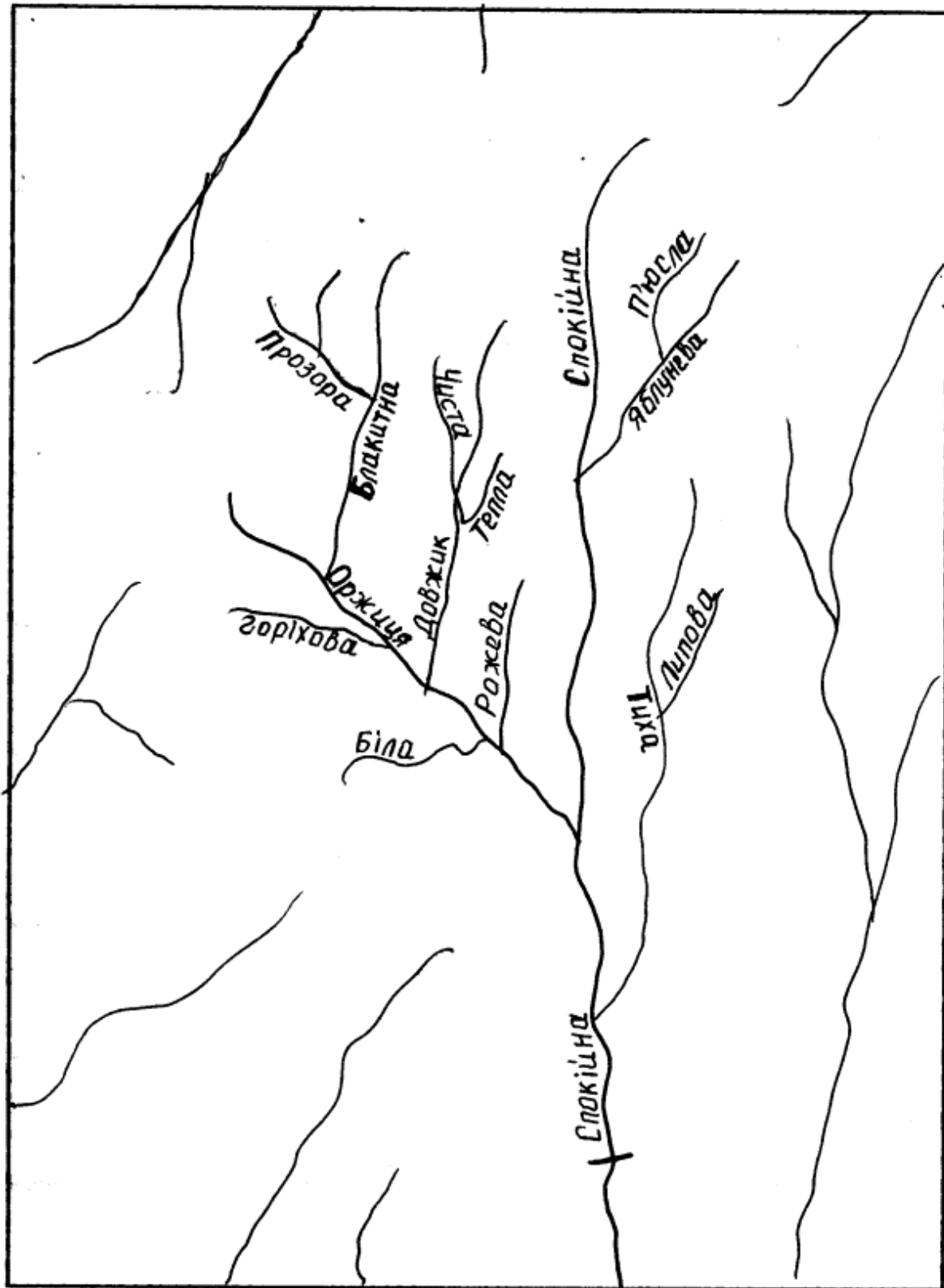


М 1 : 550 000



-закриваючий ствір

Варіант 7. Басейн р. Спокійної



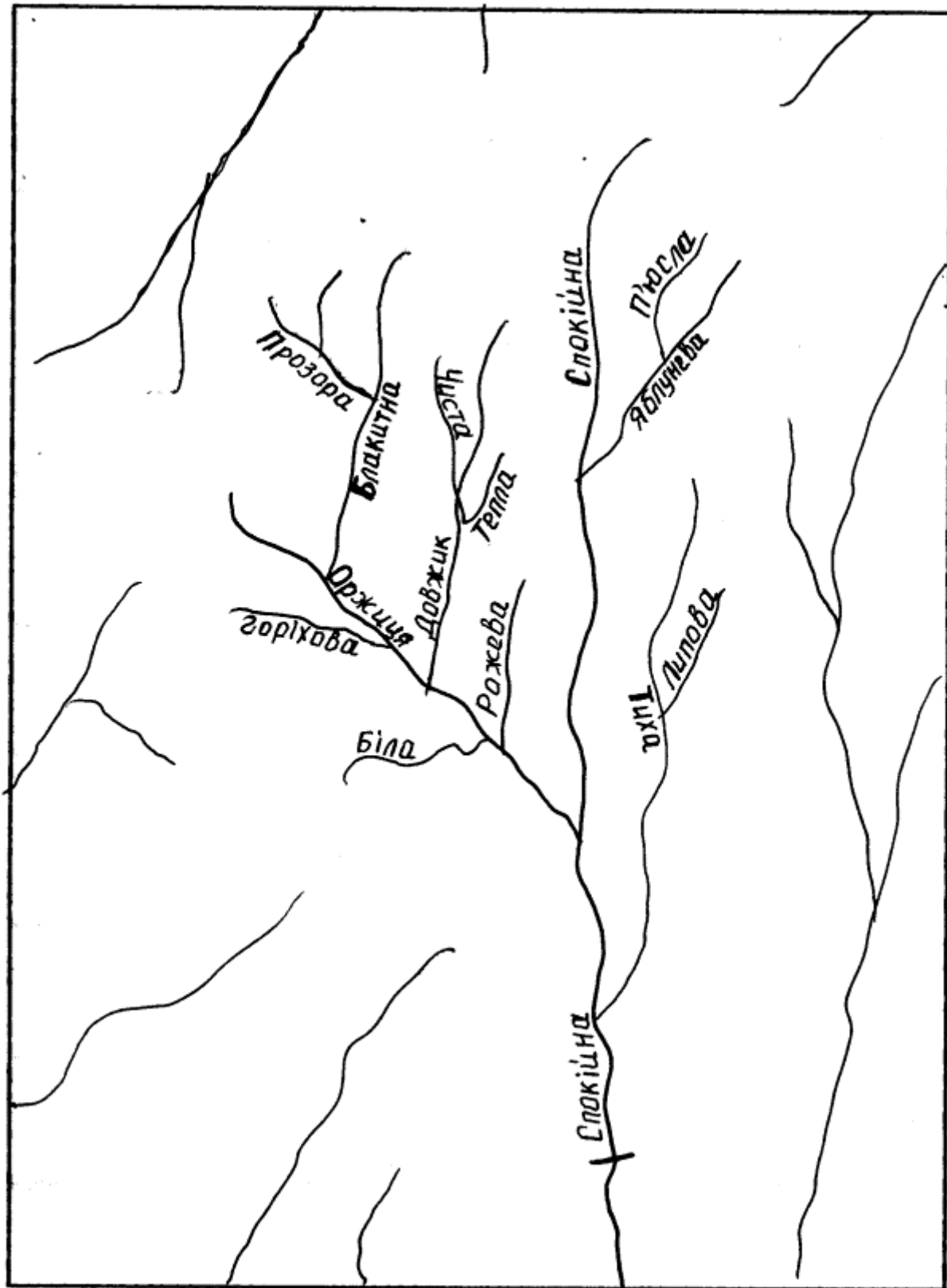
М 1 : 550 000



- замикаючий ствір

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.07- 05.02/2/101.00.1/183.00.1/ 103.00.1/Б/ОК12-2020
	Екземпляр № 1	Арк 79 / 76

Варіант 8. Басейн р. Теплої

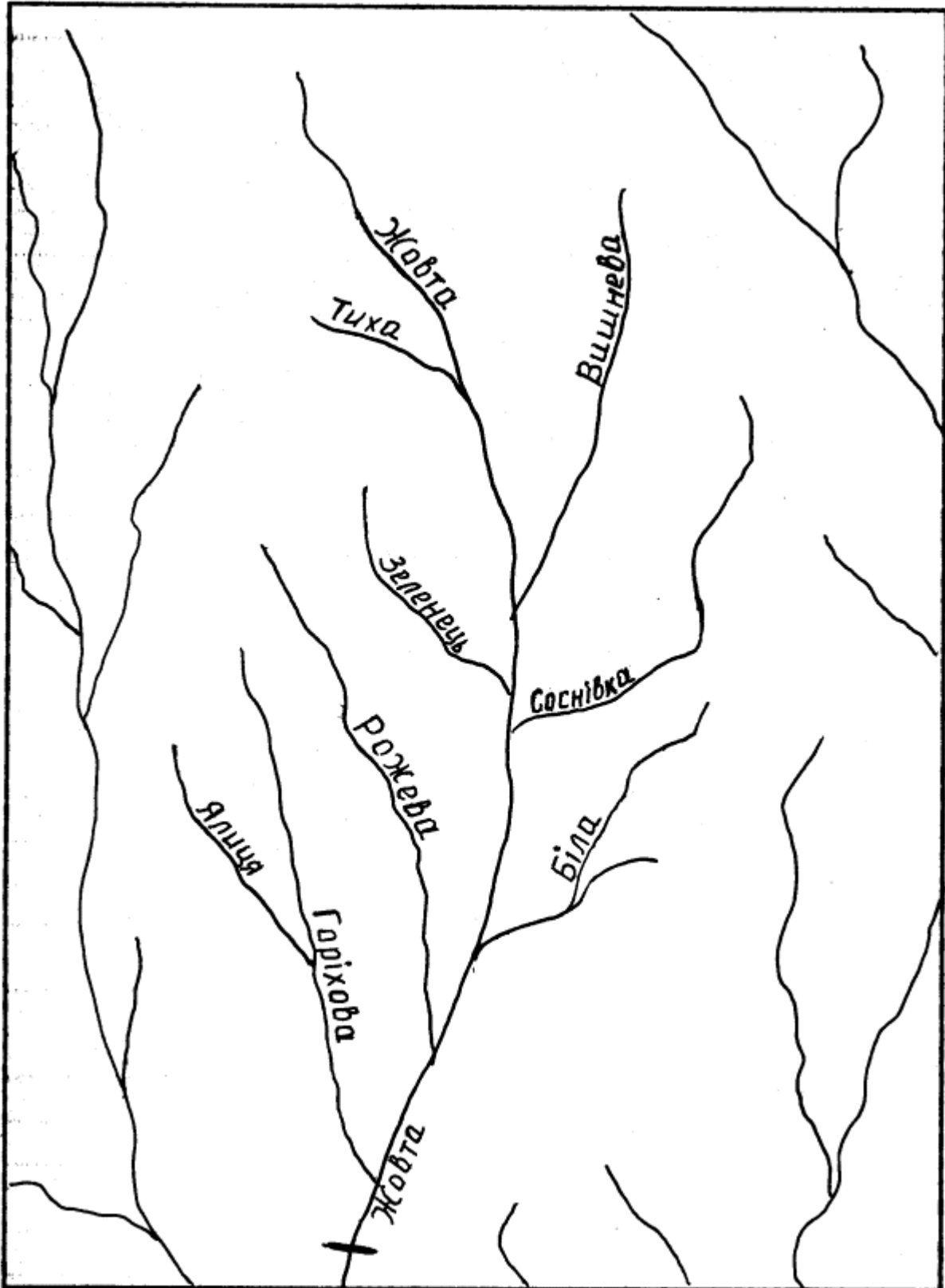


М 1 : 650 000



- замикаючий ствір

Варіант 9. Басейн р. Жовтої

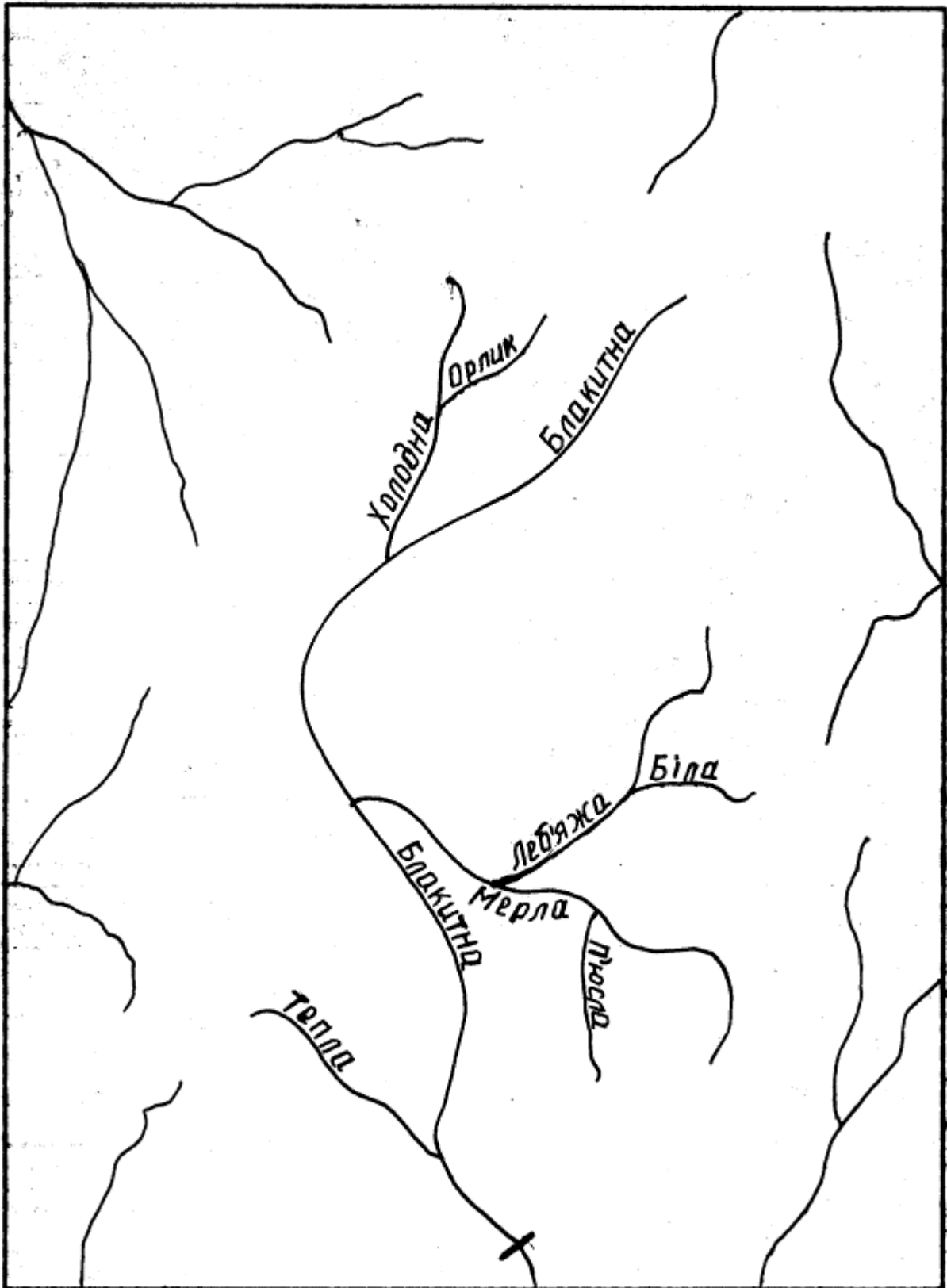


М 1 : 550 000



- замикаючий ствір

Варіант 10. Басейн р. Блакитної



1 : 550 000



- замикаючий ствір