

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ  
ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ  
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ**

**“РІЧКОВА ГІДРАВЛІКА ТА ГІДРОМЕТРІЯ”**

**ТА ВИКОНАННЮ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ**

для студентів III-IV курсів заочної форми навчання  
Спеціальність – 103 «Науки про Землю»

Узгоджено  
у навчально-консультаційному центрі

Одеса, 2018 р.

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів заочної форми навчання по вивченню дисципліни **“Річкова гідравліка та гідрометрія”** та виконанню контрольної роботи, для студентів III-IV курсів заочної форми навчання спеціальності 103 «Науки про землю»./ к.геогр.н., доц. Даус М.Є. / – Одеса, ОДЕКУ, 2018. – 56 с.

## ЗМІСТ

1	Загальна частина.....	4
1.1	Передмова.....	4
1.2	Зміст дисципліни.....	6
1.3	Перелік навчальної та методичної літератури.....	9
1.4	Перелік знань та вмінь.....	10
1.5	Організація навчального процесу.....	11
2	Організація самостійної роботи студента.....	13
2.1	Повчання по вивченню теоретичного матеріалу.....	13
2.2	Перелік завдань та пояснення до контрольної роботи.....	22
2.2.1	Загальні поради .....	22
2.2.2	Частина №1. Річкова гідравліка.....	22
2.2.3	Частина №2. Гідрометрія.....	33
3	Організація контролю знань і вмінь студентів.....	41
3.1	Форма контролю знань та вмінь.....	41
3.2	Перелік контролюючих заходів.....	45
3.3	Вимоги до студентів на контролюючих заходах.....	47
3.4	Форма проведення консультацій викладача.....	47
	ДОДАТКИ.....	48

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Передмова

Мета методичних вказівок - допомогти студентам рівня бакалавр заочної форми навчання в самостійній роботі при вивченні дисципліни *«Річкова гідравліка та гідрометрія»* на основі кредитно-модульної системи та за можливості дистанційного навчання.

Самостійна робота студента включає:

- підготовку до індивідуального завдання - контрольних робіт у міжсесійний період (ВМКР);
- підготовку до лекційних (ВЛМ, ПЛЗ) та практичних занять (ПКЗ, ПУОП);
- підготовку до написання контрольних робіт у сесійний період (ПКР);
- підготовку до іспиту (І);

В загальній частині цих методичних вказівок наведені глосарій, перелік основної та додаткової навчальної літератури, перелік і графік контролюючих заходів поточного контролю.

В розділі "Організація самостійної роботи по виконанню завдань на СРС" міститься перелік завдань на самостійну роботу, які передбачені навчальним планом і програмою курсу.

Розділ «Організація контролю знань і вмінь студентів» містить перелік форм контролю знань та вмінь, контролюючих заходів, у тому числі при дистанційній формі вивчення дисципліни, вимоги, що ставляться до студента на контролюючих заходах, форма проведення консультацій викладача тощо.

Тільки після вивчення окремої частини курсу та його засвоєння, що вказана у програмі, можна приступати до виконання відповідної контрольної роботи.

Вивчення дисципліни *«Річкова гідравліка та гідрометрія»* включає:

- .оглядові лекції;
- .самостійне вивчення теоретичного курсу;
- .виконання контрольної роботи;
- .підсумковий контроль.

Відповідно освітньо-професійної програми для бакалаврів «Науки про землю» (240 кредитів ЄКТС) [http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/103\\_b\\_gm\\_OPP.pdf](http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/103_b_gm_OPP.pdf) дисципліна *«Річкова гідравліка та гідрометрія»* містить 2 лекційні змістовні модулі ЗМ-Л1 і ЗМ-Л2 та 2 практичні змістовні модулі ЗМ-П1 і ЗМ-П2.

Методичні вказівки містять не тільки перелік основних питань курсу, але й вказівки, як самостійно працювати над курсом.

До кожної теми надаються вказівки до порядку вивчення дисципліни, список навчальної літератури та звертається увага на основні положення і важкі для розуміння розділи. Методичні вказівки включають контрольні запитання до кожної теми.

При вивченні курсу необхідно добитися повного та свідомого засвоювання теоретичних основ дисципліни, що вивчається, навчитися застосувати теорію до вирішення практичних завдань та оволодіти проведенням технічних розрахунків. Тільки тоді, коли буде вивчена окрема частина курсу, що вказана у програмі, можна приступати до виконання відповідної контрольної роботи.

В результаті вивчення дисципліни “Річкова гідравліка та гідрометрія” студенти повинні набути знання розрахунку тиску води на на плоскі і криволінійні поверхні, засвоїти способи побудови кривих вільної поверхні, основні алгоритми автоматизованого контролю і первинної обробки даних гідрологічних спостережень на постах, вимоги Настанов гідрометстанціям і постам при обчисленні добового стоку води і наносів, методи апроксимації кривих витрат води і наносів, та методи інтерполяції перехідних коефіцієнтів при обчисленні добового стоку.

Після вивчення дисципліни “Річкова гідравліка та гідрометрія” студенти повинні набути вміння розрахунку тиску води на на плоскі і криволінійні поверхні, засвоїти способи побудови кривих вільної поверхні, вибирати варіанти підрахунку добового стоку у створі річки залежно від наявних умов, підготувати підсумкові таблиці для їх публікації в складі водного кадастру.

**Види контролю поточних та залишкових знань.** Як засіб поточного контролю дисципліни “Річкова гідравліка та гідрометрія” використовується виконання контрольної роботи в міжсесійний період, захист контрольної роботи під час заліково-екзаменаційної сесії. Контроль поточних знань виконується на базі модульно-накопичувальної системи організації навчання. Знання студентів контролюються перевіркою міжсесійної контрольної роботи. Підсумковим контролем є іспит.

Дисципліна “Річкова гідравліка та гідрометрія” складається із двох лекційних блоків ЗМ-Л1 “Річкова гідравліка” і ЗМ-Л2 “Гідрометрія” і двох практичних блоків ЗМ-П1 “Річкова гідравліка” і ЗМ-П2 “Гідрометрія”.

Дисципліна забезпечена методичним матеріалом.

## 1.2 Перелік тем лекційного курсу та практичних занять

### *ЗМ-Л1 “Річкова гідравліка”*

#### *Тема 1. Основні фізичні властивості рідини.*

Визначення рідини. Класи рідини. Основні фізичні властивості води: щільність, стисливість, розширення внаслідок нагрівання, опір розтягуючим зусиллям, в'язкість. Сили діючі на рідину – масові і поверхневі.

#### *Тема 2 Гідростатика.*

Основне поняття гідростатики – гідростатичний тиск в даній точці. Властивості гідростатичного тиску.

Основне рівняння гідростатики в диференційній формі. Закон розподілу гідростатичного тиску по глибині, якщо рідина знаходиться тільки під дією сили тяжіння. Закон Паскаля.

Сумарний гідростатичний тиск на плоску фігуру будь-якої форми. Сумарний гідростатичний тиск на криволінійну поверхню.

#### *Тема 3. Основні закономірності руху рідини.*

Види руху рідини і його характеристики – траєкторія руху, лінія струму, елементарна цівка, елементарна витрата, живий переріз, місцева швидкість, середня швидкість, витрата рідини, площа живого перерізу, змочений периметр, гідравлічний радіус, ухил потоку, ухил вільної поверхні.

Режими руху рідини – ламінарний, турбулентний. Типи руху рідини: безнапірний та напірний, рівномірний та нерівномірний, усталений та неусталений, спокійний та бурхливий.

Рівняння нерозривності у випадку усталеного руху.

#### *Тема 4. Режими руху рідини. Рівняння Бернуллі.*

Два режими руху рідини. Досліди Рейнольдса. Число Рейнольдса.

Рівняння Бернуллі для елементарної цівки рідини. Інтерпретації рівняння Бернуллі. Рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини. Втрати напору по довжині та місцеві втрати. Закон додавання втрат напору.

#### *Тема 5. Безнапірний рівномірний рух рідини*

Особливості безнапірного рівномірного руху рідини. Виведення формули Шезі і її аналіз. Коефіцієнт шорсткості.

*Тема 6. Нерівномірний усталений рух води у відкритих руслах*

Загальне поняття про нерівномірний сталий рух води у відкритих руслах. Призматичні та непризматичні русла.

Питома енергія перетину. Графік питомої енергії.

Рівняння критичного стану потоку. Число Фруда. Визначення критичних характеристик потоку для русел різної форми поперечного перерізу.

Диференційне рівняння нерівномірного плавномірного руху рідини у відкритих руслах.

**ЗМ-Л2 “Гідрометрія”**

*Тема 7. Облік поверхневих і підземних вод та Державний водний кадастр.*

Державний облік поверхневих і підземних вод, мета його здійснення.

Система даних ДВК. Фонд даних ДВК.

Розділи та серії матеріалів ДВК.

Видання, що входять до серії 2 «Щорічні дані» розділу 1 «Поверхневі води».

*Тема 8. Побудова кривої витрат води при однозначній залежності між витратами та рівнями води.*

Обчислення добового стоку для періоду наявності гідравлічного зв'язку витрат з рівнями.

Для яких періодів та які дані використовують при побудові КВВ.

*Тема 9. Побудова кривої витрат та обчислення стоку води при відсутності однозначної залежності між витратами та рівнями води.*

Обчислення стоку води при льодових явищах.

Обчислення стоку води при заростанні русла.

Обчислення стоку при нестійких руслах.

Основні методи обчислення стоку при змінному підпорі.

*Тема 10. Екстраполяція кривої витрат до екстремальних рівнів води.*

Графічна екстраполяція «за тенденцією» кривої витрат до екстремальних (найвищих і найнижчих) рівнів.

Екстраполяція способом Дж. Стівенсона.

Екстраполяція за формулою І.Ф. Карасьова.

Екстраполяція способом введення поправки в формулу Шезі.

*Тема 11. Обчислення характеристик стоку та формування таблиці витрат води.*

Розрахунок середньорічних витрат води.

Розрахунок середньомісячних витрат води.

Об'єм стоку, модуль стоку, шар стокуводи за місяць та рік.

*Тема 12. Автоматизація обліку та обчислення стоку води.*

Автоматизація обліку стоку води.

Автоматизація обчислення стоку води.

### ***ЗМ-П1 “Річкова гідравліка”***

Розрахунок гідростатичного тиску на плоскі та криволінійні поверхні.

Розрахунок руху реальної рідини в трубопроводах з використанням рівняння Бернуллі.

Побудова кривих вільної поверхні методами Павловського і Рахманова.

Побудова кривих вільної поверхні методом Бернадського.

Побудова кривих вільної поверхні у випадку біфуркації русла.

### ***ЗМ-П2 “Гідрометрія”***

Аналіз вихідних даних та визначення дат змін умов руху води в руслі річки для обрання методів обчислення середньодобових витрат води в різні періоди року.

Побудова та ув'язка кривої витрат води при вільному руслі.

Екстраполяція кривої витрат води до екстремальних рівнів води.

Розрахунок стоку води при льодових явищах і заростанні русла.

Обчислення характеристик стоку води за рік.

Формування таблиці «Витрати води».



**Теми практичної частини  
контрольної роботи у міжсесійний період -ВМКР**

№ теми	Назва теми
1.	Розрахунок гідростатичного тиску на плоскі та криволінійні поверхні.
2	Побудова кривих вільної поверхні методами Павловського і Рахманова.
3	Аналіз вихідних даних та визначення дат змін умов руху води в руслі річки для обрання методів обчислення середньодобових витрат води в різні періоди року. Побудова та ув'язка кривої витрат води при вільному руслі. Екстраполяція кривої витрат води до екстремальних рівнів води
4	Розрахунок стоку води при льодових явищах і заростанні русла. Обчислення характеристик стоку води за рік. Формування таблиці «Витрати води».

### 1.3 Перелік навчальної та методичної літератури

При вивченні блоку “*Річкова гідравліка*” використовується наступна навчальна та методична література:

Основна:

1. Загальна та річкова гідравліка: Конспект лекцій. – Одеса, «ТЭС», 2009. – 98 с.
2. Спицын И.П., Соколова В.А. "Общая и речная гидравлика", – Л: Гидрометеиздат, 1990 – 358 с.
3. Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. Киселева П.Г. – М.: Энергия. 1972 – 312 с.
4. Андреевская А.В., Панова М.В. Задачник по гидравлике. – М.: Энергия, 1970 – 306 с.

Додаткова:

5. Чугаев Р.Р. Гидравлика. Энергия. 1982.
6. Константинов Ю.М. Гидравлика. –К.:Вища школа, 1982–398 с.
7. [www.library-odeku.16mb.com](http://www.library-odeku.16mb.com).

При вивченні блоку “*Гідрометрія*” використовується навчальна та методична література:

Основна:

8. Гриб О. М. Гідрометрія: Конспект лекцій. – Одеса: ОДЕКУ, 2014.–56с.
9. Карасєв И. Ф., Васильєв А. В., Субботина Е. С. Гідрометрія. Учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 376 с.
10. Наставления гидрометстанциям и постам. Вып.6, ч III.-М.: Гидрометеиздат, 1972.
11. Быков В. Д., Васильєв А. В. Гідрометрія. Учебник. Издание четвертое. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 448 с.
12. Іваненко О.Г. Автоматизовані методи обчислення добового стоку в гідростворах річок. Навчальний посібник. Вид."ТЕС", ОГМІ, 1998 - 60 с.

Додаткова:

13. Лучшева А. А. Практическая гидрометрия. Учебное пособие. Издание второе. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 424 с.
14. Лебедев В. В. Гидрология и гидрометрия в задачах. Учебное пособие. Издание третье. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 700 с.
15. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 6, ч. I. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 384 с.
16. [www.library-odeku.16mb.com](http://www.library-odeku.16mb.com).

### **Перелік методичних вказівок до практичних завдань**

1. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни “Загальна та річкова гідравліка”. – ОДЕКУ, 2005 – 37 с.
2. Іваненко О.Г. Автоматизовані методи обчислення добового стоку в гідростворах річок. Навчальний посібник. Вид."ТЕС", ОГМІ, 1998 - 60 с.

### **1.4 Перелік знань та вмінь**

В результаті вивчення дисципліни «Річкова гідравліка та гідрометрія» (блок «*Річкова гідравліка*») студенти повинні знати:

- загальні властивості рідини (густину, коефіцієнт об’ємного стиснення, опір розтягуючим зусиллям, в’язкість) ;
- властивості гідростатичного тиску, загальне рівняння гідростатики;

- класифікація типів та режимів руху рідини, рівняння нерозривності для нестисливої рідини;
- основне рівняння рівномірного руху;
- рівняння критичного стану потоку. Число Фруда.

Після вивчення блок «*Річкова гідравліка*» студенти повинні вміти:

- визначити тиск на плоску стінку та на криволінійну поверхню;
- визначити число Рейнольдса та режим руху рідини;
- використовувати рівняння Бернуллі для потоку реальної рідини;
- визначити втрати напору на тертя по довжині потоку і від місцевого опору.

– визначити форму кривої вільної поверхні потоку при нерівномірному русі методами Павловського В.А., Рахманова В.А. та у випадку роздвоєння русла.

В результаті вивчення дисципліни «Річкова гідравліка та гідрометрія» (блок «*Гідрометрія*») студенти повинні знати:

- аналіз і обробку матеріалів гідрологічних спостережень згідно настанов ГМС;
- первинну обробку на ПЕОМ даних спостережень рівнів і вимірювань витрат води;
- стандарти на форму представлення матеріалів до гідрологічного щорічника.

Після вивчення блоку «Гідрометрія» студенти повинні вміти:

- аналізувати і обробляти матеріали гідрологічних спостережень;
- користуватись Настановами гідрометеорологічної служби.

### 1.5 Перелік і графік контрольних заходів

Впродовж навчального семестру проводяться змістовні контрольні роботи у міжсесійний та сесійний періоди згідно з графіком заходів поточного контролю.

№	Вид контролюючих заходів	За розкладом занять
1	Міжсесійна контрольна робота (ІЗ-КР)	м/сесія
3	Сесійна практична робота (ПР)	сесія
5	Іспит	сесія

### **До захисту практичних робіт студенту потрібно:**

1. Отримати від викладача вихідні дані та методичні вказівки, ознайомитись зі змістом методичних вказівок та порадами викладача.
2. Обробити вихідні дані, виконати необхідні розрахунки, графіки, таблиці, оформити пояснювальну записку.
3. Після закінчення роботи над завданням студент повинен представити пояснювальну записку, графіки, розрахункові матеріали, відповіді на питання, які задає викладач.
4. При відповіді на запитання викладача потрібно довести, що студент знає і розуміє мету і задачу практичної роботи, знає фізичні і теоретичні основи завдання. Відповіді та завдання оцінюються певною кількістю балів.

На вивчення дисципліни «Річкова гідравліка та гідрометрія» для студентів заочної форми навчання відводиться час відповідно до робочого навчального плану.

Контроль самостійної роботи студента заочної форми навчання здійснюється шляхом перевірки контрольної роботи, яка надсилається студентом у встановлені строки (див. п. 3.2), та опитувань на лекційних і практичних заняттях, а також під час іспиту наприкінці заліково-іспитової сесії, передбаченого робочим навчальним планом (див. пп. 3.1 та 3.2).

## 2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

### 2.1 Повчання по вивченню теоретичного матеріалу

#### 2.1.1 Загальні поради по вивченню теоретичного матеріалу

Перш ніж приступити до виконання завдань контрольної роботи з дисципліни «Річкова гідравліка та гідрометрія» необхідно самостійно, за допомогою навчальної та методичної літератури [1 – 9] (див. п. 1.3) та пояснень в цих методичних вказівках, вивчити теоретичний матеріал відповідно до розділів тем, наведених вище (див. п. 1.2).

У наступних пунктах цих методичних вказівок по кожній з тем вказані посилання на навчальну та методичну літературу і сторінки, де знаходиться теоретичний матеріал по всім питанням, що відведені на самостійне вивчення студентом (див. пп. 2.1.2 – 2.1.7).

Після вивчення теоретичного матеріалу кожної теми, перевірте, як Ви засвоїли її зміст. Для цього спробуйте відповісти на всі “Запитання для самоперевірки...”, що наведені нижче для кожної з тем (див. пп. 2.1.2 – 2.1.7). Коли Ви вивчите теоретичний матеріал, приступайте до виконання першої і другої частин контрольної роботи (див. п. 2.2.1-2.2.3).

Після вивчення матеріалу всіх тем, виконання контрольної роботи, оформіть її.

Якщо у Вас виникли труднощі або питання стосовно теоретичного матеріалу, виконання контрольної роботи, які Ви не в змозі подолати самостійно, потрібно негайно звернутися до викладача, який проводив установчі лекції по дисципліні “Гідрометрія”, письмово на адресу університету звичайною поштою (65016, м. Одеса, вул. Львівська, буд. 15, Одеський державний екологічний університет, кафедра гідроекології та водних досліджень, НЛК №2, каб. 513) або електронною (gideko@ogmi.farlep.odessa.ua).

Для термінової консультації дзвоніть викладачу на кафедру гідроекології та водних досліджень за телефоном: (048) 785-27-18.

#### *Блок «Річкова гідравліка»*

*2.1.2 Повчання по вивченню першої теми “Основні фізичні властивості рідини.”*

Перша тема знайомить студентів з визначенням рідини, класами рідини, Основними фізичними властивостями води: густиною, стисливістю, розширенням внаслідок нагрівання, опору розтягуючим зусиллям, в'язкістю, силами, діючими на рідину – масовими і поверхневими.

При вивченні першої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче (у квадратних дужках вказано номер з переліку літератури в п. 1.3, а через кому вказані сторінки, на яких знаходиться потрібний теоретичний матеріал):

- [1], стор. 12-16;
- [2], стор. 11-12;

Для самостійної перевірки засвоєння змісту першої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту першої теми:

1. Що таке рідина? Які є класи рідини?
2. Що таке густина рідини, її стисливість?
3. Як розширюється рідина внаслідок нагрівання?
4. Як опирається рідина розтягуючим зусиллям?
5. В'язкість рідини.
6. Сили, що діють на рідину – масові та поверхневі.

### *2.1.3 Повчання по вивченню другої теми “Гідростатика.”*

Друга тема розглядає гідростатичний тиск в даній точці та його властивості, основне рівняння гідростатики в диференційній формі, закон розподілу гідростатичного тиску по глибині, якщо рідина знаходиться тільки під дією сили тяжіння, закон Паскаля. Роз'яснюється методика розрахунку сумарного гідростатичного тиску на плоску фігуру будь-якої форми та сумарного гідростатичного тиску на криволінійну поверхню.

При вивченні другої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [1], стор. 20-26, 33-35, 40-43;
- [2], стор. 13-16, 25-26, 29-33.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту другої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту другої теми:

1. Основне поняття гідростатики.
2. Властивості гідростатичного тиску.
3. Основне рівняння гідростатики в диференціальній формі.
4. Закон розподілу гідростатичного тиску по глибині в рідині, яка знаходиться під дією сили тяжіння.
5. Закон Паскаля

*2.1.4 Повчання по вивченню третьої теми “Основні закономірності руху рідини”*

Третя тема знайомить з видами руху рідини і його характеристиками – траєкторією руху, лінією течії, елементарною цівкою, елементарною витратою, живим перетином, місцевою і середньою швидкістю, витратою рідини, площею живого перетину, змоченим периметром, гідравлічним радіусом, уклоном потоку і вільної поверхні.

Останні розділи третьої теми присвячені типам руху рідини (безнапірний, напірний, рівномірний, нерівномірний, усталений, неусталений, спокійний, бурхливий), рівнянню нерозривності у випадку усталеного руху.

При вивченні третьої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

– [1], стор. 47-58.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту третьої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту третьої теми:

1. Траєкторія руху частки рідини. Лінія течії.
2. Поняття «елементарна цівка», «елементарна витрата».
3. Поняття «місцева швидкість», «середня швидкість».
4. Поняття «змочений периметр», «гідравлічний радіус».
5. Поняття «живий перетин потоку».
6. Площа живого перетину. Навести приклад.
7. Уклон потоку.
8. Назвіть види руху рідини в залежності від зміни гідравлічних характеристик по довжині потоку та у часі.
9. Визначення рівномірного і нерівномірного руху потоку.
10. Визначення усталеного та неусталеного руху потоку.

11. Визначення напірного і безнапірного руху потоку.
12. Визначення руху потоку, який плавно змінюється та такого, який повільно змінюється .
13. Рівняння нерозривності у випадку усталеного руху.

#### *2.1.5 Повчання по вивченню четвертої теми “Режими руху рідини. Рівняння Бернуллі”*

У четвертій темі розглядається два режими руху рідини, досліди Рейнольда, число Рейнольда.

Останній розділ четвертої теми присвячено рівнянню Бернуллі для елементарної цівки рідини та для потоку реальної рідини, інтерпритаціям рівняння Бернуллі, втратам напору по довжині та місцевим втратам, закону додавання втрат напору.

При вивченні четвертої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [1], стор. 59-64, 76-81, 85-86;
- [2], стор. 58-60.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту четвертої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту четвертої теми:

1. Ламінарний режим руху рідини.
2. Турбулентний режим руху рідини.
3. Число Рейнольда.
4. Функція  $h_f = f(v)$  в залежності від режиму руху рідини.
5. Теорема зміни кінетичної енергії.
6. Рівняння Бернуллі для елементарної цівки рідини.
7. Геометрична інтерпретація рівняння Бернуллі.
8. Енергетична інтерпретація рівняння Бернуллі.
9. Втрати напору в потоці.

#### *2.1.6 Повчання по вивченню п'ятої теми “Безнапірний рівномірний рух рідини”*

П'ята тема присвячена ознайомленню з особливостями безнапірного рівномірного руху рідини. виведенню формули Шезі і її аналізу, коефіцієнту шорсткості.



При вивченні п'ятої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

– [1], стор. 122-131.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту п'ятої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту п'ятої теми:

1. Формула Шезі для швидкості та витрати.
2. Поняття модуля швидкості та модуля витрати.
3. Що називається гідравлічним опором?
4. Формули для визначення коефіцієнту Шезі.
5. Коефіцієнт шорсткості.

*2.1.7 Повчання по вивченню шостої теми “Нерівномірний усталений рух води у відкритих руслах”*

Розділи цієї теми присвячені вивченню поняття про нерівномірний сталий рух води у відкритих руслах, призматичні та непризматичні русла; знайомлять з поняттями “питома енергія перетину”, ”графік питомої енергії”, рівнянням критичного стану потоку, числом Фруда, диференціальним рівнянням нерівномірного плавнозмінного руху рідини у відкритих руслах.

При вивченні шостої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

– [1], стор. 153-167.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту шостої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

Запитання для самоперевірки засвоєння змісту шостої теми:

1. Питома енергія перетину.
2. Графік питомої енергії.
3. Рівняння критичного стану потоку.
4. Число Фруда.
5. Диференціальне рівняння нерівномірного плавно змінного руху рідини у відкритих руслах.

## *Блок «Гідрометрія»*

### *2.1.8 Повчання по вивченню сьомої теми “Облік поверхневих і підземних вод та Державний водний кадастр”.*

Державний облік поверхневих і підземних вод, мета його здійснення.  
Система даних ДВК. Фонд даних ДВК.

Розділи та серії матеріалів ДВК.

Видання, що входять до серії 2 «Щорічні дані» розділу 1 «Поверхневі води».

При вивченні сьомої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [8], стор. 7-10;
- [9], стор. 329-350.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту сьомої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

*Запитання для самоперевірки засвоєння змісту сьомої теми:*

1. Що характеризують дані державного обліку поверхневих і підземних вод та за якою системою він здійснюється і на яких даних базується?

2. Що є основним джерелом інформації про гідрологічний режим і стан водних об'єктів та які з них підлягають ДОВ і відносяться до єдиного водного фонду країни?

3. Що входить до фонду даних ДВК?

4. З яких розділів та серій складаються матеріали ДВК?

5. Які видання входять до серії 2 «Щорічні дані» розділу 1 «Поверхневі води»?

### *2.1.9 Повчання по вивченню восьмої теми “Побудова кривої витрат води при однозначній залежності між витратами та рівнями води”.*

Обчислення добового стоку для періоду наявності гідравлічного зв'язку витрат з рівнями.

Для яких періодів та які дані використовують при побудові КВВ.

При вивченні восьмої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [8], стор. 11-17;
- [9], стор. 210-224;
- [11], стор. 263-267.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту восьмої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

*Запитання для самоперевірки засвоєння змісту восьмої теми:*

1. З якою частотою виконуються вимірювання витрат води в залежності від фаз водного режиму?
2. Для яких періодів та які дані використовують при побудові КВВ?
3. Які умовні позначення використовують при побудові кривих зв'язку  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ ?
4. Яким рівнянням повинні бути пов'язані між собою криві зв'язку  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$  та  $V = f(H)$ ?
5. З якою точністю складається таблиця ККВ?
6. Яким чином формується таблиця обчислення імовірної похибки побудови КВВ?
7. Коли залежність  $Q = f(H)$  вважають надійною та однозначною?

*2.1.10 Повчання по вивченню дев'ятої теми “Побудова кривої витрат та обчислення стоку води при відсутності однозначної залежності між витратами та рівнями води”.*

Обчислення стоку води при льодових явищах.

Обчислення стоку води при заростанні русла.

Обчислення стоку при нестійких руслах.

Основні методи обчислення стоку при змінному підпорі.

При вивченні дев'ятої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [8], стор. 18-35;
- [9], стор. 235-242;
- [11], стор. 278-291.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту восьмої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

*Запитання для самоперевірки засвоєння змісту дев'ятої теми:*

1. В яких умовах спостерігається несталий рух води в руслах річок?
2. Який вигляд мають криві зимових витрат води?
3. З чим пов'язано зменшення зимових витрат в порівнянні з витратами при вільному руслі для одних і тих же рівнів води?
4. Охарактеризуйте спосіб обчислення щоденних витрат води з використанням зимових перехідних коефіцієнтів  $K_{зим}$ .
5. Охарактеризуйте спосіб обчислення щоденних витрат води з використанням перехідних коефіцієнтів  $K_{зар}$  при заростанні русла.
6. Як виконується обчислення стоку води способом Стаута?
7. Що таке змінний підпор та які методи використовують для обчислення стоку води в умовах змінного підпору?

*2.1.11 Повчання по вивченню десятої теми “Екстраполяція кривої витрат до екстремальних рівнів води”.*

Графічна екстраполяція «за тенденцією» кривої витрат до екстремальних (найвищих і найнижчих) рівнів.

Екстраполяція способом Дж. Стівенсона.

Екстраполяція за формулою І.Ф. Карасьова.

Екстраполяція способом введення поправки в формулу Шезі.

При вивченні десятої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

– [8], стор. 36-39;

– [11], стор. 268-277.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту восьмої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

*Запитання для самоперевірки засвоєння змісту десятої теми:*

1. В яких випадках застосовується екстраполяція кривої витрат до екстремальних рівнів води та які способи для цього використовуються?
2. В яких випадках для екстраполяції кривої витрат води застосовується графічна екстраполяція «за тенденцією» та які способи екстраполяції засновані на використанні гідравлічних формул?
3. Поясніть екстраполяцію кривої витрат способом Дж. Стівенсона.

4. Поясніть екстраполяцію кривої витрат за формулою І.Ф. Карасьова.
5. Охарактеризуйте екстраполяцію кривої витрат способом введення поправки в формулу Шезі.

*2.1.12 Повчання по вивченню одинадцятої теми “Обчислення характеристик стоку та формування таблиці витрат води”.*

Розрахунок середньорічних витрат води.

Розрахунок середньомісячних витрат води.

Об’єм стоку, модуль стоку, шар стоку води за місяць та рік.

При вивченні одинадцятої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [8], стор. 40-44;
- [9], стор. 242-244;
- [11], стор. 267-268.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту восьмої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

*Запитання для самоперевірки засвоєння змісту одинадцятої теми:*

1. Які характеристики стоку води обчислюються при складанні таблиці «Витрата води»?
2. Як розраховується середньорічна витрата води?
3. Як розраховується середньомісячна витрата води?
4. Що таке об’єм стоку води?
5. Що таке модуль стоку води?
6. Що таке шар стоку води?
7. Як розраховується шар стоку води за будь-який період часу?

*2.1.13 Повчання по вивченню дванадцятої теми “Автоматизація обліку та обчислення стоку води”.*

Автоматизація обліку стоку води.

Автоматизація обчислення стоку води.

При вивченні дванадцятої теми необхідно використовувати навчальну та методичну літературу, посилання на яку наведені нижче:

- [8], стор. 45-49;

– [9], стор. 7-16.

– [11], стор. 415-422.

Для самостійної перевірки засвоєння змісту дванадцятої теми та успішного закріплення базових знань і вмінь по вивченому та матеріалу, спробуйте дати усні відповіді на запитання, які наведені нижче.

*Запитання для самоперевірки засвоєння змісту дванадцятої теми:*

1. Охарактеризуйте переваги автоматизованого обчислення стоку води над «ручними» розрахунками.

2. Поясніть ступеневе рівняння Г.В. Глушкова для автоматизованого обчислення стоку води.

3. Що називається «рівнем нульового стоку» та яке фізичне значення має цей параметр?

## **2.2 Перелік завдань та пояснення до контрольної роботи**

### *2.2.1 Загальні поради*

Загальні поради: виконання та оформлення контрольної роботи з дисципліни “Річкова гідравліка та гідрометрія” здійснюється самостійно, за допомогою пояснень в цих методичних вказівках і навчальної та методичної літератури (див. пп. 1.3 і 2.1.2 – 2.1.13):

- назва завдання;
- теоретичні положення;
- завдання;
- розв’язання завдання;
- висновки.

Після всіх оформлених завдань наводиться список використаної літератури.

**2.2.2 Частина №1. Річкова гідравліка** (Тиск рідини на плоскі та криволінійні поверхні. Побудова кривої вільної поверхні у природних водотоках за допомогою способів А.М.Рахманова та М.І.Павловського).

Вибір варіанту: варіанти вихідних даних до виконання завдань контрольної роботи студент-заочник вибирає індивідуально, відповідно до останньої цифри своєї залікової книжки.

## Пояснення до виконання частини №1 «Річкова гідравліка»

### *Тиск рідини на плоскі та криволінійні поверхні.*

Гідростатичним тиском називається сила впливу навколишньої рідини, спрямованого по внутрішній нормалі до площадки дії. Гідростатичний тиск діє нормально до площадки дії і спрямований по внутрішній нормалі. Гідростатичний тиск у даній точці не залежить від орієнтування площадки, а залежить тільки від координат точки. Основне рівняння гідростатики:

$$Z + \frac{P}{\gamma} = \text{const}, \quad (2.1)$$

де  $Z$  - геометрична висота, тобто відстань від площини відліку до розглянутої точки;  $\frac{P}{\gamma}$  - п'єзометрична висота,  $P$  - тиск рідини в розглянутій точці;  $\gamma$  - питома вага рідини. Кожен член рівняння має розмірність довжини. Для будь-яких часток даного обсягу рідини основне рівняння гідростатики можна записати у вигляді:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} = \dots = Z_i + \frac{P_i}{\gamma} = \text{const}.$$

З рівняння (2.2) можна одержати рівняння для гідростатичного тиску в точці:

$$P = P_0 + \gamma h, \quad (2.2)$$

де  $P$  - повний гідростатичний тиск у точці;  $P_0$  - тиск на вільній поверхні;  $h$  - глибина занурення точки. Якщо не враховувати атмосферний тиск, то  $P_{\text{надл}} = \gamma h$  - надлишковий гідростатичний тиск у точці.

Величина гідростатичного тиску на плоску стінку визначається по формулі:

$$P = (P_0 + \gamma h_c) \omega, \quad (2.3)$$

де  $h_c$  - глибина занурення центра тяжіння площадки.

Величина надлишкового гідростатичного тиску на плоску стінку визначається по формулі:

$$P_{\text{надл}} = \gamma h_c \omega \quad (2.4)$$

Таким чином, сила гідростатичного тиску (абсолютного чи надлишкового), що діє на плоску фігуру будь-якої форми, дорівнює площі

цієї фігури, помноженої на відповідний гідростатичний тиск у центрі тяжіння цієї фігури.

Величину гідростатичного тиску на плоску стінку можна представити у виді епюри гідростатичного тиску. Епюра гідростатичного тиску дає наочне представлення про розподіл, величину і напрямок гідростатичного тиску.

Припустимо, що стінка  $AB$  шириною  $b$  зазнає тиску води висотою  $h$ . Якщо в кожній точці, що лежить на лінії  $AB$ , відновити перпендикуляри відрізків  $\gamma h$ , які дорівнюють тиску рідини в цих точках, то кінці відрізків розташуються на одній прямій  $AC$  (рис.2.1).

Трикутник  $ABC$  є діаграмою тиску і називається епюрою надлишкового гідростатичного тиску.

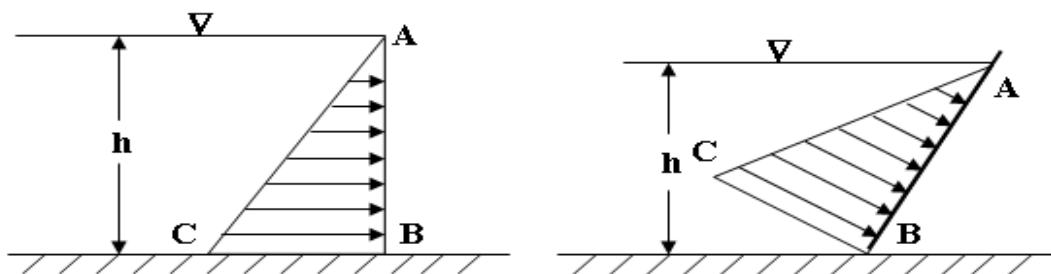


Рис.2.1 – Епюри гідростатичного тиску

Отже, для побудови епюри гідростатичного тиску на плоску стінку необхідно, з огляду на властивості гідростатичного тиску в точці, відкласти на перпендикулярі до стінки величину гідростатичного тиску в самій нижній точці  $B$  і з'єднати точку  $C$  з точкою  $A$ . Величину гідростатичного тиску можна визначити за допомогою епюри. Вона чисельно дорівнює площі трикутника  $ABC$ , помноженої на ширину стінки  $b$  і питому вагу  $\gamma$ . Стінка може випробувати двосторонній тиск води (рис.2.2). Тоді рівнодіюча тиску води буде дорівнювати різниці більшого і меншого тисків, тобто

$$P = P_1 - P_2 \quad (2.5)$$

Епюра сумарного гідростатичного тиску буде визначена у вигляді різниці, тобто трапеції  $ABCD$ .



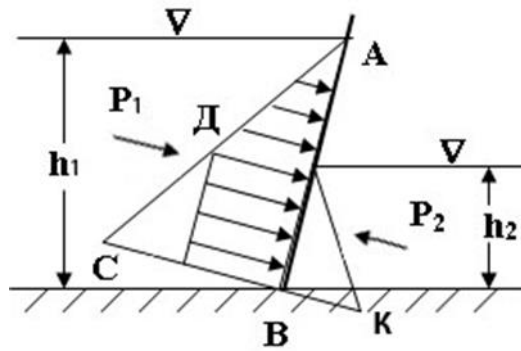


Рис.2.2 – Епюра сумарного гідростатичного тиску

Криволінійні поверхні, що випробовують тиск води, можуть бути будь-якого виду. Найбільше часто зустрічаються циліндричні поверхні. Будемо розглядати тільки надлишковий гідростатичний тиск на циліндричні поверхні (рис.2.3).

Сумарний гідростатичний тиск на криволінійну циліндричну поверхню обчислюється за формулою:

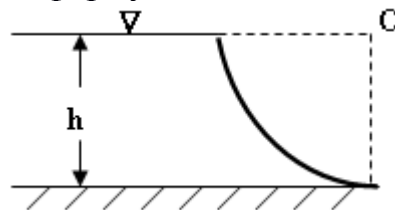


Рис.2.3 – Криволінійна циліндрична поверхня

$$P = \sqrt{P_{гор}^2 + P_{верт}^2} \quad (2.6)$$

де  $P_{гор}$  - горизонтальна складова сумарного тиску на криволінійну поверхню, дорівнює тиску рідини на проекцію даної поверхні на вертикальну площину  $\omega_z$ , тобто  $P_{гор}$  визначається як тиск на плоску стінку:

$$P_{гор} = \gamma_c \omega_z \quad (2.7)$$

де  $h_c$  - глибина занурення центру тяжіння проекції криволінійної поверхні на вертикальну стінку;

$P_{верт}$  - вертикальна складова тиску рідини  $P$ , дорівнює вазі рідини в об'ємі тіла тиску  $W$ , обмеженого даною криволінійною поверхнею, вертикальною площиною, проведеною через нижню точку криволінійної поверхні і вільну поверхню рідини, тобто

$$P_{\text{верт}} = \gamma W, \quad (2.8)$$

де  $\gamma$  - питома вага рідини;  $W$  – об'єм тіла тиску.

В залежності від форми поверхні розрізняють дійсне тіло тиску ( $AOB$ ) заповнене рідиною (рис.2.4). У випадку дійсного тіла тиску вертикальна складова тиску  $P_{\text{верт}}$  спрямована вниз і є позитивною величиною. Якщо об'єм тіла тиску не заповнений рідиною ( $A'O'B'$ ), то це фіктивне тіло тиску (рис.2.5). У випадку фіктивного тіла тиску вертикальна складова тиску  $P_{\text{верт}}$  спрямована вгору і є негативною величиною. Центром тиску для криволінійної поверхні є точка, у якій рівнодіюча сумарного тиску перетинає криволінійну поверхню (точка  $A$ ) (рис. 2.6, 2.7). Кут нахилу  $\alpha$  рівнодіючої сумарного тиску до горизонтальної лінії визначається з рівності

$$\text{tg } \alpha = \frac{P_{\text{верт}}}{P_{\text{гор}}}, \quad (2.9)$$

Рівнодіюча сумарного тиску повинна проходити через центр циліндричної поверхні (кола чи кулі). Якщо тіло тиску фіктивне, то рівнодіюча тиску спрямована знизу нагору (рис.2.6). Якщо тіло тиску дійсне, то рівнодіюча тиску спрямована зверху вниз (рис.2.7).

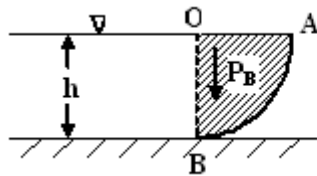


Рис.2.4 – Дійсне тіло тиску

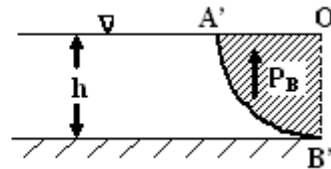


Рис.2.5 – Фіктивне тіло тиску

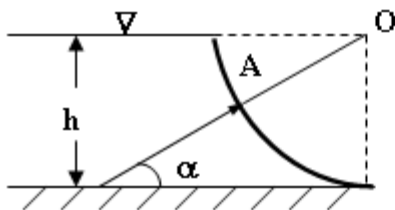


Рис.2.6 – Рівнодіюча сумарного тиску для фіктивного тіла

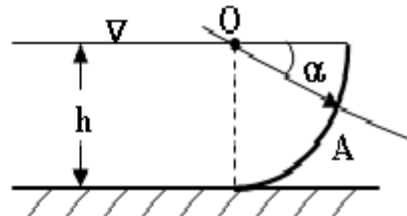


Рис.2.7 – Рівнодіюча сумарного тиску для дійсного тіла

*Побудова кривих вільної поверхні у природних водотоках за допомогою способів А.М.Рахманова та М.І.Павловського.*

У способі А.М.Рахманова водотік попередньо розбивають на розрахункові ділянки. Для кожної розрахункової ділянки водотоку повинні бути побудовані графіки залежності модуля опору від середньої відмітки рівня води в річці і задані розрахункова витрата  $Q$  і відмітка поверхні води  $Z_K$  при нерівномірному русі в кінцевому створі останньої ділянки.

Розрахунок кривої вільної поверхні починається від останньої ділянки водотоку, у наступному порядку:

1. Довільно призначається середня відмітка  $\bar{Z}_1$  поверхні води в межах розглянутої ділянки водотоку.

2. За графіком залежності модуля опору від відмітки рівня води в річці визначають модуль опору  $F_1$  відповідно до призначеної середньої відмітки  $\bar{Z}_1$ . Для виконання завдання використовують рис. В.1 — В.3 у додатку.

3. Визначають падіння  $\Delta$  рівня вільної поверхні водотоку в межах розглянутої ділянки:

$$\Delta = FQ^2, \quad (2.10)$$

де  $F$  – модуль опору, знятий із графіка залежності  $F=f(\bar{Z})$ ;

$Q$  – розрахункова витрата.

4. Обчислюють середню відмітку  $\bar{Z}$  поверхні води на ділянці:

$$\bar{Z} = Z_K + \frac{\Delta}{2}, \quad (2.11)$$

де  $Z_K$  – відома відмітка поверхні води в кінцевому створі.

5. Порівнюють довільно призначену  $\bar{Z}_1$  і обчислену  $\bar{Z}$  середні відмітки. Якщо розраховане значення середньої відмітки  $\bar{Z}$  відрізняється від призначеного довільного значення  $\bar{Z}_1$  менше ніж на 5%, можна вважати, що середня відмітка  $\bar{Z}$  визначена правильно. У протилежному випадку виконують перерахування, у процесі якого знаходять значення  $\bar{Z}$ , що мало відрізняється від призначеного нового значення  $\bar{Z}_n$ . Таке значення середньої відмітки приймається за остаточне.

6. Обчислюють відмітку поверхні води  $Z_H$  у початковому створі розглянутої ділянки водотоку:

$$Z_H = \bar{Z} + \frac{\Delta}{2} \quad (2.12)$$

де  $\bar{Z}$  – середня відмітка, отримана в результаті викладеного методу розрахунку;

$\Delta$  – падіння рівня вільної поверхні, обчислене за формулою (2.10).

7. На цьому закінчують розрахунок розглянутої ділянки водотоку. Подібним чином роблять розрахунки для наступного, розташованого вище за течією ділянки водотоку, причому за кінцеву відмітку приймають відмітку, отриману для початкового створу розглянутої ділянки:  $Z_{K,NI} = Z_{HN}$ . Таким чином, переходячи від однієї ділянки до іншої, визначають відмітки вільної поверхні у всіх створах і за цими даними будують криву вільної поверхні.

У способі М.І.Павловського передбачається, що водотік розбитий на ряд розрахункових ділянок. Для кожної ділянки водотоку побудовані графіки залежності модуля опору від середньої відмітки рівня води в річці. Повинні бути відомі розрахункова витрата  $Q$  і відмітка  $Z_K$  поверхні води в кінцевому створі останньої ділянки водотоку. Графічні побудови і розрахунки для кожної ділянки водотоку за даним методом виконуються в наступному порядку.

1. Обчислюється тангенс кута  $\gamma$ :

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{2aN}{Q^2v}, \quad (2.13)$$

де  $Q$  – розрахункова витрата;

$a$  – прийнятий масштаб для відмітки  $\bar{Z}$  (у 1 см -  $a$  м);

$v$  – прийнятий масштаб для функції  $FN$  (у 1 см -  $v$  с<sup>2</sup>/м<sup>5</sup>).

За значенням тангенса визначається кут  $\gamma$ .

2. На осі ординат графіка модулю опору для крайньої ділянки відкладають відмітку  $Z_K$ , схема — на рис. 2.8. З отриманої в результаті цього точки **O** на осі ординат проводять пряму, що утворює з віссю ординат кут  $\gamma$ , до перетинання її з кривою модуля опору.

Для виконання завдання використовують рис. В.1 — В.3 у додатку.

3. Визначають ординату отриманої точки  $\bar{Z}$ , і значення  $\Delta$ :

$$\Delta = 2(\bar{Z} - Z_K). \quad (2.14)$$

4. Обчислюють відмітку поверхні води в початковому створі:

$$Z_H = Z_K + \Delta. \quad (2.15)$$

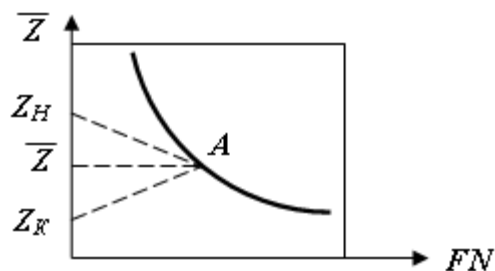


Рис.2.8 – Графічна побудова способом М.І.Павловського

5. Приймаючи за кінцеву відмітку в наступній ділянці, яка знаходиться вище за течією, отриману початкову відмітку для останньої ділянки, роблять визначення початкової відмітки у викладеному порядку. Аналогічні розрахунки роблять для всіх ділянок водотоку.

Завдання частини №1

Вирішити задачі № 2.1 - 2.11 використовуючи формули (2.1) – (2.15).

Вихідні дані для виконання частини №1

Задачі з варіантами вихідних даних наведені нижче.

Задача № 2.1 (рис.2.9).

Вертикальний щит, складений з горизонтально лежачих дощок, які розташовані у пазах бетонного каналу прямокутного перетину, стримує тиск води глибиною  $h$ . Висота щита  $h = 1,5$  м, ширина його  $b = 2$  м, ширина кожної дошки  $a = 0,25$  м.

Визначити: 1) тиск на щит; 2) тиск  $P_d$  на нижню дошку щита.

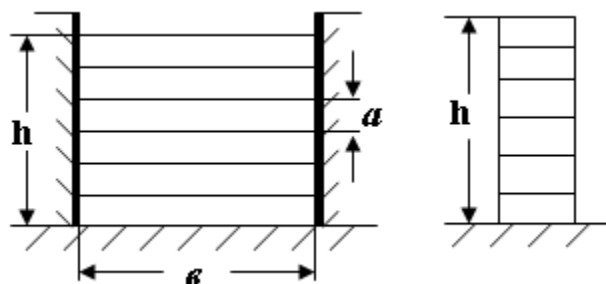


Рис.2.9 – Вид плоскої поверхні до задачі 2.1

Задача №2.2 (рис.2.10).

Визначити величину тиску на стінку  $AB$  шириною  $b$  по формулі, якщо  $h = 2$  м;  $\gamma = 1000$  Кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha = 60^\circ$ .

Варіанти до задачі 2.2

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина, $v$ , м	1	1,5	2,0	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,5

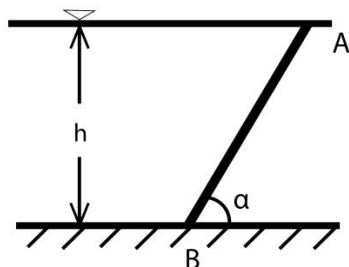


Рис.2.10 - Вид плоскої поверхні до задачі 2.2

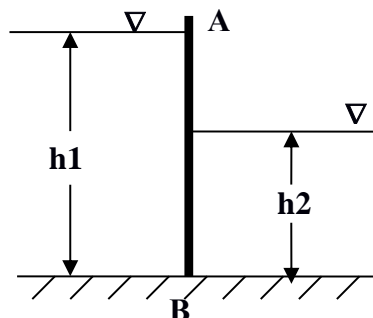


Рис.2.11 - Вид плоскої поверхні до задачі 2.3

Задача № 2.3 (рис.2.11). Визначити величину сумарного тиску на щит  $AB$  шириною  $v$  при двосторонньому тиску води на щит при  $h_1 = 3$  м;  $h_2 = 1$  м;  $\gamma = 1000$  Кг/м<sup>3</sup>.

Варіанти до задачі 2.3

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина, $v$ , м	1,0	1,25	1,5	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,5

Задача № 2.4 (рис.2.12). Визначити величину тиску води на круглий щит діаметром  $d$ , що закриває отвір у похилій стінці. Відомо, що відстань  $a = 1,0$  м; кут  $\alpha = 60^\circ$ .

Варіанти до задачі 2.4

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Діаметр $d$ , м	0,3	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80

Задача № 2.5 (рис.2.13). Визначити величини тиску на ділянках  $AB$ ,  $BC$  і  $CD$  за допомогою формули, якщо  $h = 5$  м;  $h_1 = 2$  м;  $BC = 3$  м.

Варіанти до задачі 2.5

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина, $v$ , м	1,0	1,5	2,0	2,5	2,8	3,2	3,6	3,8	4,0	4,5

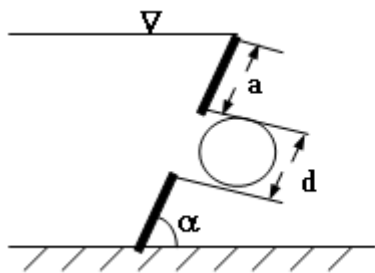


Рис.2.12 - Вид плоскої поверхні до задачі 2.4

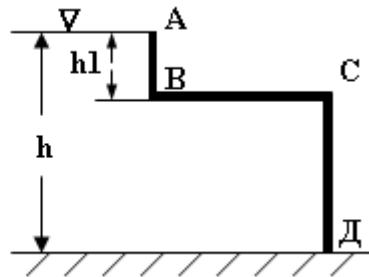


Рис.2.13 - Вид плоскої поверхні до задачі 2.5.

Задача № 2.6 (рис.2.14). Визначити величину і напрямок тиску на циліндричну поверхню, що утримує воду глибиною  $h = r = 2$  м. Ширина циліндричної поверхні  $b = 2$  м.

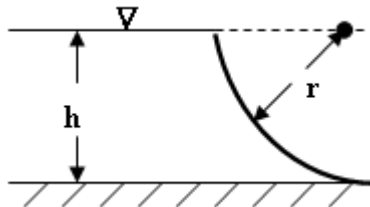


Рис.2.14 – Вид криволінійної поверхні до задачі 2.6

Задача № 2.7 (рис.2.15). Визначити величину і напрямок рівнодіючої тиску води на секторний затвор, якщо  $r = 2.3$  м;  $b = 5$  м.

Варіанти до задачі 2.7

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кут нахилу $\phi$ ,град	30	35	40	45	50	55	60	65	67	70

Задача № 2.8 (рис.2.16). Визначити величину і напрямок рівнодіючої двостороннього тиску води на циліндричну поверхню якщо:  
 $d = 3$  м;  $H_1 = d = 3$  м;  $H_2 = d/2 = 1,5$  м.

Варіанти до задачі 2.8

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина, $b$ , м	1,0	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	3,0	3,2	3,5

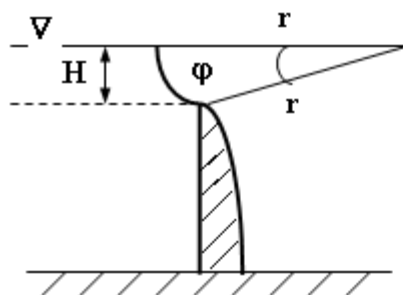


Рис.2.15 – Вид криволінійної поверхні до задачі 2.7

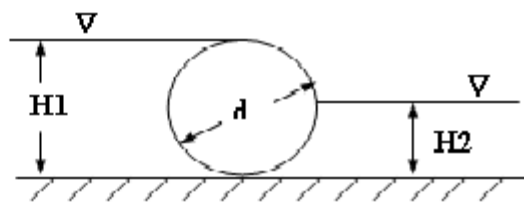


Рис.2.16 – Вид криволінійної поверхні до задачі 2.8

Задача № 2.9 (рис.2.17). Внизу вертикальної стінки резервуара з водою шириною  $b$  знаходиться фасонна частина у виді чверті поверхні циліндра. Визначити тиск на цю частину, якщо:  $r = 0,4\text{ м}$ ;  $H = 1,2\text{ м}$ .

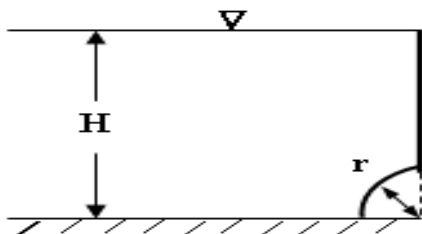


Рис.2.17 – Вид криволінійної поверхні до задачі 2.9

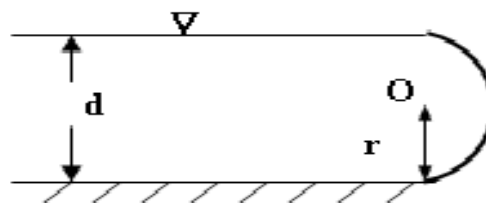


Рис.2.18 – Вид криволінійної поверхні до задачі 2.10

Задача № 2.10 (рис.2.18). Визначити величину і напрямок рівнодіючої тиску води на напівциліндричну поверхню шириною  $b$ , якщо:  $d = 5\text{ м}$ ;  $\gamma = 1000\text{ кг/м}^3$ .

Варіанти до задачі 2.9 та 2.10

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ширина, $b, \text{ м}$	1,0	1,2	1,5	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8

Задача № 2.11

Побудувати способом А.М.Рахманова і графічним способом М.І.Павловського криву вільної поверхні річки від пункту  $A$  до пункту  $B$  при наступних вихідних даних.

Річка від пункту  $A$  до пункту  $B$  розбита на три ділянки довжиною, м: I – 1350, II – 1550, III – 1700. Для кожної ділянки на рис. 2.9-2.11 зображені графіки залежності модуля опору від середньої відмітки.

Різні варіанти значень розрахункової витрати  $Q$  і відмітки в кінцевому створі (у пункті  $B$ ) приведені в табл. 2.1.



Таблиця 2.1 - Значення розрахункових витрат та відміток у кінцевому створі (у пункті В ) за варіантами

Номер варіанта	Розрахункова витрата $Q, \text{ м}^3/\text{с}$	Кінцева відмітка в пункті В, $Z_K, \text{ м}$
1	800	25,40
2	900	25,70
3	1000	26,10
4	1100	26,50
5	1200	26,90
6	1250	27,00
7	1300	27,20
8	1350	27,40
9	1400	27,60
10	1450	27,70

### 2.2.3 Частина №2. Гідрометрія (Облік стоку води)

Вибір варіанту: варіанти вихідних даних до виконання завдання контрольної роботи студент-заочник вибирає індивідуально, відповідно до останньої цифри своєї залікової книжки. Якщо номер залікової книжки закінчується на цифри 1,3,5,7,9 – варіант 1; на цифри 2, 4,6,8,0 – варіант 2. Для вправи 2.1: якщо номер залікової книжки закінчується на цифри 1, 6 – питання 1; на цифри 2, 7 – питання 2; на цифри 3, 8 – питання 3; на цифри 4, 9 – питання 4; на цифри 5, 0 – питання 5.

#### Пояснення до виконання частини №2

Стік води - найважливіша характеристика режиму водотоку, яка повідомляє про кількість води, що пройшла через гідроствор за деякі фіксовані проміжки часу (доба, декада, місяць, періоди паводку або повені, квартал, рік). Витрати води на гідрологічних постах вимірюються досить рідко, принаймні не щоденно. Проте для оцінки водних ресурсів необхідні щоденні, а іноді і щогодинні значення витрат. Вирішенню цієї задачі допомагає встановлення залежності між витратами і рівнями води ( $Q = f(H)$ ). Для виявлення такого зв'язку необхідно мати достатню кількість виміряних витрат води.

Вивчення даного розділу необхідно починати з аналізу початкових даних. Такий аналіз припускає попередній перегляд всього матеріалу таблиці виміряних витрат води (ВВВ). Важливим фактором є питання про

точність вимірювань, особливо слід звернути увагу на причини, що можуть вплинути на точність вимірювань. Необхідно, зокрема, з'ясувати, скільки гідростворів діяло на посту, чи завжди виміряна повна витрата або тільки ряд її (без врахування, наприклад, заплавної складової). В ряді випадків, використовуючи дані промірів з книжок КГ-3М(н), слід встановити шляхом побудови сумісних графіків поперечних профілів ступінь стійкості русла і визначити характер деформацій русла і заплави.

Порядок побудови кривої витрат  $Q = f(H)$  і пов'язаних з нею кривих площ поперечного перетину  $F = f(H)$  і середніх швидкостей  $V = f(H)$  висловлені в “Наставлення гидрометрическим станциям и постам” вип.6, ч.III. Для русла, вільного від льоду та рослинності і при відсутності, порушуючих зв'язок, чинників має місце однозначна залежність  $Q=f(H)$ ,  $F=f(H)$ ,  $V=f(H)$ , в протилежному випадку характер зв'язків ускладнюється. Вид графіків  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$ ,  $V = f(H)$  показаний на рис. 2.19. За наявності однозначної залежності необхідно пов'язати основну і допоміжні криві, а потім оцінити зв'язок  $Q=f(H)$ , обчисливши середньоквадратичне відхилення результатів спостережень від графіка функції.

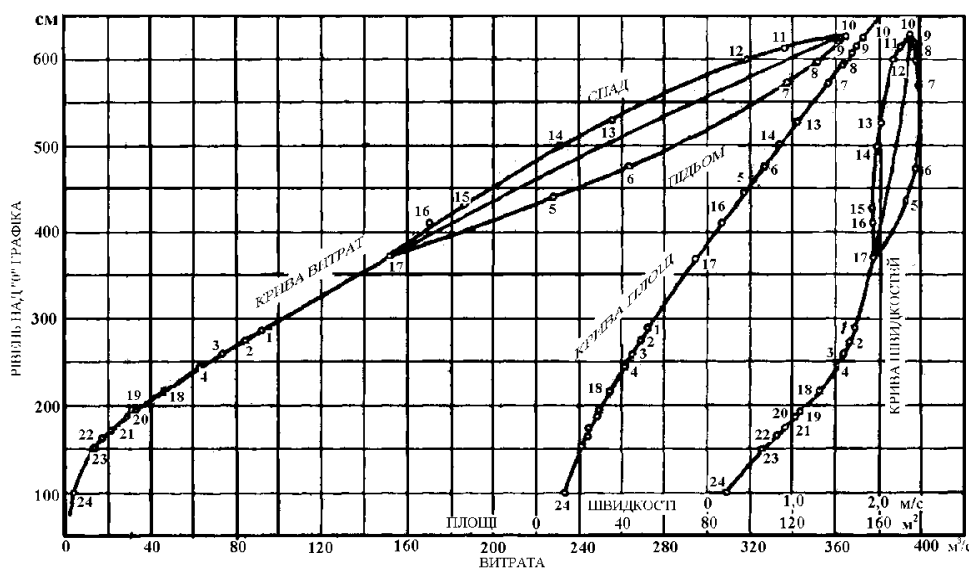


Рис. 2.19 - Криві  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$ ,  $V = f(H)$  для випадку несталого руху води при проходженні паводку

Стійкий однозначний зв'язок  $Q = f(H)$  спостерігається на меншій частині постів опорної гідрологічної мережі. Для річок частіше характерна неоднозначна залежність  $Q = f(H)$ , при наявності якої, окрім рівнів води, доводиться враховувати інші чинники: деформації русла, льодові явища

або заростання русла, змінний підпір та інші. Великою кількістю такого роду чинників пояснюється різноманіття існуючих методів обліку стоку.

Вибір способу підрахунку стоку при нестійкому руслі і змінному підпорі вимагає ретельного аналізу, що полягає у виявленні основних причин порушення однозначного зв'язку витрат і рівнів, оскільки перераховані вище явища часто впливають на пропускну здатність русла і заплави в комплексі.

Облік стоку в зимовий і перехідний періоди ускладнюється мінливістю та різноманіттям чинників, що визначають витрату води. Поява льоду на річках супроводжується зменшенням пропускну спроможності русла, але не завжди цей ефект значущий. Важливу роль тут відіграють: характер процесів замерзання і розкриття (наприклад, тривалість і інтенсивність шугоходу, льодоходу); стійкість льодоставу; виникнення заторів і зажорів; закономірності зміни водності в перебігу зими. Через великий розкид точок на графіках зв'язку витрат і рівнів за зимовий період, проведення кривих залежності  $Q = f(H)$  рідко буває можливим, виключаючи випадки крупних річок зі стійким льодоставом. Особливу увагу необхідно звернути у цьому випадку на обґрунтування прийнятої методики підрахунку стоку.

Заростання річкових русел спостерігається в різних кліматичних зонах, яскравіше - на невеликих рівнинних річках в зоні помірного і більш теплого клімату. При цьому зв'язок між витратами і рівнями порушується: точки, відповідні виміряним витратам і середнім швидкостям течії за наявності рослинності розташовуються зліва від основних кривих на графіках зв'язку. Найбільший вплив на зв'язок витрат і швидкостей рослинність має в період її повного розвитку.

Корисно з'ясувати, що в методиках підрахунку стоку при зарослому руслі і льодових явищах (підрахунок за допомогою побудови календарних графіків перехідних коефіцієнтів  $k_{\text{зар}}$  і  $k_{\text{зим}}$ ) є багато спільного, але причини зменшення пропускну спроможності русла різні, тому, й самі процеси мають неоднакову природу.

Оперативний облік стоку дозволяє оцінити водність в любий момент часу і за будь-який період. Надійність такого обліку підвищується шляхом побудови (за наявності необхідних умов) багаторічних кривих  $Q = f(H)$  і ідентифікації зв'язків, виявлених за даними вимірювань попереднього року.

Слід зазначити, що істотну допомогу при виборі методу обліку стоку може надати аналіз комплексного графіка результатів гідрометеорологічних спостережень на посту. Аналізуючи хід гідрометеорологічних елементів за часом, можна, зокрема, виділити

періоди зміни рівнів, не обумовлених збільшенням або зменшенням витрат води.

Завдання частини №2

Вирішити вправи № 2.12 - 2.15.

Вихідні дані для виконання частини №2

Вправи з варіантами вихідних даних наведені нижче.

Вправа № 2.12 Письмово дати відповіді на контрольні питання.

1. Облік стоку в руслах, що легко деформуються.
2. Облік стоку за наявності змінного підпору.
3. Екстраполяція кривої витрат способом Стівенса.
4. Екстраполяція кривої витрат із застосуванням формули Шезі.
5. Оперативний облік стоку.

Вправа № 2.13 Побудувати криву витрат за період вільного русла і провести її ув'язку.

Початкові дані:

- виписка з відомості «Виміряні витрати води»;
- таблиця «Щоденні рівні води» за рік.

Початкові дані подані у додатку: варіант 1 – таблиці А1, А3, варіант 2 – таблиці А2, А4.

Хід виконання вправи 2.13:

1. Встановити амплітуду коливання рівня води за рік, вибрати масштаби для побудови кривої витрат, площ та швидкостей і нанести точки  $Q$ ,  $F$ ,  $V_{сер}$  в залежності від рівня води.
2. Побудувати у збільшеному масштабі криву  $Q = f(H)$  в нижній її частині.
3. Визначити значення  $Q$ ,  $F$ , при максимальних та мінімальних рівнях та побудувати криві  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$ ,  $V_{сер} = f(H)$ .
4. Провести ув'язку побудованих кривих за формою табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Ув'язка кривих  $Q = f(H)$ ,  $F = f(H)$ ,  $V_{сер} = f(H)$ .

$H$ , см	$F$ з кривої, $\text{м}^2$	$V_{сер}$ , з кривої, м/с	$Q = F V_{сер}$ $\text{м}^3/\text{с}$	$Q$ з кривої, $\text{м}^3/\text{с}$	% розходження
----------	-------------------------------	------------------------------	--	--	---------------

Криві вважаються ув'язаними якщо відсоток розходження складає 1%.

5. Скласти розрахункову таблицю до кривої  $Q = f(H)$  за формою, показаною у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахункова таблиця  $Q = f(H)$

Н, см	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40	0,60	0,76	0,92	1,08	1,24	1,40	1,56	1,72	1,88	2,04
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
180	33,0	33,5	34,3	34,8	35,2	35,9	36,4	3,68	37,1	37,3
190	37,8	38,3	-	-	-	-	-	-	-	-

6. Провести перевірку розрахункової таблиці витрат, для чого розрахувати:

а) вірогідну похибку відхилень побудови кривої  $Q = f(H)$  за формою табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Підрахунок вірогідної похибки побудови кривої  $Q = f(H)$

№ витрати	Дата вимірювання	Виміряні		$Q_2, \text{м}^3/\text{с}$ з розр. таблиці	$Q = Q_1 - Q_2$	$\Delta\sigma = \frac{\Delta Q}{Q_1} 100\%$	$(\Delta\sigma)^2$
		H, см	$Q_1, \text{м}^3/\text{с}$				

б) забезпеченість відхилень вимірних витрат від знайденої залежності, яка обчислюється за даними попередньої таблиці, а результати її показують за формою табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Забезпеченість відхилень вимірних витрат від знайденої залежності

Межі відхилень, %	Число випадків		Забезпеченість	
	Абсолютне	%	Абсолютна	%
0 - 5				
6 - 10				
11 - 15				
$\geq 16$				

Вправа № 2.14 Обчислити щодобові витрати води при льодових явищах і скласти таблицю середньодобових витрат.

При льодових явищах однозначний зв'язок між витратами і рівнями порушується за рахунок зменшення площі живого перерізу і збільшенні шорсткості русла, внаслідок чого пропускна спроможність русла при одному і тому ж рівні зменшується в порівнянні з періодом вільного стану річки; точки виміряних витрат і середніх швидкостей відхиляються ліворуч від основних кривих, отриманих для періоду вільного русла. Найбільш поширеним способом обчислення щоденних витрат води за льодовий період є спосіб перехідних коефіцієнтів, який і рекомендується при розв'язанні даної задачі.

У зв'язку із цим витрата при певному рівні за будь-який день зимового періоду  $Q_{зим}$  завжди менше витрати  $Q_{віль}$ , що є у руслі, вільному від льодових явищ, при тому ж рівні. Знаючи відношення цих витрат:

$$k_{зим} = Q_{зим} / Q_{віль} \quad (2.16)$$

можна визначити:

$$Q_{зим} = k_{зим} Q_{віль} \quad (2.17)$$

Користуючись хронологічним графіком коливання величин  $k_{зим}$ , щоденними рівнями води для зимового періоду і кривої  $Q = f(H)$  для русла, вільного від льодових явищ, визначають витрати  $Q_{зим}$ .

Початкові дані:

- виписка з відомості «Виміряні витрати води»;
- таблиця «Щоденні рівні води» за рік;
- розрахункова таблиця  $Q = f(H)$ , виконана у вправі 2.13.

Початкові дані подані у додатку:

варіант 1 – таблиці А1, А3; варіант 2 – таблиці А2, А4.

Хід виконання вправи:

1. Нанести величини зимових витрат на криву  $Q = f(H)$  для вільного русла.
2. Обчислити перехідні коефіцієнти від витрат вільного русла до зимових за формулою  $k_{зим} = \frac{Q_{зим}}{Q_{віль}}$ . Всі розрахунки провести за формою табл.2.6.

Таблиця 2.6 – Обчислення перехідних коефіцієнтів  $k_{зим}$  від витрат вільного русла до зимових витрат

№ п/п	Дата	Стан річки	Виміряні		Величина витрати вільного русла $Q_{віль}$	$k_{зим} = \frac{Q_{зим}}{Q_{віль}}$
			$H$ , см	$Q_{зим}$ , м <sup>3</sup> /с		

3. Побудувати хронологічний графік ходу перехідних коефіцієнтів  $k_{зим} = f(T)$ .

4. Визначити значення  $k_{зим}$  для кожного дня зимового періоду та обчислити витрати води за кожний день за формою табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок витрат води за зимовий період із застосуванням перехідних коефіцієнтів  $k_{зим}$ .

Дата	$H$ , см	$Q_{вил}$ , м <sup>3</sup> /с	$k_{зим}$	$Q_{зим} = k_{зим} Q_{вил}$
------	----------	-------------------------------	-----------	-----------------------------

Вправа № 2.15 Обчислити щодобові витрати води при заростанні русла і скласти таблицю середньодобових витрат.

При заростанні русла водною рослинністю однозначний зв'язок між витратами і рівнями порушується за рахунок зменшення площі живого перетину і збільшенні шорсткості русла, внаслідок чого пропускна спроможність русла при одному і тому ж рівні зменшується в порівнянні з періодом вільного стану річки; точки виміряних витрат і середніх швидкостей відхиляються ліворуч від основних кривих, отриманих для періоду вільного русла.

Найбільш поширеним способом обчислення щоденних витрат води за період заростання русла є спосіб перехідних коефіцієнтів заростання, який і рекомендується при розв'язанні даної задачі.

Шорсткість русла в міру заростання його травною швидко збільшується, у середині літа вона мало міняється й до осені, при відмиранні рослинності, знижується. У зв'язку із цим витрата при певному рівні за будь-який день періоду заростання русла  $Q_{зар}$  завжди менше витрати  $Q_{вил}$ , що є у руслі, вільному від рослинності, при тому ж рівні. Знаючи відношення цих витрат:

$$k_{зар} = Q_{зар} / Q_{вил}, \quad (2.18)$$

можна визначити:

$$Q_{зар} = k_{зар} Q_{вил}, \quad (2.19)$$

Користуючись хронологічним графіком коливання величин  $k_{зар}$ , щоденними рівнями води для періоду заростання русла і кривої  $Q = f(H)$  для русла, вільного від рослинності, визначають витрати  $Q_{зар}$ .

Початкові дані:

- виписка з відомості «Виміряні витрати води»;
- таблиця «Щоденні рівні води» за рік;
- розрахункова таблиця  $Q = f(H)$ , виконана у вправі 2.13.

Початкові дані подані у додатку: варіант 1 – таблиця А1, А3; варіант 2 – таблиця А2, А4.

Хід виконання вправи:

1. Нанести величини витрат в період заростання русла на криву  $Q = f(H)$  для вільного русла.
2. Обчислити перехідні коефіцієнти від витрат вільного русла до витрат в період заростання за формулою  $k_{зар} = \frac{Q_{зар}}{Q_{віль}}$ . Всі розрахунки провести за формою табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Обчислення перехідних коефіцієнтів  $k_{зар}$  від витрат вільного русла до витрат в період заростання русла

№ п/п	Дата	Стан річки	Виміряні		Величина витрати вільного русла $Q_{віль}$	$k_{зар} = \frac{Q_{зар}}{Q_{віль}}$
			$H, \text{ см}$	$Q_{зар}, \text{ м}^3/\text{с}$		

3. Побудувати хронологічний графік ходу перехідних коефіцієнтів  $k_{зар} = f(T)$ . Вид графіка показаний на рис. 2.23.

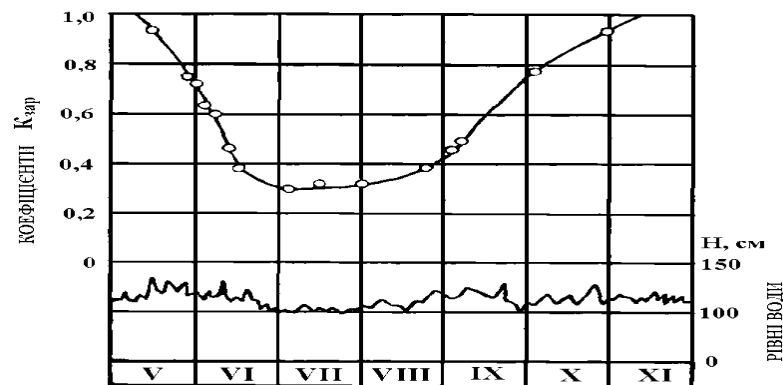


Рис. 2.23 - Графік коливання коефіцієнтів  $k_{зар}$  та рівнів води

4. Визначити значення для кожного дня періоду заростання русла та обчислити витрати води за кожний день за формою табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок витрат води за період заростання русла із застосуванням перехідних коефіцієнтів.

Дата	$H, \text{ см}$	$Q_{віль}, \text{ м}^3/\text{с}$	$k_{зар}$	$Q_{зар} = Q_{віль} k_{зар}, \text{ м}^3/\text{с}$
------	-----------------	----------------------------------	-----------	--

5. Сформувати таблицю щодобових витрат води.



## 3 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ

### 3.1 Форма контролю знань та вмінь

#### Перелік базових знань та вмінь з дисципліни «Річкова гідравліка та гідрометрія»

Базові знання	Вміння
<b>ЗМ-Л1</b> Властивості гідростатичного тиску. Основне рівняння гідростатики в диференційній формі. Закон розподілу гідростатичного тиску з глибиною. Види і режими руху рідини і його характеристики. Число Рейнольдса. Рівняння Бернуллі для елементарної струминки рідини, його інтерпретації. Формула Шезі, коефіцієнт шорсткості. Витікання рідини із отворів та насадків. Поняття питомої енергії перерізу, графік питомої енергії. Рівняння критичного стану потоку, число Фруда. Основна розрахункова формула для водозливів. Диференціальне рівняння нерівномірного плавномірного руху рідини у відкритих руслах. Основне диференціальне рівняння неусталеного руху води з перемінною витратою по довжині русла.	<b>ЗМ-П1</b> Визначити тиск на плоску стінку. Визначити тиск на криволінійну поверхню. Використовувати рівняння Бернуллі для елементарної струминки ідеальної рідини та для потоку реальної рідини. Визначити втрати напору на тертя по довжині потоку і від місцевого опору. Визначення значень коефіцієнта Шезі за формулою Павловського. Побудувати графік залежності модуля опору від середньої відмітки рівня води на ділянці ріки за допомогою гідрометричних даних. Побудувати криву вільної поверхні у природних водотоках способами Рахманова, Павловського, Бернадського та у випадку біфуркації русла.
<b>ЗМ-Л2</b> Мету, завдання, структуру та систему ведення Державного обліку поверхневих і підземних вод та Державного водного кадастру (ДВК). Методологію побудови кривої витрат води при однозначній залежності між витратами та рівнями води, при льодових явищах і заростанні русла, при нестійких руслах, при змінному підпорі). Методи екстраполяції кривої витрат до екстремальних (найвищих і найнижчих) рівнів води. Формули для обчислення основних характеристик стоку (середні витрати води, об'єм, модуль і шар стоку) за різні періоди часу (декаду, місяць, рік,	<b>ЗМ-П2</b> Виконувати аналіз вихідних даних для обчислення стоку води (у тому числі, визначати дати змін умов руху води в руслі для обрання методів обчислення середньодобових витрат води в різні періоди року). Проводити побудову та ув'язку кривих зв'язку $Q = f(H)$ , $F = f(H)$ та $V = f(H)$ при вільному руслі. Обчислювати стік води при льодових явищах і заростанні русла з використанням перехідних коефіцієнтів. Виконувати екстраполяцію кривої

<p>водопілля, паводок, межінь). Структуру таблиці «Витрати води» для публікації в матеріалах Державного водного кадастру. Методи та способи автоматизації обліку й обчислення стоку води.</p>	<p>витрат до найвищих і найнижчих рівнів води. Обчислювати основні характеристики стоку (середні витрати води, об'єм, модуль і шар стоку) за різні періоди часу (декаду, місяць, рік тощо). За допомогою програм на персональному комп'ютері автоматизовано розрахувати середньодобові витрати води, обчислювати характеристики стоку та формувати таблицю «Витрати води» для публікації в матеріалах ДВК.</p>
---	--

Контроль поточних знань виконується на базі кредитно-модульної системи організації навчання.

В дисципліні «Річкова гідравліка та гідрометрія» використовується 2 змістовні модулі з теоретичної частини і 2 змістовні модулі з практичної частини. Крім того існує окремий модуль наукової роботи.

*Для заочної форми навчання.*

Контроль самостійної роботи студентів заочної форми навчання полягає у використанні дистанційних методів, які передбачають застосування сучасних інформаційно-комунікаційних засобів організації контролю, а саме:

- поетапне відправлення студентом виконаних завдань самостійної роботи та отримання зауважень від викладача в режимі «оф-лайн» через мережу Інтернет;
- виконання завдань самостійної роботи безпосередньо в режимі «он-лайн» через мережу Інтернет за допомогою Moodle;
- спілкування (консультації) викладача зі студентами в режимах «оф-лайн» і «он-лайн» через Інтернет у заздалегідь визначені дати та години, що може передбачати як відповіді на запитання студентів щодо окремих тем, пунктів завдань, так і сумісне обговорення найбільш складних тем теоретичного матеріалу, контрольних або курсових робіт, тощо.

**Поточний контроль** здійснюється протягом навчального курсу (семестру) за наступними формами:

- перевірка контрольної роботи (курсової роботи (проекту), реферату, розрахунково-графічної роботи), яка виконується у міжсесійний період (ОМ);
- перевірка знань та вмінь студента під час аудиторних занять

протягом заліково-екзаменаційної сесії (ОЗЕ).

Сума міжсесійної (ОМ) та сесійної оцінки (ОЗЕ) становить загальну оцінку поточного контролю.

**Система оцінювання самостійної роботи студента (СРС) у міжсесійний період (ОМ).**

**Оцінювання якості виконання завдань** на самостійну роботу складається з двох етапів. Перша оцінка – викладач оцінює виконані завдання згідно з Положенням про організацію і контроль самостійної та індивідуальної роботи студентів ОДЕКУ. Другу оцінку студент отримує на початку аудиторних занять з відповідної навчальної дисципліни по результатах тестової роботи з питань, які були включені до завдань на самостійну роботу, що розміщені у робочих програмах навчальних дисциплін. За підсумками двох етапів оцінювання виставляється середня арифметична оцінка виконаного студентом завдання на самостійну роботу.

**Вимоги до виконання контрольної роботи (з урахуванням перевірки дистанційними методами), оцінювання та склад контрольної роботи**

Оцінка передбачає перевірку контрольної роботи (ВМКР), яку студенти виконують у міжсесійний період і яка включає теоретичну та практичну частини. Кількісна оцінка за цей вид роботи визначається з урахуванням *терміну* надання роботи на перевірку (протягом семестру), *обсягу* виконання роботи та *глибини* розкриття наданих питань та завдань, а також *оформлення* роботи.

Максимальний бал, що може одержати студент за контрольну роботу у міжсесійний період (ОМ) складає **80 балів**. З них на частину «Річкова гідравліка» - **40 балів**: за задачі 2.1-2.5 по 2 бали, за всі правильно розв'язані задачі максимально 10 балів; за задачі 2.6-2.10 по 4 бали, за всі правильно розв'язані задачі максимально 20 балів; за задачу 2.11 - 10 балів.

На частину «Гідрометрія» - **40 балів**: за вправу 2.1 – 4 бали, за кожен із вправ 2.2 – 2.4 по 12 балів, максимально – 36 балів.

Зарахована контрольна робота свідчить про те, що студент одержав сумарну оцінку не менше 48 балів, тобто не менше 60% від максимальної суми в 80 балів. Не зарахована контрольна робота свідчить про те, що студент одержав сумарну оцінку меншу за 48 балів, в цьому випадку вона повертається на доробку. Зарахована контрольна робота є допуском до здачі іспиту.

**Система оцінювання самостійної роботи студента (СРС) під час аудиторних занять (ОЗЕ).**

Тут для оцінки ступеня засвоєння практичної частини передбачається виконання низки практичних робіт (ПКЗ), які охоплюють основні питання практичного розділу дисципліни. Кількісна оцінка за цей вид роботи визначається з урахуванням *ритмічності* роботи студента на протязі занять, *повноти* розкриття тем, *якості* розрахунків та графічних побудов, *достовірності* одержаних висновків, а також результати *захисту* наданих завдань.

Максимальна оцінка роботи студента під час *заліково-екзаменаційної сесії* складає **20 балів** і включає: захист задач і вправ контрольної роботи.

Студент вважається допущеним до заходу підсумкового контролю з цієї навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт поточного контролю, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за накопичувальною системою суму балів не менше 60% від максимально можливої за дисципліну, своєчасно виконав міжсесійну контрольну роботу.

***Умови допуску студента до семестрового екзамену***

Для заочної форми навчання студент вважається допущеним до підсумкового контролю з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт поточного контролю (міжсесійні **ОМ** та сесійні **ОЗЕ**), передбачені робочою навчальною програмою дисципліни, і набрав за накопичувальною системою суму балів не менше **50%** від максимально можливої за дисципліну та своєчасно виконав міжсесійну контрольну роботу.

***Методика підсумкового семестрового контролю***

Для заочної форми навчання студент, який не має на початок заліково-екзаменаційної сесії заборгованості по дисципліні, що завершується *іспитом*, складає письмовий іспит і накопичена підсумкова оцінка розраховується за формулою

$$ПО = 0,5 \times ОПК + 0,25 \times (ОЗЕ + ОМ),$$

де ОПК – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходу підсумкового контролю;

ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС під час проведення аудиторних занять;

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) заходів контролю СРС у міжсесійний період, та застосовуються процедура, виписана у пп. 2.7–2.10 Положення про проведення підсумкового контролю знань студентів.

### ***Методика формування екзаменаційних білетів та розробки критеріїв кількісного оцінювання письмових відповідей***

Згідно з Інструкцією «Про порядок проведення та критерії оцінювання відповідей студентів під час письмових іспитів», робоча програма дисципліни містить методику формування екзаменаційних білетів, повний перелік тем лекційних та практичних модулів з яких складаються екзаменаційні білети, критерії оцінювання відповідей, методику визначення загальної екзаменаційної оцінки.

#### **Методика формування екзаменаційних білетів:**

1. Передбачається такий порядок формування екзаменаційних білетів:
  - 1.1. Перевірка рівня знань студентів здійснюється, в першу чергу, з базової компоненти теоретичної частини навчальної дисципліни з метою оцінки вміння використовувати одержані знання в типових виробничих ситуаціях.
  - 1.2. Екзаменаційний білет формується з **тестових завдань** кількість яких дорівнює 20 по темах лекційних та практичних модулів. Один білет містить 20 тестових завдань відкритого типу.

Перелік тем є складовою частиною розділу «Організація поточного, семестрового та підсумкового контролю знань» робочої програми дисципліни.

### **3.2 Перелік контролюючих заходів**

При перевірці самостійної роботи студентів заочної форми навчання в міжсесійний період використовуються **елементи дистанційної форми контролю**. У таблиці перелічені змістовні модулі згідно схеми навчальної дисципліни, порядкові номери блоків, на які змістовні модулі розбиваються та тижні згідно робочого навчального плану, на які припадає строк контролю виконання окремих блоків.

**Таблиця контролю** при перевірці самостійної роботи студентів  
заочної форми навчання в міжсесійний період з  
**елементами дистанційної форми навчання**

Змістовний модуль	Блок	Строк контролю
<b>ЗМ-Л1, ЗМ-П1 Річкова гідравліка</b>		
1. Вступ. Річкова гідравліка, її задачі та зв'язок з іншими дисциплінами. Гідростатичний тиск в даній точці. Властивості гідростатичного тиску. Основне рівняння гідростатики в диференційній формі. Закон розподілу гідростатичного тиску по глибині, якщо рідина знаходиться тільки під дією сили тяжіння. Закон Паскаля. Сумарний гідростатичний тиск на плоску фігуру та криволінійну поверхню.	<b>1</b>	До 01.10 4 тиждень
2. Види та режими руху рідини, його характеристики. Досліди Рейнольдса. Число Рейнольдса. Рівняння нерозривності у випадку усталеного руху. Особливості безнапірного рівномірного руху рідини. Виведення формули Шезі і її аналіз. Коефіцієнт шорсткості.	<b>2</b>	До 01.11
3. Загальне поняття про нерівномірний усталений рух води у відкритих руслах. Призматичні та непризматичні русла. Питома енергія перерізу. Графік питомої енергії та його аналіз. Рівняння критичного стану потоку. Число Фруда. Визначення критичних характеристик потоку для русел різної форми поперечного перерізу.	<b>3</b>	До 01.12
4. Диференціальне рівняння нерівномірного плавно змінного руху рідини у відкритих руслах. Модуль опору. Постулат інваріантності модуля опору. Форми вільної поверхні потоку при нерівномірному русі. Три форми рівняння для розрахунку кривої вільної поверхні.	<b>4</b>	До 25.12
Виконання частини № 1 міжсесійної контрольної роботи «Річкова гідравліка»: задачі 2.1-2.11.		До 25.12
<b>ЗМ-Л2 Гідрометрія</b>		
5. Облік поверхневих і підземних вод та Державний водний кадастр. Побудова кривої витрат води при однозначній залежності між витратами та рівнями	<b>5</b>	До 04.02

води.		
6. Побудова кривої витрат та обчислення стоку води при відсутності однозначної залежності між витратами та рівнями води. Екстраполяція кривої витрат до екстремальних рівнів води.	<b>6</b>	До 01.03
7. Обчислення характеристик стоку та формування таблиці витрат води.	<b>7</b>	До 01.04
8. Автоматизація обліку та обчислення стоку води.	<b>8</b>	До 01.05
Виконання частини № 2 міжсесійної контрольної роботи «Гідрометрія»		До 15.05

### 3.3 Вимоги до студентів на контролюючих заходах

Критерії кількісного оцінювання письмових відповідей студентів по іспиту:

*Оцінювання письмових відповідей студентів* проводиться у відповідності з «**Положенням про критерії оцінки знань студентів в ОДЕКУ**».

З даної дисципліни використовуються *екзаменаційні білети у вигляді тестових завдань*. Загальна екзаменаційна оцінка (бал успішності) дорівнює відсотку правильних відповідей із загального обсягу питань екзаменаційного білету.

#### Шкала переходу від оцінок за національною системою до системи ECTS

За шкалою ECTS	За національною системою		Бал успішності (В, ПО)
	для іспиту	для заліку	
A	5 (відмінно)	зараховано	90–100
B	4 (добре)	зараховано	82–89,9
C	4 (добре)	зараховано	74–81,9
D	3 (задовільно)	зараховано	64–73,9
E	3 (задовільно)	зараховано	60–63,9
FX	2 (незадовільно)	не зараховано	35–59,9
F	2 (незадовільно)	не зараховано	1–34,9

### 3.4 Форма проведення консультацій викладача

Консультації викладачів, які відповідальні за дисципліну «Річкова гідравліка та гідроетрія» проводяться протягом заліково-екзаменаційної

сесії у вигляді співбесід та додаткового роз'яснення матеріалу. Консультації у міжсесійний період можна отримати у дистанційній формі по Інтернету за електронною адресою кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ

[gideko@ogmi.farlep.odessa.ua](mailto:gideko@ogmi.farlep.odessa.ua)

**Інформаційний ресурс:** електронна бібліотека ОДЕКУ

[www.library-odeku.16mb.com](http://www.library-odeku.16mb.com)



## ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Варіант 1. Щоденні рівні води, р.Селеук – с. Нижнє-Іткулово, 1958 р.

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	97	94	112	87	220	122	95	90	84	90	96	108
2	114	92	97	87	229	120	94	89	94	92	96	109
3	110	91	96	88	225	116	94	87	94	93	96	110
4	110	91	92	88	202	114	93	86	87	93	96	110
5	104	90	92	88	190	112	92	86	92	94	97	106
6	96	91	90	95	178	111	91	86	96	94	97	114
7	96	97	96	98	170	110	91	85	92	92	90	114
8	100	104	88	98	160	109	92	84	90	90	91	117
9	98	112	93	98	152	109	94	83	87	90	93	118
10	95	114	90	104	157	108	94	83	88	90	94	112
11	96	114	88	118	150	106	93	83	88	90	94	106
12	100	116	86	114	148	105	92	82	89	98	93	112
13	111	114	87	116	144	105	91	82	86	96	94	112
14	106	112	86	124	138	104	90	82	96	94	94	109
15	98	107	86	131	139	104	90	82	118	95	92	104
16	97	106	89	129	138	102	90	82	110	94	92	106
17	98	100	86	130	138	102	89	82	100	94	92	100
18	98	96	86	135	135	102	89	82	96	92	93	98
19	97	96	88	148	129	104	90	82	95	92	92	98
20	97	92	94	159	136	101	90	82	100	92	93	102
21	98	98	90	158	132	100	90	83	98	91	92	103
22	100	122	88	156	130	98	90	84	96	9	94	104
23	100	139	88	164	128	98	88	86	94	90	93	98
24	101	139	88	167	126	98	88	88	94	90	94	92
25	102	138	88	238	124	98	87	84	93	94	92	92
26	96	136	90	217	120	97	87	83	95	99	95	92
27	96	133	90	194	119	96	86	83	94	107	96	92
28	94	123	87	177	124	96	86	83	92	102	94	94
29	94		88	192	119	95	85	83	90	100	95	96
30	96		86	212	117	95	90	83	92	98	95	94
31	95		86		120		90	83		97		94
Серед.	100	109	90	137	150	105	90	84	94	94	94	104
Найб.	117	141	114	249	247	122	95	90	120	107	98	119
Найм.	90	90	86	87	117	95	85	85	82	86	90	91
Середній річний 104. Найбільший 249 25/IV Найменший 82 12-20/VIII. 13/IX												
Льодові явища р.Селеук – с. Нижнє-Іткулово, 1958 р.спостерігалися з 1.01 до 16.04 та з 10.11 до 31.12, русло заростало травою з 30.05 до 9.11.												

Таблиця А2 - Варіант 2. Щоденні рівні води, р.Вільва – с.Бородкіно, 1961р.

Дата	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	126	121	131	154	155	128	119	121	110	104	102	112
2	126	124	126	158	142	128	126	120	111	104	102	112
3	126	126	128	164	128	126	132	118	110	105	103	112
4	125	128	130	167	120	126	124	117	109	105	103	117
5	124	128	133	162	132	126	118	117	110	104	102	118
6	124	128	132	168	156	124	116	116	112	104	100	118
7	124	129	132	171	159	123	115	116	114	104	100	119
8	123	129	131	162	161	122	113	115	113	103	98	120
9	125	129	126	152	190	120	112	114	111	102	99	119
10	126	130	132	147	212	120	112	116	110	103	99	118
11	130	130	142	155	244	120	112	117	112	104	102	118
12	130	124	137	158	252	119	115	117	114	103	120	118
13	129	129	136	152	241	119	115	115	112	103	118	118
14	128	135	137	142	229	120	115	113	110	103	108	116
15	126	133	139	135	237	119	118	113	109	103	106	116
16	126	132	138	127	242	118	118	114	108	102	103	112
17	126	132	140	122	238	118	115	114	107	101	102	114
18	123	131	138	123	243	116	114	110	107	102	103	114
19	122	131	136	116	240	114	116	110	108	101	105	113
20	124	130	138	118	224	116	116	112	109	101	106	116
21	124	130	137	124	194	116	118	110	111	103	108	117
22	124	128	140	128	188	117	119	112	114	98	106	118
23	124	128	136	119	179	116	119	112	114	100	104	118
24	123	127	142	118	164	118	120	110	114	100	107	119
25	124	124	146	112	158	118	120	114	111	100	107	119
26	124	127	152	106	150	116	121	112	108	99	106	119
27	124	130	156	104	144	116	121	108	108	99	108	113
28	124	130	152	126	138	118	122	111	107	100	110	114
29	123		146	156	136	118	122	112	107	102	110	116
30	123		146	170	132	119	121	112	106	103	111	118
31	122		150		130		121	112		102		118
Сер.	125	129	138	141	183	120	118	114	110	102	103	116
Найб.	131	135	156	174	260	129	134	121	115	105	120	120
Найм.	121	121	125	101	115	113	111	108	106	98	97	111

Льодові явища р.Вільва – с.Бородкіно, 1961р. спостерігалися з 1.01 до 28.04 та з 15.11 до 31.12, русло заростало травою з 14.07 до 14.11.

Таблиця АЗ – Варіант 1. Виміряні витрати води, р.Селеук – с.Нижне-Іткулово, 1958р.

№ витрати	Дата виміру	Стан ріки	Рівень води	Витрата води (м <sup>3</sup> /с)	Площа водного перетину (м <sup>2</sup> )	Швидкість течії (м/сек)		Ширина ріки (м)	Глибина (м)		Водної пов-ї
						Сер.	Найв.		Сер.	Найв.	
1	15/I	лдст	99	0,24	1,49/0,84	0,29	0,46	7,4	0,20	0,43	-
2	28/I	«	97	0,21	1,70/0,83	0,25	0,42	6,7	0,25	0,43	-
3	15/II	«	108	0,20	2,21/0,78	0,26	0,42	7,5	0,29	0,57	-
4	19/II	«	96	0,26	1,72/1,10	0,24	0,35	6,2	0,28	0,48	-
5	16/III	«	90	0,32	1,32	0,24	0,39	5,8	0,23	0,42	-
6	31/III	«	87	0,26	1,12/1,00	0,26	0,41	5,6	0,20	0,38	-
7	8/IV	заб	94	0,59	1,60	0,37	0,57	5,9	0,27	0,50	-
8	11/IV	«	121	1,49	3,57	0,42	0,75	8,9	0,40	0,77	-
9	11/IV	«	110	1,51	2,69	0,56	1,04	8,0	0,34	0,68	-
10	12/IV	«	120	2,36	3,58	0,66	1,08	8,8	0,41	0,79	0,78
11	14/IV	«	14	3,52	5,14	0,68	1,08	9,4	0,55	0,92	1,58
12	16/IV	св	129	3,66	4,79	0,76	1,16	9,2	0,52	0,88	2,32
13	18/IV	рлдх	142	5,95	6,04	0,99	1,42	9,8	0,62	1,05	2,50
14	19/IV	віл	159	8,30	8,06	1,03	1,48	11,1	0,73	1,18	2,05
15	25/IV	«	248	19,1	20,8	0,92	1,39	18,0	1,16	2,13	1,43
16	25/IV	«	238	18,3	18,8	0,97	1,40	17,4	1,08	1,96	1,20
17	26/IV	«	217	16,0	15,4	1,04	1,47	16,2	0,95	1,83	1,45
18	26/IV	«	207	14,8	14,0	1,06	1,42	15,4	0,91	1,74	1,52
19	27/IV	«	194	13,4	12,0	1,12	1,62	14,2	0,85	1,57	1,70
20	27/IV	«	186	12,6	11,0	1,15	1,60	13,6	0,81	1,50	1,79
21	27/IV	«	180	11,5	10,4	1,11	1,61	12,9	0,81	1,41	1,92
22	28/IV	«	173	10,9	9,75	1,12	1,57	12,1	0,81	1,35	1,96
23	28/IV	«	169	10,2	8,98	1,14	1,55	11,7	0,77	1,29	2,06
24	29/IV	«	195	13,7	12,7	1,08	1,60	14,5	0,88	1,59	1,70
25	1/V	«	230	17,1	18,0	0,95	1,42	17,0	1,06	1,90	1,34
26	2/V	«	223	16,7	17,3	0,97	1,46	16,7	1,04	1,89	1,43
27	4/V	«	208	14,7	14,5	1,01	1,47	15,6	0,93	1,77	1,61
28	5/V	«	186	12,6	10,8	1,17	1,60	13,4	0,81	1,47	1,88
29	6/V	«	174	10,5	9,75	1,08	1,57	12,4	0,79	1,38	2,14
30	7/V	«	167	9,91	9,00	1,10	1,54	12,1	0,74	1,30	2,14
31	9/V	«	151	7,61	6,78	1,12	1,50	9,9	0,68	1,11	-
32	14/V	«	136	5,17	5,30	0,98	1,28	9,1	0,58	0,96	-
33	29/V	ртр	117	2,70	3,60	0,75	1,09	8,5	0,42	0,76	-
34	17/VI	«	102	1,32	2,42	0,55	0,79	7,7	0,31	0,60	-
35	29/VI	«	95	0,93	1,83	0,51	0,83	7,3	0,25	0,52	-
36	19/VII	тр	90	0,55	1,46	0,38	0,63	6,5	0,22	0,43	-
37	29/VII	«	85	0,45	1,18	0,38	0,64	5,8	0,20	0,37	-
38	29/IVIII	«	85	0,37	1,09	0,34	0,52	5,8	0,19	0,40	-
39	16/IX	«	111	1,64	3,14	0,52	1,03	8,2	0,38	0,66	-
40	16/X	«	94	0,78	1,70	0,46	0,61	6,9	0,25	0,47	-
41	9/XI	ртр	92	0,74	1,62	0,46	0,63	6,9	0,23	0,44	-
42	9/XII	лдст	119	0,44	3,88/1,28	0,34	0,52	8,9	0,44	0,70	-

Таблиця А4 – Варіант 2. Вимірні витрати води, р.Вільва – с.Бородкіно, 1961р.

№ витрати	Дата виміру	Стан ріки	Рівень води	Витрата води (м <sup>3</sup> /с)	Площа водного перетину (м <sup>2</sup> )	Швидкість течії (м/сек)		Ширина ріки (м)	Глибина (м)		засіб вимірювання витрат
						Сер.	Найв.		Сер.	Найв.	
1	22/02	лдст	128	3,28	11	0,3	0,49	27,8	0,81	1,24	вжмз
2	11/03	«	142	3,39	10,6	0,32	0,51	28,1	0,95	1,4	вжмз
3	25/03	«	147	4,19	12,2	0,34	0,54	28,2	1,02	1,42	вжмз
4	3/04	«	164	7,84	20,2	0,39	0,7	29,5	1,19	1,62	вжмз
5	7/04	«	173	12,4	23	0,54	0,82	30,5	1,18	1,73	жз
6	8/04	«	160	10,6	21,9	0,48	0,78	29,5	1,13	1,63	жз
7	9/04	«	152	9,00	19,3	0,47	0,74	28,3	1,1	1,55	жз
8	13/04	«	146	9,22	18,1	0,51	0,93	28,2	1	1,44	жз
9	16/04	віл	123	6,97	14	0,45	0,79	27,7	0,82	1,24	жз
10	28/04	«	138	14,0	26,1	0,54	0,78	28,1	0,93	1,35	жз
11	29/04	«	153	18,5	30,3	0,61	0,87	28,8	1,05	1,56	жз
12	29/04	«	167	22,6	34,7	0,65	1,07	29,8	1,16	1,7	жз
13	1/05	«	152	16,4	30,1	0,54	0,81	28,5	1,96	1,55	жз
14	3/5	«	122	10,2	21,7	0,47	0,75	27,6	0,79	1,18	жз
15	4/05	«	128	8,95	23,5	0,38	0,62	27,8	0,85	1,25	жз
16	4/05	«	119	9,98	21	0,48	0,82	27,6	0,76	1,19	жз
17	5/05	«	141	15,9	27	0,59	0,97	28,2	0,96	1,4	жз
18	6/05	«	159	22,1	30,1	0,69	0,98	29,1	1,1	1,56	жз
19	6/05	«	160	23,2	32,4	0,72	1,06	29,3	1,11	1,63	жз
20	7/05	«	156	21,5	31,2	0,69	1,04	29,1	1,07	1,59	жз
21	8/05	«	169	27,0	36,6	0,74	1,13	30,4	1,2	1,7	жз
22	9/05	«	185	34,5	40,9	0,84	1,23	31,7	1,29	1,86	жз
23	9/05	«	202	43,5	46,1	0,94	1,3	33	1,4	2,06	жз
24	10/05	«	210	46,7	48,8	0,96	1,36	33,6	1,45	2,14	жз
25	10/05	«	222	56,3	52,8	1,07	1,53	35,4	1,49	2,26	жз
26	11/05	«	237	63,1	58,4	1,08	1,54	38,3	1,52	2,4	жз
27	12/05	«	246	69,4	62,6	1,11	1,53	46	1,36	2,49	жз
28	13/05	«	237	66,4	59,2	1,12	1,55	38,1	1,55	2,35	жз
29	14/05	«	227	60,6	56	1,08	1,56	36,4	1,54	2,45	жз
30	15/05	«	240	65,2	60,6	1,08	1,59	45	1,35	2,37	жз
31	16/05	«	244	70,7	61,1	1,16	1,53	45,7	1,34	2,4	жз
32	30/06	«	117	9,41	21,1	0,45	0,85	27,5	0,77	1,17	жз
33	14/07	тр	115	7,17	20,6	0,35	0,81	27,6	0,75	1,14	жз
34	30/07	«	121	6,23	22	0,28	0,66	27,5	0,8	1,2	жз
35	16/08	«	114	6,3	20,1	0,31	0,77	27,5	0,73	1,12	жз
36	23/08	«	111	4,93	19	0,26	0,76	27	0,7	1,08	жз
37	26/09	«	108	4,48	19,4	0,23	0,62	26,8	0,72	1,04	жз
38	16/10	«	102	3,97	17,2	0,23	0,48	26,3	0,65	0,96	жз
39	29/10	«	102	4,45	17	0,26	0,54	26,1	0,65	0,98	жз
40	15/11	лдст	106	3,68	15,3	0,24	0,54	26,8	0,68	1,02	жз

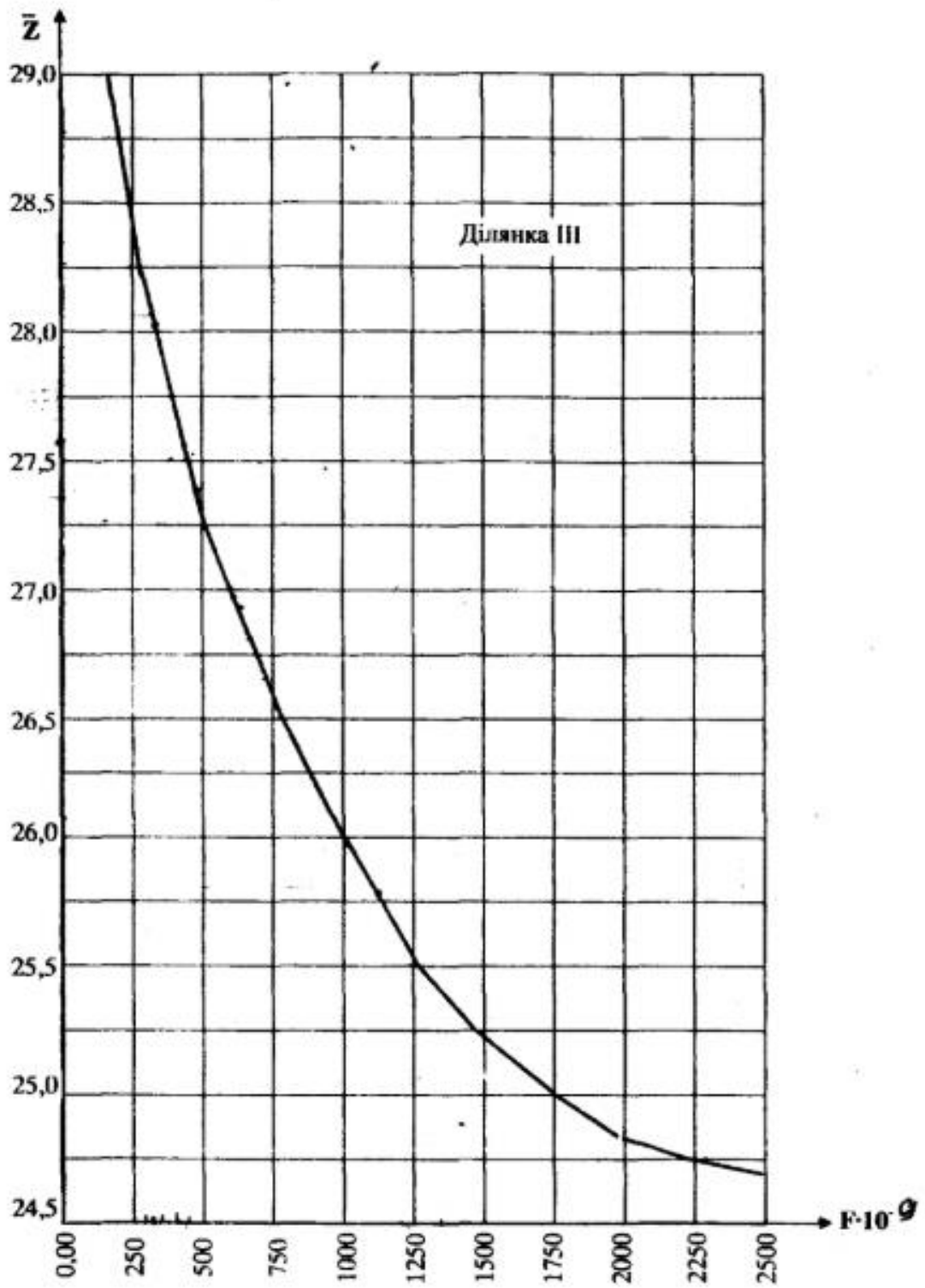


Рис.В.1 – Графік залежності  $F=f(\bar{z})$  для III ділянки

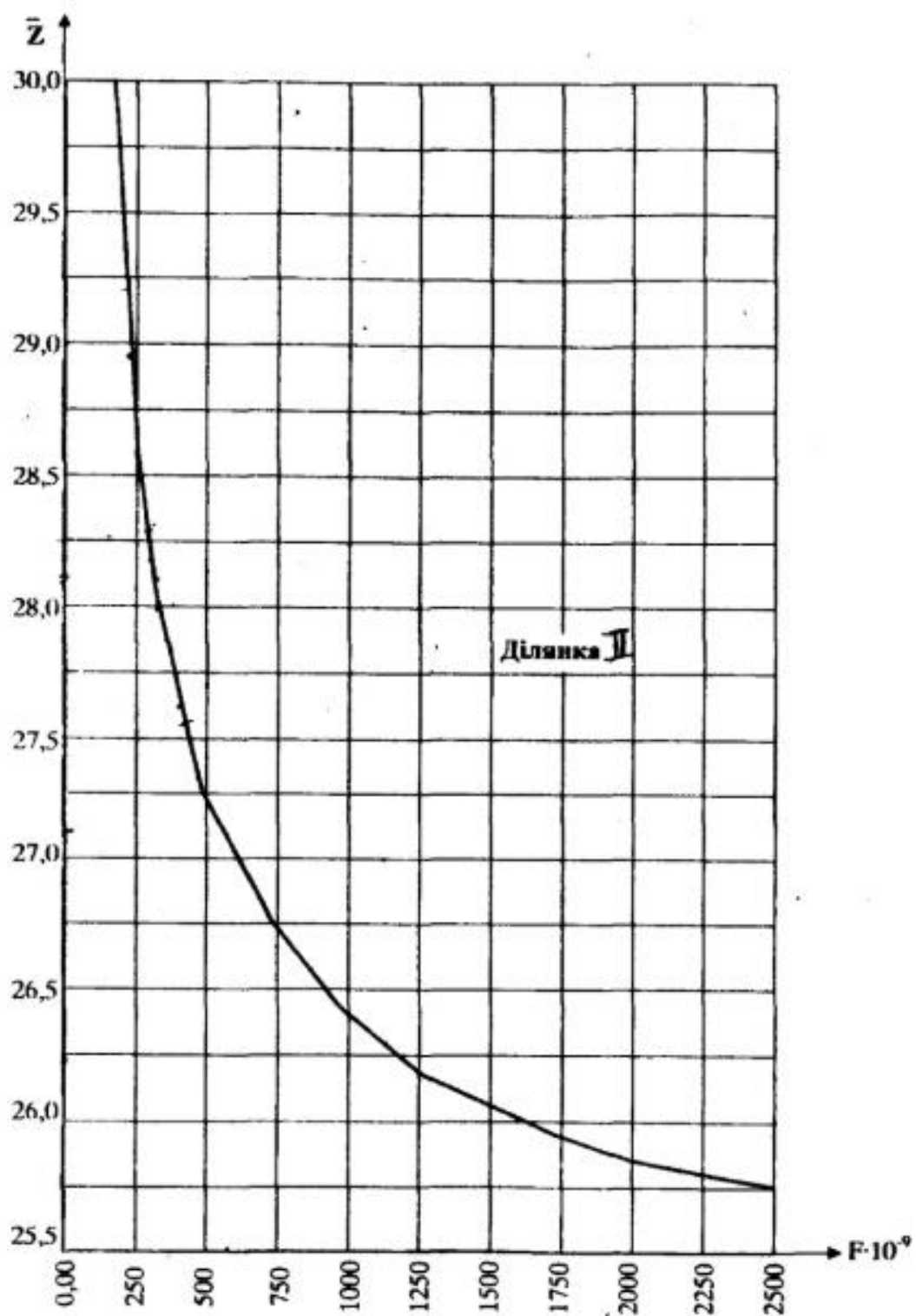


Рис.В.2 - Графік залежності  $F=f(\bar{z})$  для II ділянки

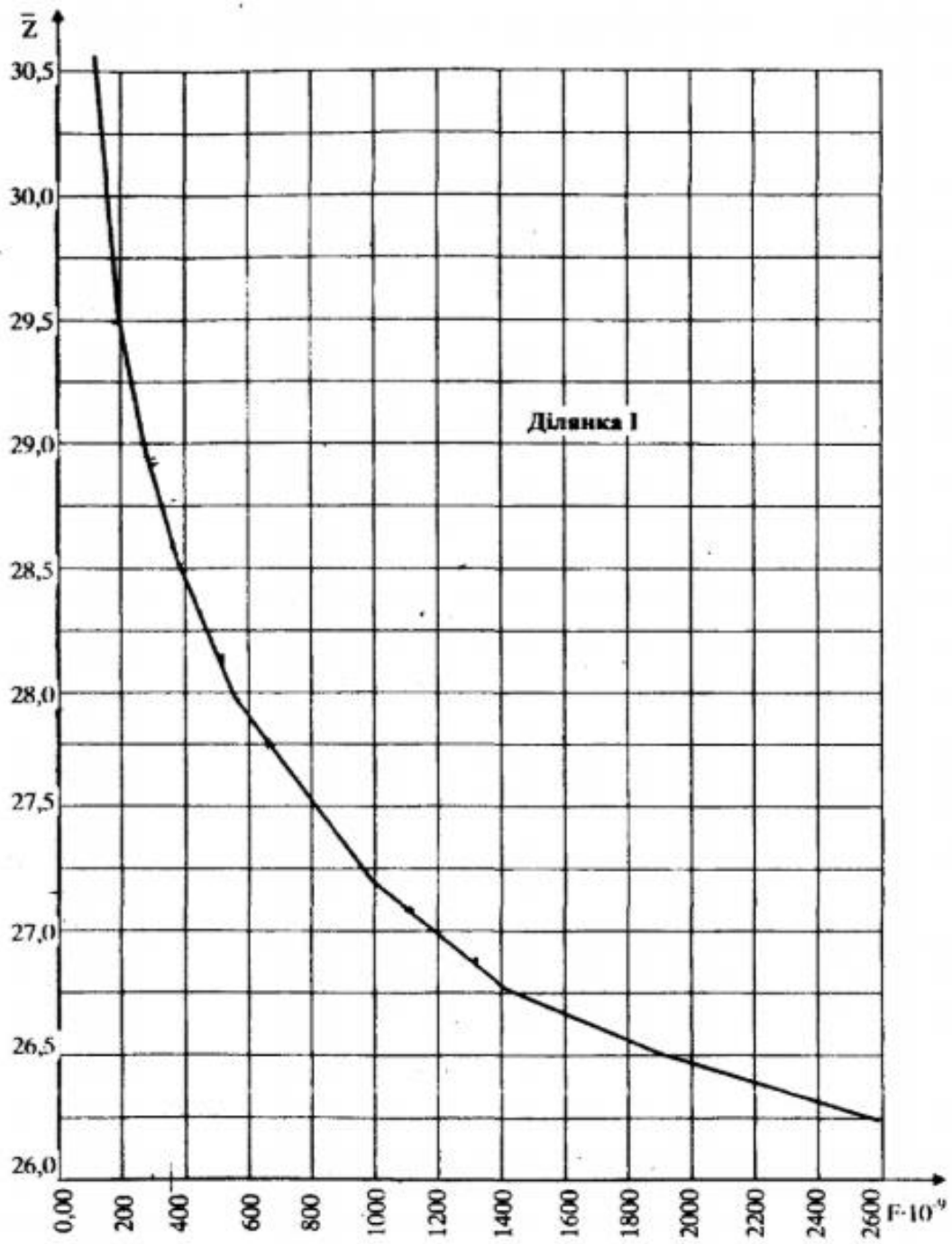


Рис.В.3 - Графік залежності  $F=f(\bar{z})$  для I ділянки

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ  
ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ  
ПО ВИВЧЕННЮ ДИСЦИПЛІНИ

**“РІЧКОВА ГІДРАВЛІКА ТА ГІДРОМЕТРІЯ”**

ТА ВИКОНАННЮ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Напрямок підготовки 103 *“Науки про землю”*  
Спеціалізація *“Гідрологія”*

Укладач: Даус М.Є., к.геогр.н., доц.

Підп. до друку  
Умовн. друк. арк.

Формат  
Тираж

Папір  
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

---

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

---