



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної
механіки

03-05-57

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту «Мостовий перехід через ріку (назва ріки)» з навчальної дисципліни «Розвідування та проектування мостових переходів і тунельних пересічень» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Мости і транспортні тунелі» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання



Рекомендовано науково-методичною радою з якості ННІ будівництва та архітектури протокол № 2 від «21» листопада 2019 р.

Рівне – 2020



Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Мостовий перехід через ріку (назва ріки)» з навчальної дисципліни «Розвідування та проектування мостових переходів і тунельних пересічень» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Мости і транспортні тунелі» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Трач В. М., Ткачук С. Г., Трач Р. В. – Рівне : НУВГП, 2020. – 69 с.

Укладачі: Трач В. М., д.т.н., професор, завідувач кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки; Ткачук С. Г. д.т.н., професор, завідувач кафедри мостів і тунелів НТУ; Трач Р. В., к.е.н., доцент кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Відповідальний за випуск: Трач В. М., д.т.н., професор, завідувач кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Керівник групи забезпечення
спеціальності

Бабич Є. М.



З М І С Т

1. Вступ	4
2. Склад. Зміст та оформлення курсового проекту.	5
3. Розділ 1. Характеристика району розташування мостового переходу	6
1.1. Геологічні умови території	6
1.2. Характеристика рельєфу	7
1.3. Характеристика клімату	7
1.4. Гідрографія і водні ресурси	8
1.5. Ґрунтовий покрив	10
4. Розділ 2. План траси	11
5. Розділ 3. Гідрологічні розрахунки	14
3.1. Залежність витрат і швидкості від рівня води в річці	14
3.2. Аналітичний спосіб визначення витрати заданої ймовірності перевищення	24
3.3. Графоаналітичний спосіб визначення витрати заданої ймовірності перевищення	29
3.4. Багаторічне прогнозування загального розмиву	31
6. Розділ 4. Визначення ширини отвору та загального розмиву під мостом	38
4.1. Визначення ширини отвору мостового переходу	38
4.2. Аналітичні основи прогнозування величини загального розмиву	40
7. Розділ 5. Глибина місцевого розмиву	46
8. Розділ 6. Регуляційні споруди	48
9. Розділ 7. Земляне полотно	55
7.1. Передмостовий підпір	56
7.2. Вітрові хвилі	56
7.3. Повздожній профіль	57
10. Розділ 8. Безпека руху. Охорона довкілля	59
11. Література	59
12. Додатки	60



ВСТУП

Курсовий проект «Мостовий перехід через ріку (назва ріки)» з навчальної дисципліни «Розвідування та проектування мостових переходів і тунельних пересічень» виконується у відповідності з навчальним планом для студентів денної та заочної форм навчання освітньо-професійної програми «Мости і транспортні тунелі» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» на кафедрі мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки.

Мостові переходи – найпоширеніший тип пересічення водотоків автомобільними дорогами і залізницями. Це комплекс дороговартісних споруд, що повинні забезпечувати безперешкодний рух води та донних наносів і безпечний пропуск транспортних засобів протягом часу експлуатації переходу.

При виконанні проекту передбачаються гідрологічні та морфометричні розрахунки, багаторічне прогнозування загального розмиву під мостом та визначення місцевого розмиву біля його руслових опор, обґрунтування ширини отвору моста, розбивку моста на прогони, проектування підходів та регуляційних споруд. Разом з розв'язанням спеціальних завдань проектування мостових переходів в курсовому проекті розробляються поздовжній та поперечний профілі земляного полотна.

Мета курсового проекту – закріплення теоретичних знань й набуття досвіду в галузі проектування мостових переходів і навичок в прийнятті відповідних інженерних рішень.



СКЛАД, ЗМІСТ ТА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з пояснювальної записки (виконується на аркушах формату А4) і креслень, що зшиваються в одну теку разом з пояснювальною запискою.

Пояснювальна записка повинна містити в собі повний опис всіх застосованих методик, формул, способів обчислень із зазначенням розмірностей всіх величин, супроводжуючи їх поясненнями і посиланнями на літературні джерела.

Таблиці та графіки в пояснювальній записці треба пронумерувати і підписати згідно з їх змістом. Нумерація сторінок наскрізна від титульного листа до останньої сторінки (за виключенням креслень). Номер сторінки на титульному листу не ставиться.

Графік, що займає всю сторінку, розміщується по тексту та нумерується як сторінка. На всіх кресленнях у правому нижньому куті заповнюється типовий штамп університету.

Пояснювальна записка повинна містити:

Титульний лист. Дозволяється титульний лист і пояснювальну записку набирати на комп'ютері (у відповідності з додатком А).

Зміст. Послідовно перелічуються всі розділи пояснювальної записки з посиланням на сторінки. Після цього дають перелік креслень з їх нумерацією.

Завдання. Бланк із завданням з шифром і мапою (картою) треба вклеїти до пояснювальної записки так, щоб було її зручно розглядати з прокладеною трасою дороги. Після бланку завдання додаються розшифровані вихідні дані згідно з додатком Б.

Вступ. Формулюється загальна ідея завдання на розробку проекту мостового переходу в конкретному районі. В кінці бажано подати загальні міркування щодо впливу дорожнього будівництва на економічний розвиток району проектування.



Розділ 1. Характеристика району розташування мостового переходу

За даними завдання, мапи (карти) та літератури описати особливості клімату, геоморфології, геології, гідрології, гідрографії та рослинності в даному районі. Встановити дорожньо-кліматичну зону району проектування.

Представимо характеристику розташування мостового переходу на прикладі Дніпропетровської області.

1.1. Геологічні умови території

За геологічними умовами Дніпропетровська область поділяється на два субрегіони: Український кристалічний щит (65% площі області) та Дніпровсько-Донецька западина (решта 35%).

Український щит займає правобережну частину Дніпропетровщини та південь лівобережної частини.

На схилі щита наявне потужніше нашарування осадових порід, але на поверхню виходять неогенові міоценові та пліоценові відклади – глини, алеврити, піски.

Антропогенові відклади представлені делювіальними суглинками та лесами. У долині Дніпра їх змінюють еоценові еолово-делювіальні та елювіальні відклади, а безпосередньо на терасах Дніпра та його притоках залягають алювіальні піски.

Область знаходиться у зоні низької сейсмічної активності, сила землетрусів зазвичай не перевищує 2,0÷2,5 бали.

Отже, позитивом геологічної будови є сейсмостійкість тектонічної основи, міцність підстилаючих антропогенних порід та кристалічного фундаменту, наявність передумов щодо залягання різноманітних рудних корисних копалин. Негативом є розташування в межах області системи глибинних розломів, які можуть загрожувати техногенній безпеці екологічно небезпечних підприємств, а також підвищений рівень природного радіаційного фону внаслідок впливу магматичних порід.



1.2. Характеристика рельєфу

Дніпропетровська область характеризується рівнинним рельєфом. Відразу помітні відмінності характеру рельєфу між правим та лівим берегом Дніпра, що обумовлено різною геологічною будовою. Правобережжя зайняте Придніпровською височиною із середніми висотами 100÷150м над рівнем моря та максимальною відміткою всієї Дніпропетровської області 192м у Солонському районі.

Лівобережжя Дніпра представлено Придніпровською низовиною. Це лесова слабо розчленована рівнина, яку перетинають знижені долини річок Орелі та Самари.

Долина Дніпра має абсолютні висоти 75÷48 м. Остання величина є найнижчою позначкою Дніпропетровщини – це уріз води на межі з Запорізькою областю. До міста Дніпропетровська долина має виражені риси впливу льодовика, нижче вона звужується, крутизна схилів зростає. Під водами Дніпровського водосховища існують нині затоплені дніпровські пороги. На Дніпропетровщині поширені різноманітні несприятливі фізико-географічні процеси. Найбільшого поширення отримала водна ерозія ґрунтів, особливо на територіях з пересіченим рельєфом (лінійна ерозія); на Лівобережжі Дніпра превалює площинна ерозія. Повсюдний характер мають процеси просідання лесових порід. На височинах інтенсивною є вітрова ерозія ґрунтів. У межах долини Дніпра існують зсувонебезпечні ділянки, а у басейні Орелі території з ризиком підтоплення. В цілому територія області за невеликими виключеннями сприятлива для господарської діяльності людини.

1.3. Характеристика клімату

Клімат Дніпропетровської області помірно-континентальний. Середньорічний розподіл температур в області має практично широтний напрямок. Зимові ізотерми змінюються з півночі на південь від -6,2°C до -4,0°C, літні від 20,5°C до 22,0°C. Абсолютний максимум температури в області зафіксовано на рівні 41°C; мінімуми складає -38°C. Частота



переходу температур на поверхні ґрунту через 0°C досягає 10÷15 разів на рік. Тривалість безморозного періоду (періоду вегетації) в середньому 185 днів на рік. Показник атмосферного тиску взимку становить біля 1021 гектопаскалів, влітку знижується до 1012÷1013гПа. Середньорічна кількість опадів досягає максимуму на північному сході області (550 мм), зменшується у південно-західному напрямку до 450÷500мм. Найвологіший місяць – липень, найсухіший – березень. Влітку кількість опадів становить 80% річної суми, взимку опади у вигляді снігу більше випадають на сході регіону, ніж на заході. Відносна вологість повітря у липні зменшується у південно-східному напрямку від 66% до 62%, у січні становить 84÷81%. У літній період дують переважно західні та північно-західні вітри, взимку – східні та північно-східні.

Серед інших погодних явищ трапляються тумани (від 50 днів на рік на височинах до 70 днів у знижених ділянках), хуртовини (10÷20 днів), грози (до 25÷30 днів) та град (4÷5 днів). Для області характерні посушливі періоди навесні та у першій половині літа, підсилені сухими вітрами – суховіями.

1.4. Гідрографія і водні ресурси

Дніпропетровська область повністю розташована в межах басейну Дніпра. Середня густота річкової мережі становить – 0,27 км/км², забезпеченість водними ресурсами – 460 тис.м³ на км² площі, проте ресурси місцевого стоку складають лише 20 тис. м³/км².

Довжина Дніпра в межах області складає 240км. Річка представлена двома відокремленими ділянками течії, розмежованими територією Запорізької області. Він протікає по асиметричній долині з спадистими правим берегом та пологим лівим. Стік Дніпра є транзитним: середній багаторічний стік на вході в область становить 1690 м³/с, на виході з області 1730 м³/с. Стік річки зрегульований каскадом Дніпровських водосховищ, а в межах Дніпропетровщини присутні три з них – південна частина Кам'янського та північна частина Дніпровського, а також є вихід до Каховського водосховища.



Між містами Кам'янське та Дніпро збереглася невелика 25 км ділянка природного русла Дніпра.

Води Дніпра активно використовуються для потреб населення (водозабезпечення м. Дніпра, Кам'янська, Новомосковська, також Кривого Рогу через канал Дніпро-Кривий Ріг) та промисловості, передусім чорної металургії, електроенергетики, хімії та нафтохімії, подекуди для зрошення сільськогосподарських земель. На північному сході області дніпровська вода перекидається до Сіверського Дінця каналом Дніпро-Донбас. В межах регіону Дніпро приймає численні, але маловодні притоки. Серед них праві – Томаківка, Солона, Базавлук, Кам'янка, та ліві – Оріль, Самара. Лише Самара має значне водогосподарське значення. Довжина річки 320 км, витрати води у гирлі 25 м³/с. Приймає власні значні притоки – Тернівку та Вовчу. При впадінні у Дніпро у міській смузі м.Дніпра р.Самара утворює широкий естуарій-озеро. Вода р.Самари використовується для забезпечення потреб сходу області, зокрема Новомосковська, Павлограда, Тернівки, Петропавлівки.

Річки Дніпропетровської області відзначаються значним рівнем забруднення. Для вод Дніпра та Самари характерний високий вміст (з перевищенням ГДК) сульфатів, сульфідів, окисів заліза та важких металів внаслідок інтенсивних промислових скидів. Малі річки регіону більш забруднені сільськогосподарськими стоками, як наслідок підвищена частка йонів амонію та нітратів.

Область належить до водозабезпечених, однак такий стан досягається за рахунок транзитного потоку вод Дніпра. Локальних водних ресурсів недостатньо. Тому в майбутньому область може зазнавати вододефіциту, оскільки існуючі можливості збільшення водоспоживання практично вичерпані, оскільки збільшення обсягів забору води з Дніпра загрожує як екологічному стану річки, так і функціонуванню господарського комплексу місцевостей, розташованих нижче за течією.

Більша частина Дніпропетровської області розташована в межах гідрогеологічної провінції Українського щита, крайній північний схід – в межах Дніпровсько-Донецького



артезіанського басейну. Тому можливості видобутку підземних вод в регіоні обмежені. Однак існують перспективи знаходження нових запасів підземних вод у розломах Українського щита, які можуть бути використані, перш за все, для задоволення потреб населення у воді.

1.5. Ґрунтовий покрив

Ґрунтовий покрив Дніпропетровської області має зональний характер. Північ регіону охоплена смугою чорноземів звичайних глибоких середньо та мало гумусних, пілуватато-середньосуглинкових або пілуватато-важко-суглинкових. Далі на південь їх змінюють чорноземи звичайні пілуватато-середньосуглинкові малогумусні на лесах з ділянками чорноземів звичайних середньогумусних. Крайній південний захід займають чорноземи звичайні неглибокі малогумусні та чорноземи південні малогумусні та слабкогумусовані на лесах.

Інтразональні типи ґрунтів зосереджені у долинах річок, зокрема найбільших – Дніпра та Самари. Вони представлені лучно-чорноземними поверхнево-солонцюватими ґрунтами в комплексі із солонцями, чорноземами солонцюватими на важких глинах, лучно-чорноземними ґрунтами в долині Дніпра, лучними солонцюватими ґрунтами вздовж заплав Дніпра, Орелі і Самари, дерновими переважно піщаними та супіщаними ґрунтами на річкових алювіальних пісках.

У області висока частка ґрунтів високої родючості, виведених із господарського обігу внаслідок видобутку корисних копалин, зокрема залізних руд, а також відведення земель промислово та житлову забудову та транспортні комунікації.

Ґрунти області інтенсивно використовуються в сільському господарстві. Саме тому багато земель є виснаженими і потребують заходів відновлення та рекультивування. Рекультивації також доцільно піддавати землі із порушеним чи зруйнованим ґрунтовим покривом.



Розділ 2. План траси

У розділі 2 необхідно дати ескізне обґрунтування траси в плані на ділянці між заданими контрольними точками та місця перетину ріки. Скласти відомість прямих і елементів кривих. Вказати довжину ділянки траси між контрольними точками та довжину повітряної лінії. Визначити коефіцієнт подовження траси.

Представимо на прикладі обґрунтування плану траси.

Параметри автомобільної дороги (траси) залежать від її категорії та при її проектуванні слід користуватись додатком В.

Дорога в плані проектується на топографічній карті (мапі) масштабу 1:25000. Вихід з початкового пункту та вхід в кінцевий є частиною проекту траси. Кути повороту влаштовані так, щоб криволінійні ділянки починалися за межами населених пунктів.

Траса розбита на пікети та кілометри, початок та кінець кривих прив'язані до пікетів. Початковим пікетом ПТ ПК 27+00 прийнято точку на краю карти – «Д». Кінцевим пікетом КТ ПК 68+55,0 прийнято точку на протилежному краю карти «Х» Через кожні десять пікетів нанесено кілометровий знак і його номер.

Трасування дороги між заданими пунктами виконано за найкоротшою відстанню з урахуванням геофізичних і економічних умов, контурних і висотних перешкод.

У відповідності до завдання та мапи проектом було встановлено, що траса матиме два кути повороту та не перетинатиме існуючих доріг при проходженні через р. Самара.

1. Проектування першого кута повороту.

Перший кут повороту складає 45° , в який вписана крива радіусом 1200м.

1.1. Визначення тангенса:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = 1200 \cdot \operatorname{tg} \frac{45}{2} = 498 \text{ м.}$$

1.2. Визначення довжини дуги:



$$K = \frac{\pi \cdot \beta \cdot R}{180} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 1200}{180} = 942 \text{ м.}$$

1.3. Визначення бісектриси:

$$B = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) = 1200 \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{45}{2}} - 1 \right) = 99 \text{ м.}$$

1.4. Визначення доміру:

$$D = 2 \cdot T - K = 2 \cdot 498 - 942 = 54 \text{ м.}$$

2. *Проектування другого кута повороту:*

Другий кут повороту складає 46° в який вписана крива радіусом 800м.

2.1. Визначення тангенса:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = 800 \cdot \operatorname{tg} \frac{46}{2} = 340 \text{ м.}$$

2.2. Визначення довжини дуги:

$$K = \frac{\pi \cdot \beta \cdot R}{180} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 800}{180} = 642 \text{ м.}$$

2.3. Визначення бісектриси:

$$B = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\beta}{2}} - 1 \right) = 800 \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{46}{2}} - 1 \right) = 69 \text{ м.}$$

2.4. Визначення доміру:

$$D = 2 \cdot T - K = 2 \cdot 340 - 642 = 38 \text{ м.}$$

Пікетажне положення кривих, довжини та напрями вказані у відомості кутів повороту, прямих і кривих (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Відомість кутів повороту, прямих і кривих

№ кутів	Кілометри	Кут повороту		Вершина кута		Криві								Прямі					
		Лівий	Правий	ПК	+	Елемент, м					Положення				Довжина, м		Напрямок		
						Радіус	Тангенс	Крива	Бісектриса	Домір	Початок		Кінець		Пряма вставка	Відстань між вершинами	Дирекційний кут	Румб	
											ПК	+	ПК	+					
П.тр.	2			27	00														
															1302	1800	129°	ПдС×51°	
1	4	45°				1200	498	942	99	54	40	02	49	44					
															950	1788	85°	ПнС×85°	
2	5		46°			800	340	642	69	38	58	94	65	36					
															322	662	132°	ПдС×48°	
К.тр.	6			68	58														
Сума							838	1584		92					2574	4250			

- Контроль: 1). $\Sigma 2T - \Sigma K - \Sigma D = 838 \cdot 2 - 1584 = 92$ м;
 2). $\Sigma P - \Sigma K = 2574 + 1584 = 4158$ м;
 3). $\Sigma S - \Sigma D = 4250 - 92 = 4158$ м.



Розділ 3. Гідрологічні розрахунки

Застосовуючи гідроморфологічний метод визначення витрат, будуються криві загальної та руслової витрати. Визначається максимальна витрата заданої ймовірності перевищення $Q_p\%$, розрахунковий рівень високої води ($PPBB_p\%$), відповідний цій витраті та середня руслова швидкість в природних умовах (до стиснення ріки насипами підходів). Витрату заданої ймовірності перевищення треба визначити двома способами – аналітичним та графоаналітичним.

3.1. Залежність витрат і швидкості від рівня води в річці

Побудувати поперечний профіль ріки в межах розливу, визначивши відмітки поверхні землі на пікетах і плюсових точках та дні русла на глибинних вертикалях. Відмітки пікетних і плюсових точок знайти на мапі інтерполяцією. Відмітки дна русла визначити за даними в завданні глибинами меженного русла і відмітці меженного рівня по осі переходу:

$$Z_{PMBM} = Z_{PMB} \pm Il,$$

де Z_{PMBM} – відмітка меженного рівня води по осі переходу; Z_{PMB} – відмітка меженного рівня води, заданого на мапі; I – гідравлічний похил ріки; (l – відстань між точкою із заданою відміткою урізу межені на мапі та точкою перетину урізу з віссю переходу).

Знак „+” чи в формулі залежить від розташування осі переходу вище чи нижче за течією відносно до точки з відміткою Z_{PMB} . Далі необхідно визначити відмітки річних максимальних рівнів за вказаними в завданні їх перевищенням над меженным Z_{PMB} . Вибравши п'ять, або шість рівнів (наприклад через 1,00м) так, щоб перекрити діапазон всіх спостережених річних максимумів, будуються криві загальної і руслової витрат, послуговуючись при цьому морфометричним методом. Розрахунок витрат належить вести в табличній формі (одна таблиця для кожного вибраного рівня). В таблиці розмістити вихідні дані, проміжні та кінцеві результати обчислень (додатку Д). В першому стовпчику таблиці



записуються номери вертикалей (пікетні і плюсові точки на заплавах, а також номери глибинних вертикалей в руслі). В другому стовпчику – пікетажні положення всіх вертикалей, в третьому – відмітки поверхні землі на заплавах і дна русла; в четвертому – глибини на всіх вертикалях в межах розливу при даному рівні; в п'ятому – обчислюється середня глибина на ділянці між сусідніми вертикалями, i -ою та $i+1$ -ою:

$$h_{i(\text{сеп})} = 0,5 \cdot (h_i + h_{i+1})$$

В шостому стовпчику розміщуються обчислені значення $h_{i(\text{сеп})}^{2/3}$, в сьомому визначається середня швидкість на ділянці між сусідніми глибинними вертикалями за формулою Маннінга, м/с:

$$V_{i(\text{сеп})} = \frac{1}{n} \cdot h_{i(\text{сеп})}^{2/3} \cdot I^{1/2},$$

де I – гідравлічний похил; n – коефіцієнт шорсткості. У восьмий стовпчик заноситься відстань між сусідніми глибинними вертикалями (різниця їх пікетажних положень); в дев'ятий – площі живого перерізу між сусідніми глибинними вертикалями і та $i+1$, м²:

$$\omega_i = h_{i(\text{сеп})} \cdot l_i$$

В десятому стовпчику показують витрати води, що протікає через відсік між сусідніми вертикалями, м³/с:

$$Q_i = V_{i(\text{сеп})} \cdot \omega_i$$

Розрахунки виконуються окремо для заплави і русла. В одинадцятому стовпчику показати суми витрат і площі живого перерізу для русла і кожної заплави. Середня швидкість на заплавах чи в руслі становить відношення витрати води в руслі чи на заплаві до відповідної їй площі живого перерізу.

Заповнюючи таблицю, слід пам'ятати, що остання вертикаль для лівої заплави є першою для русла, а остання для русла – першою для правої заплави. Крайня права і остання вертикалі в таблиці – це урізи води (граничі розливу) при



заданому рівні води, тобто вертикалі з нульовими глибинами. На кресленні живого перерізу ріки лівий берег завжди розміщується ліворуч. Нарешті знаходиться загальна витрата води при заданому рівні:

$$Q = Q_{лз} + Q_{пз} + Q_p,$$

де $Q_{лз}, Q_{пз}, Q_p$ – витрати відповідно лівої і правої заплави та русла. В такій же спосіб треба заповнити таблиці для розрахунку витрат і для решти рівнів води. Після їх заповнення побудувати криві витрат – графіки залежності загальної і руслової витрати від рівня води, а також графіки залежності від рівня води природних швидкостей в руслі і на заплавах.

Користуючись кривими витрат, складається таблиця, що являє собою хронологічний ряд рівнів і витрат (перший стовпчик – рік спостереження в хронологічному порядку; другий стовпчик – відмітки річних максимальних рівнів; третій стовпчик відповідні їм максимальні витрати ріки.

Ймовірність перевищення розрахункових максимальних витрат нормується в залежності від типу споруди і народногосподарського значення дороги. Для великих і середніх мостів на автомобільних дорогах прийняті такі ймовірності перевищення в залежності від технічної категорії дороги:

Категорія дороги	Ймовірність перевищення, %
I – III	1
IV – V	2

Приклад проведення гідрологічних розрахунків

Прогноз розрахункової витрати заданої ймовірності перевищення слід виконати двома способами: аналітичним і графо-аналітичним.

Побудуємо поперечний профіль ріки в межах розливу, визначивши відмітки поверхні землі та дна русла на глибинних вертикалях. Відмітки пікетних точок знаходяться по карті інтерполяцією. Відмітки дна русла визначаються за даними в завданні глибинами, відмітка рівня меженної води визначається за формулою:



$$Z_{PMB} = Z - l = 18,7 - 2225 \cdot 0,00085 = 16,81 \text{ м,}$$

де Z – відмітка меженного рівня, задана на мапі, м; l – гідравлічний похил річки; l – відстань між точкою із заданою відміткою урізу на мапі, та точкою перетину урізу з віссю переходу. Далі призначаються відмітки річних максимальних рівнів так, щоб перекрити діапазон всіх спостережень річних максимумів. Гідрологічні характеристики визначаються на морфологічній основі. Будуються криві загальної і руслової витрати. Користуючись кривими витрат, складається таблиця, що являє собою хронологічний ряд рівнів і витрат. Прогноз розрахункової витрати заданої ймовірності перевищення (1%, 2%, 4% для дороги II категорії) виконується двома способами: аналітичним та графоаналітичним.

Таблиця 3.1.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при рівні 14,81 м ($I = 0,00085$; $n = 0,045$)

№ верт.	ПК+	$Z_{д,i}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
1	52+91	14,81	0,00							$Q =$ $=12,06$ $\text{м}^3/\text{с}$
				0,48	0,61	0,39	18,09	8,59	3,39	
2	53+10	13,86	0,95							$\omega =$ $=28,21 \text{ м}^2$
				0,70	0,79	0,51	20	14,0	7,15	
3	53+30	14,36	0,45							$v =$ $=0,51 \text{ м/с}$
				0,28	0,42	0,27	20	5,50	1,51	
4	53+50	14,71	0,10							
				0,05	0,14	0,09	2,38	0,12	0,01	
5	53+53	14,81	0,00							



Таблиця 3.2.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при рівні 15,81м ($I = 0,00085$; $n = 0,045$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Дi}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
1	52+72	15,81	0,00							$Q =$ $= 83,38$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 110,12$ м^2 $v =$ $= 0,92$ $\text{м}/\text{с}$
				0,45	0,59	0,38	17,14	7,71	2,93	
2	52+90	14,91	0,90							
				1,43	1,27	0,82	20	28,5	23,38	
3	53+10	13,86	1,95							
				1,70	1,42	0,92	20	34,0	31,38	
4	53+30	14,36	1,45							
				1,28	1,18	0,76	20	25,5	19,43	
5	53+50	14,71	1,10							
				0,55	0,67	0,43	26,19	14,4	6,26	
6	53+76	15,81	0,00							

Таблиця 3.3.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при рівні 16,81м ($I = 0,00085$; $n = 0,045$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Дi}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
1	52+50	16,81	0,00							$Q =$ $= 235,83$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 236,5 \text{ м}^2$ $v =$ $= 1,25 \text{ м}/\text{с}$
				0,43	0,57	0,37	20	8,50	3,11	
2	52+70	15,96	0,85							
				1,38	1,24	0,80	20	27,5	22,03	
3	52+90	14,91	1,90							
				2,43	1,80	1,17	20	48,5	56,72	
4	53+10	13,86	2,95							
				2,70	1,94	1,26	20	54,0	67,84	
5	53+30	14,36	2,45							
				2,28	1,73	1,12	20	45,5	50,99	
6	53+50	14,71	2,10							
				1,05	1,03	0,67	50	52,5	35,14	
7	54,00	16,81	0,00							



Таблиця 3.4.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при рівні 17,81м ($I = 0,00085$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Д,i}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
Ліва заплава, $n_{л.з} = 0,066$										
1	51+30	17,81	0,00							$Q =$ $= 19,92$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 62,09$ м^2 $v = 0,38$ $\text{м}/\text{с}$
				0,31	0,46	0,20	69,66	21,59	4,37	
2	52+00	17,90	0,62							
				0,81	0,87	0,38	50	40,50	15,55	
3	52+50	16,81	1,00							
Русло, $n_{л.з} = 0,045$										
3	52+50	16,81	1,00							$Q =$ $= 494,45$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 386,5$ м^2 $v = 1,04$ $\text{м}/\text{с}$
				1,43	1,27	0,82	20	28,50	23,38	
4	52+70	15,96	1,85							
				2,38	1,78	1,15	20	47,50	54,78	
5	52+90	14,91	2,93							
				3,43	2,27	1,47	20	68,50	100,84	
6	53+10	13,86	3,95							
				3,70	2,39	1,55	20	74,00	114,69	
7	53+30	14,36	3,45							
				3,28	2,21	1,43	20	65,50	93,59	
8	53+50	14,71	3,10							
				2,05	1,61	1,05	50	102,5	107,17	
9	54+00	16,81	1,00							
Права заплава, $n_{п.з} = 0,066$										
9	54+00	16,81	1,00							$Q =$ $= 122,4$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 231,17$ м^2 $v = 0,49$ $\text{м}/\text{с}$
				0,50	0,63	0,28	24,27	12,14	3,38	
10	54+25	17,81	0,00							



Таблиця 3.5.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при
рівні 18,81м ($I = 0,00085$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Дi}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
Ліва заплава, $n_{л.з} = 0,066$										
1	50+36	18,81	0,00							$Q =$ $= 122,4$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 231,17$ м^2 $v = 0,49$ $\text{м}/\text{с}$
				0,37	0,51	0,23	63,47	23,17	5,23	
2	51+00	18,08	0,73							
				1,18	1,11	0,49	100	117,50	57,80	
3	52+00	17,19	1,62							$v = 0,49$ $\text{м}/\text{с}$
				1,81	1,49	0,66	50	90,50	59,37	
4	52+50	16,81	2,00							
Русло, $n_{л.з} = 0,045$										
4	52+50	16,81	2,00							$Q =$ $= 834,24$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 536,5$ м^2 $v = 1,36$ $\text{м}/\text{с}$
				2,43	1,80	1,17	20	48,50	56,72	
5	52+70	15,96	2,85							
				3,38	2,25	1,46	20	67,50	98,40	
6	52+90	14,91	3,90							
				4,43	2,70	1,75	20	88,50	154,54	
7	53+10	13,86	4,95							
				4,70	2,81	1,82	20	94,00	170,88	
8	53+30	14,36	4,45							
				4,28	2,63	1,71	20	85,50	145,91	
9	53+50	14,71	4,10							
				3,05	2,10	1,36	50	152,50	207,79	
10	54+00	16,81	2,00							
Права заплава, $n_{п.з} = 0,066$										
10	54+00	16,81	2,00							$Q =$ $= 21,44$ $\text{м}^3/\text{с}$ $\omega =$ $= 48,54$ м^2 $v = 0,44$ $\text{м}/\text{с}$
				1,00	1,00	0,44	48,54	48,54	21,44	
11	54+49	18,81	0,00							



Таблиця 3.6.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при
рівні 19,81м ($I = 0,00085$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Д,i}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
Ліва заплава, $n_{л.з} = 0,066$										
1	49+63	19,81	0,00							$Q =$ $= 343,08$ $\text{м}^3/\text{с}$
				0,37	0,44	0,19	36,25	10,51	2,03	
2	50+00	19,23	0,58							$\omega =$ $= 484,01$ м^2
				1,16	1,10	0,49	100	115,50	56,17	
3	51+00	18,08	1,73							$v = 0,74$ $\text{м}/\text{с}$
				2,18	1,68	0,74	100	217,50	161,29	
4	52+00	17,19	2,62							
				2,81	1,99	0,88	50	140,50	123,59	
5	52+50	16,81	3,00							
Русло, $n_{л.з} = 0,045$										
5	52+50	16,81	3,00							$Q =$ $= 1245,66$ $\text{м}^3/\text{с}$
				3,43	2,27	1,47	20	68,50	100,84	
6	52+70	15,96	3,85							$\omega =$ $= 686,5$ м^2
				4,38	2,67	1,73	20	87,50	151,64	
7	52+90	14,91	4,90							$v = 1,64$ $\text{м}/\text{с}$
				5,43	3,09	2,00	20	108,50	217,03	
8	53+10	13,86	5,95							
				5,70	3,19	2,07	20	114,00	235,68	
9	53+30	14,36	5,45							
				5,28	3,03	1,96	20	105,50	207,12	
10	53+50	14,71	5,10							
				4,05	2,54	1,65	50	202,50	333,34	
11	54+00	16,81	3,00							
Права заплава, $n_{л.з} = 0,066$										
11	54+00	16,81	3,00							$Q =$ $= 63,22$ $\text{м}^3/\text{с}$
				1,50	1,31	0,58	72,81	109,22	63,22	
										$\omega =$ $= 109,22$ м^2
12	54+73	19,81	0,00							$v = 0,57$ $\text{м}/\text{с}$



Таблиця 3.7.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при
рівні 20,81 м ($I = 0,00085$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Д,i}$	h_i	$h_{i, \text{cep}}$	$(h_{i, \text{cep}})^{2/3}$	$V_{i, \text{cep}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
Ліва заплава, $n_{л.з} = 0,066$										
1	49+01	20,81	0,00							$Q =$ $= 696,52$ $\text{м}^3/\text{с}$
				0,79	0,85	0,38	98,75	78,01	29,45	
2	50+00	19,23	1,58							$\omega =$ $= 724,49$ м^2
				2,16	1,67	0,74	100	215,50	158,82	
3	51+00	18,08	2,73							$v = 0,95$ $\text{м}/\text{с}$
				3,18	2,16	0,95	100	317,50	302,97	
4	52+00	17,19	3,62							
				2,81	2,44	1,08	50	190,50	205,28	
5	52+50	16,81	4,00							
Русло, $n_{л.з} = 0,045$										
5	52+50	16,81	4,00							$Q =$ $= 1722,67$ $\text{м}^3/\text{с}$
				4,43	2,70	1,75	20	88,50	154,54	
6	52+70	15,96	4,85							$\omega =$ $= 836,5$ м^2
				5,38	3,07	1,99	20	107,50	213,71	
7	52+90	14,91	5,90							$v = 1,9$ $\text{м}/\text{с}$
				6,43	3,46	2,24	20	128,50	287,23	
8	53+10	13,86	6,95							
				6,70	3,55	2,30	20	134,00	308,54	
9	53+30	14,36	6,45							
				6,28	3,40	2,20	20	125,50	276,62	
10	53+50	14,71	6,10							
				5,05	2,94	1,91	50	252,50	481,53	
11	54+00	16,81	4,00							
Права заплава, $n_{п.з} = 0,066$										
11	54+00	16,81	4,00							$Q =$ $= 136,15$ $\text{м}^3/\text{с}$
				2,00	1,59	0,70	97,08	194,16	136,15	
										$\omega =$ $= 194,16$ м^2
12	54+98	20,81	0,00							
										$v = 0,7$ $\text{м}/\text{с}$



Таблиця 3.8.

Визначення витрат води в руслі морфометричним методом, при
рівні 21,81м ($I = 0,00085$)

№ верг.	ПК+	$Z_{Д,i}$	h_i	$h_{i,cep}$	$(h_{i,cep})^{2/3}$	$V_{i,cep}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
Ліва заплава, $n_{л,з} = 0,066$										
1	49+76	21,81	0,00							$Q =$ =1199,35 m^3/c $\omega =$ =1163,02 m^2 $v = 1,14$ m/c
				0,49	0,62	0,27	23,5	11,52	3,16	
2	49+00	20,23	0,98							
				1,78	1,47	0,65	100	178,00	115,49	
3	50+00	19,23	2,58							
				3,16	2,15	0,95	100	315,50	299,80	
4	51+00	18,08	3,73							
				4,18	2,59	1,15	100	417,50	478,18	
5	52+00	17,19	4,62							
				4,81	2,85	1,26	50	240,50	302,72	
6	52+50	16,81	5,00							
Русло, $n_{л,з} = 0,045$										
6	52+50	16,81	5,00							$Q =$ =2260,91 m^3/c $\omega =$ =986,5 m^2 $v = 2,15$ m/c
				5,43	3,09	2,00	20	108,50	217,03	
7	52+70	15,96	5,85							
				6,38	3,44	2,23	20	127,50	284,01	
8	52+90	14,91	6,90							
				7,43	3,81	2,47	20	148,50	366,17	
9	53+10	13,86	7,95							
				7,70	3,90	2,53	20	154,00	389,06	
10	53+30	14,36	7,45							
				7,28	3,75	2,43	20	145,50	353,93	
11	53+50	14,71	7,10							
				6,05	3,32	2,15	50	302,50	650,72	
12	54+00	16,81	5,00							
Права заплава, $n_{п,з} = 0,066$										
12	54+00	16,81	5,00							$Q =$ = 271,05 m^3/c
				2,94	2,05	0,91	100	294,00	266,53	



Продовження таблиці 3.8

№ верт.	ПК+	$Z_{Д,i}$	h_i	$h_{i, \text{сеп}}$	$(h_{i, \text{сеп}})^{2/3}$	$V_{i, \text{сеп}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, v
13	55+00	20,93	0,88							$\omega =$ $=311,68$ м^2 $v = 0,9$ м/с
				0,44	0,58	0,26	40,18	17,68	4,52	
14	55+41	21,81	0,00							

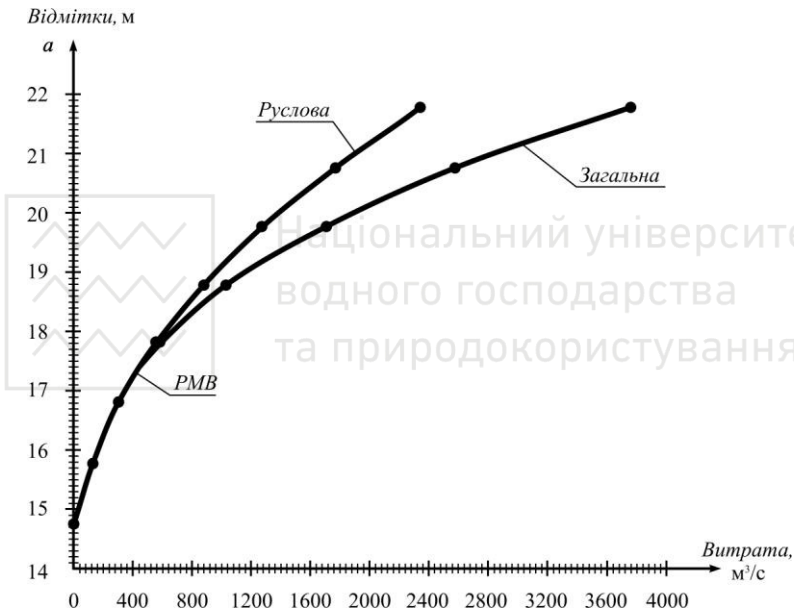


Рис. 1. Криві витрат

3.2. Аналітичний спосіб визначення витрати заданої ймовірності перевищення

Аналітичний спосіб прогнозу максимальної витрати спирається на використанні біноміальної кривої ймовірності.

Використовуючи ряд спостережень визначаються параметри кривої ймовірностей:



– середнє багаторічне значення максимальних витрат

$$Q_{cp} = \frac{\sum Q_i}{n} = \frac{31832,06}{23} = 1384,437 \text{ м}^3/\text{с};$$

– коефіцієнт варіації

$$C_V = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1,8^2}{23 - 1}} = 0,29;$$

– коефіцієнт асиметрії

$$C_S = \frac{2 \cdot C_V}{1 - K_{min}} = \frac{2 \cdot 0,29}{1 - 0,51} = 1,16.$$

Гідрологічні розрахунки виконуються в табличній формі, вихідні дані та проміжні результати (див. додаток Е) заносяться в таблицю в ранжированому порядку, від більших значень витрат до менших.

Заповнюємо таблицю та проводимо перевірки:

$$\sum K_i = n; \quad \sum K_i = 23.$$

Перша умова виконується.

$$\sum (K_i - 1) = 0.$$

Друга умова виконується.

Витрата розрахункової ймовірності перевищення визначається за формулою:

$$Q_{i\%} = Q_{cp} (C_V \cdot \Phi_{i\%} + 1),$$

де Q_{cp} – середня витрата; Φ – функція Фостера, яка залежить від коефіцієнта асиметрії та нормативної ймовірності перевищення та приймається з таблиці 3.9.



Таблиця 3.9

Значення функції Φ

C_s	Φ				C_s	Φ			
	P=1%	P=2%	P=4%	P=8%		P=1%	P=2%	P=4%	P=8%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,00	2,33	2,04	1,77	1,42	1,60	3,39	2,73	2,22	1,58
0,10	2,40	2,10	1,81	1,44	1,70	3,44	2,78	2,24	1,58
0,20	2,47	2,15	1,85	1,46	1,80	3,50	2,82	2,26	1,58
0,30	2,54	2,20	1,88	1,47	1,90	3,55	2,85	2,28	1,58
0,40	2,61	2,25	1,92	1,49	2,00	3,60	2,89	2,30	1,58
0,50	2,68	2,30	1,95	1,50	2,10	3,65	2,93	2,31	1,57
0,60	2,75	2,34	1,98	1,52	2,20	3,70	2,96	2,33	1,57
0,70	2,82	2,37	2,00	1,53	2,30	3,75	2,99	2,34	1,57
0,80	2,89	2,47	2,05	1,54	2,40	3,79	3,02	2,35	1,55
0,90	2,96	2,48	2,07	1,55	2,50	3,80	3,04	2,35	1,55
1,00	3,02	2,53	2,10	1,56	2,60	3,88	3,07	2,36	1,54
1,10	3,09	2,56	2,11	1,56	2,70	3,93	3,10	2,37	1,53
1,20	3,17	2,61	2,14	1,57	3,00	4,02	3,16	2,40	1,52
1,30	3,21	2,64	2,16	1,57	3,50	4,18	3,23	2,37	1,40
1,40	3,27	2,67	2,18	1,58	4,00	4,34	3,30	2,36	1,34
1,50	3,33	2,71	2,20	1,58	5,00	4,54	3,37	2,31	1,18

$$Q_{1\%} = Q_{cp} \left(C_V \cdot \Phi_{1\%} + 1 \right) = 1384 \cdot (0,29 \cdot 3,15 + 1) = 2632,94 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{2\%} = Q_{cp} \left(C_V \cdot \Phi_{2\%} + 1 \right) = 1384 \cdot (0,29 \cdot 2,6 + 1) = 2413,56 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{4\%} = Q_{cp} \left(C_V \cdot \Phi_{4\%} + 1 \right) = 1384 \cdot (0,29 \cdot 2,13 + 1) = 2229,04 \text{ м}^3/\text{с}.$$



Таблиця 3.10

Витрата води при максимальних річних рівнях

Рік	Δh , м	H , м	Q_z , м ³ /с
1981	1,45	18,26	699,80
1982	3,01	19,82	1659,80
1983	2,25	19,06	1125,00
1984	2,48	19,29	1272,40
1985	3,07	19,88	1708,00
1986	2,92	19,73	1589,20
1987	2,83	19,64	1520,60
1988	2,02	18,83	989,20
1989	1,90	18,71	922,80
1990	3,37	20,18	1961,80
1991	1,78	18,59	859,20
1992	2,60	19,41	1354,20
1993	2,79	19,60	1490,80
1994	2,35	19,16	1187,60
1995	2,81	19,62	1505,60
1996	2,23	19,04	1112,80
1997	2,34	19,15	1181,40
1998	3,2	20,01	1815,20
1999	2,88	19,69	1558,40
2000	3,95	20,76	2505,80
2001	2,40	19,21	1219,80
2002	2,59	19,40	1347,20
2003	2,44	19,25	1246,00



Таблиця 3.11

Модульні коефіцієнти до розрахунку витрати заданої
ймовірності перевищення

№	$Q_i, \text{м}^3/\text{с}$	K_i	$K_i - 1$		$\left(K_i - 1 \right)^2$	$Z_i, \text{м}$	Рік
			+	-			
1	699,80	0,51		-0,49	0,24	18,26	1981
2	1659,80	1,20	0,20		0,04	19,82	1982
3	1125,00	0,81		-0,19	0,04	19,06	1983
4	1272,40	0,92		-0,08	0,01	19,29	1984
5	1708,00	1,23	0,23		0,05	19,88	1985
6	1589,20	1,15	0,15		0,02	19,73	1986
7	1520,06	1,10	0,10		0,00	19,64	1987
8	989,20	0,71		-0,29	0,08	18,83	1988
9	922,80	0,67		-0,33	0,11	18,71	1989
10	1961,80	1,42	0,42		0,17	20,18	1990
11	859,20	0,62		-0,38	0,14	18,59	1991
12	1354,20	0,98		-0,02	0,00	19,41	1992
13	1490,80	1,08	0,08		0,01	19,60	1993
14	1187,60	0,86		-0,14	0,02	19,16	1994
15	1505,60	1,09	0,09		0,01	19,62	1995
16	1112,80	0,80		-0,20	0,04	19,04	1996
17	1181,40	0,85		-0,15	0,02	19,15	1997
18	1815,20	1,31	0,31		0,10	20,01	1998
19	1558,40	1,13	0,13		0,02	19,69	1999
20	2505,80	1,81	0,81		0,66	20,76	2000
21	1219,80	0,88		-0,12	0,01	19,21	2001
22	1347,20	0,97		-0,03	0,00	19,40	2002
23	1246,00	0,90		-0,10	0,01	19,25	2003
Σ	31832,06	23,00	0,00		1,80		

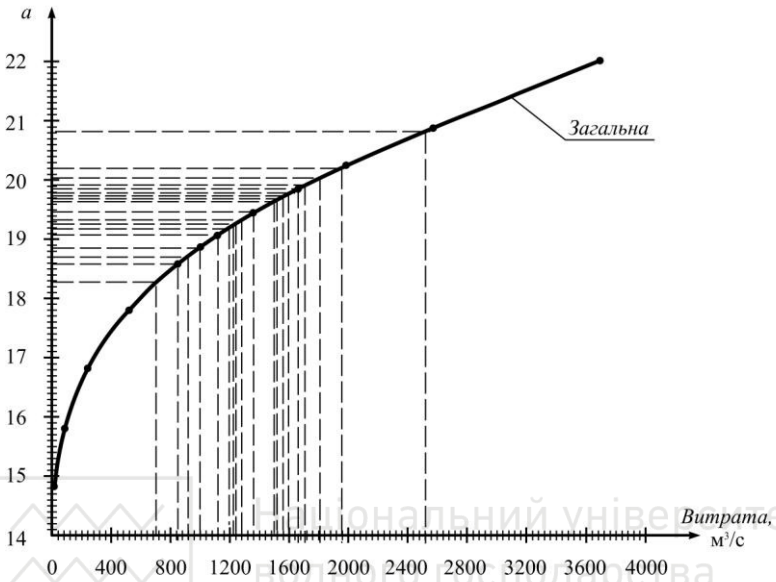


Рис.2. Графік витрат при максимальних річних рівнях

3.3. Графоаналітичний спосіб визначення витрати заданої ймовірності перевищення

Для кожного члена ранжируваного ряду витрат, за формулою Н.Н.Чегодаєва [4] визначається емпірична ймовірність:

$$P_e = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \cdot 100\%,$$

де m – порядковий номер члену ранжируваного ряду;
 n – кількість років спостережень (загальна кількість членів ряду)

Обчислення емпіричної ймовірності виконується в табличній формі (див. додаток Ж), при цьому значення ймовірностей зручно записувати в відсотках.

На клітчатці ймовірностей нанести точки, розташування яких визначається значеннями пар Q та P_e . З цією метою



спочатку треба позначити на осі ординат клітчатку в певному масштабі інтервал зміни Q . Потім провести плавну криву, яка узагальнює сукупність нанесених точок. Варто зауважити, що ця крива не з'єднує точки, а проводиться між ними таким чином, щоб кількість і відстані точок над кривою і під нею були приблизно однакові. Після цього крива екстраполюється до абсциси, яка відповідає нормативній ймовірності перевищення, і на осі ординат знаходиться шукана витрата.

Нанесемо на клітчасту ймовірностей графік, який залежить від емпіричної ймовірності та витрати, про екстраполюємо криву до абсциси, яка відповідатиме нормативній ймовірності перевищення, і на осі ординат знаходиться шукана витрата.

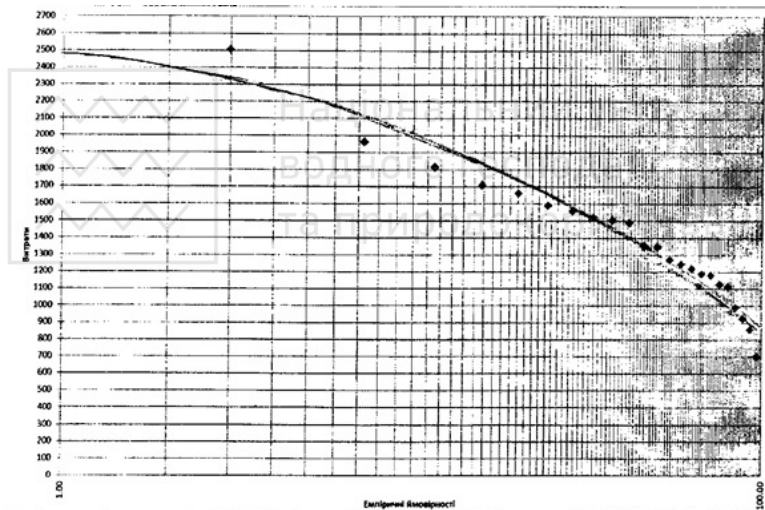


Рис.3. Залежність витрат від ймовірності перевищення нормативної

Витрата 1%-ї ймовірності перевищення за графоаналітичним способом:

$$Q_{1\%} = 2632,94 \text{ м}^3/\text{с}.$$

За розрахункову витрату приймається більша з двох витрат, отриманих з аналітичного і графоаналітичного способу.



Розрахунковий рівень високої води визначається по прийнятій витраті $Q_1\%$.

Отже, до розрахунку приймаються витрати отримані аналітичним способом:

$$Q_{1\%} = 2632,94 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{2\%} = 2413,56 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{4\%} = 2229,04 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Рівень високої води приймається $H_{1\%} = 20,88 \text{ м}.$

3.4. Багаторічне прогнозування загального розмиву

При обмеженому обсязі гідрологічної інформації, коли натуральний ряд спостережень не є повним або представляє маловодний період, доводиться моделювати серію повеней, яка призводить до найбільшої величини загального розмиву за багаторічний термін експлуатації мостового переходу. При цьому вважається, що тривалість повеней різної забезпеченості на даній ділянці ріки однакова, а їх водомірні графіки і гідрографи – подібні.

Таблиця 3.12

Таблиця для водомірного графіку на р. Самара (додаток 7)

τ	h'	Тривалість, днів	Рівні 1%	Рівні 2%	Рівні 4%
0,00	0,00	0	16,81	16,81	16,81
0,10	0,16	3,5	17,46	17,43	17,40
0,21	0,58	7,35	19,18	19,05	18,93
0,24	0,60	8,4	19,26	19,12	19,01
0,27	0,78	9,45	19,99	19,82	19,67
0,35	1,00	12,25	20,89	20,67	20,47
0,36	1,00	12,6	20,89	20,67	20,47
0,48	0,71	16,8	19,71	19,55	19,41
0,75	0,40	26,25	18,44	18,35	18,28
0,80	0,27	28	17,91	17,85	17,80
1,00	0,00	35	16,81	16,81	16,81



Перехід до гідрографів загальної і руслової витрат здійснюється на основі спільного розгляду водомірних графіків і природних кривих витрат. На кожному з водомірних графіків фіксується рівні високої води, а відповідні їм витрати знімаються з кривих витрат. В цьому курсовому проекті гідрографи модельної серії повеней будуються за принципом подібності.

Таблиця 3.13

Таблиця для побудови гідрографів

τ	h'	Три- ва- лість	Гідрограф 1%		Гідрограф 2%		Гідрограф 4%	
			Заг.	Русл.	Заг.	Русл.	Заг.	Русл.
0,00	0,00	0	235,83	235,83	235,83	235,83	235,83	235,83
0,10	0,16	3,5	619,37	479,79	584,27	461,80	554,74	446,62
0,21	0,58	7,35	1626,15	1120,20	1498,92	1054,97	1391,89	999,94
0,24	0,60	8,4	1674,10	1150,69	1542,47	1083,22	1431,75	1026,29
0,27	0,78	9,45	2105,58	1425,15	1934,46	1337,43	1790,53	1263,43
0,35	1,00	12,25	2632,94	1760,60	2413,56	1648,14	2229,04	1553,26
0,36	1,00	12,6	2632,94	1760,60	2413,56	1648,14	2229,04	1553,26
0,48	0,71	16,8	1937,78	1318,42	1782,02	1238,57	1651,01	1171,21
0,75	0,40	26,25	1194,67	845,74	1106,92	800,75	1033,11	762,80
0,80	0,27	28	883,05	647,52	823,82	617,15	774,00	591,54
1,00	0,00	35	235,83	235,83	235,83	235,83	235,83	235,83

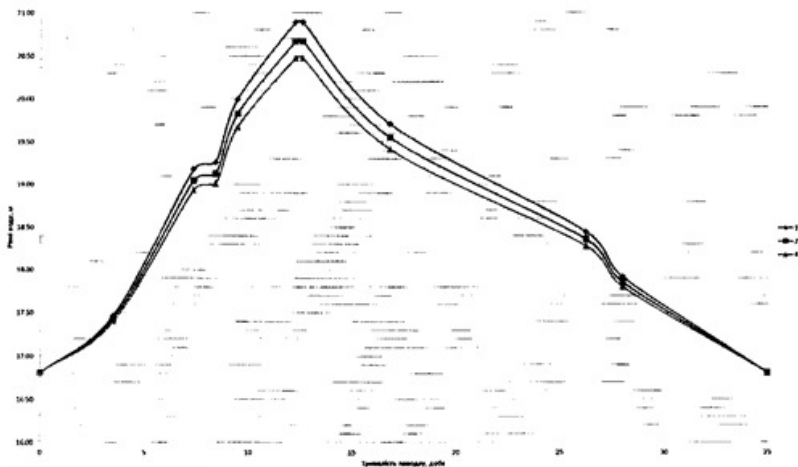


Рис.4. Гідрографи витрати для 1% , 2%, 4% забезпеченості

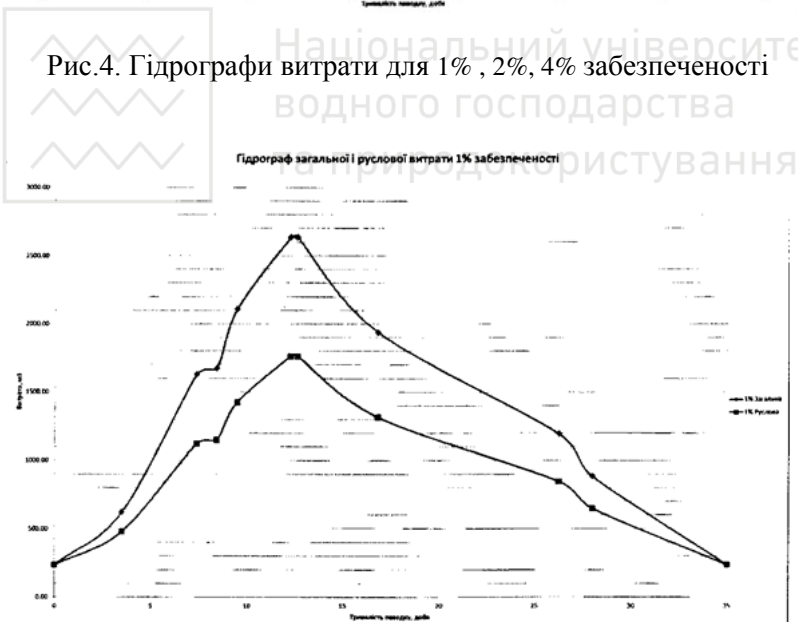


Рис.5. Гідрограф загальної руслової витрати 1% забезпеченості



Гідрограф загальної руслової витрати 2% забезпеченості

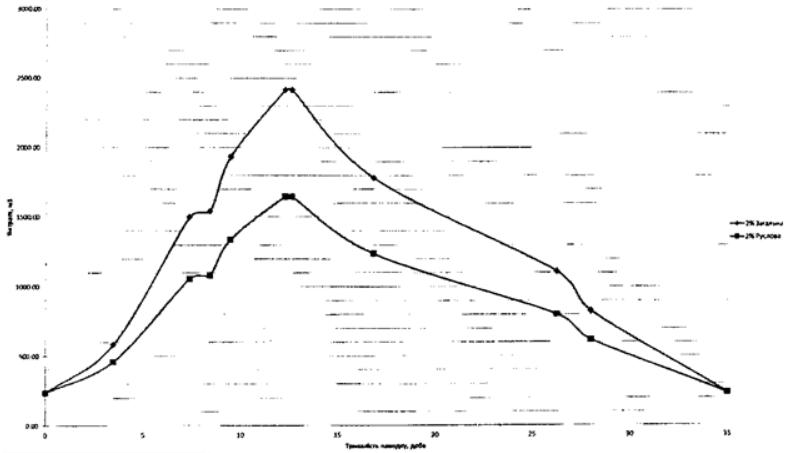


Рис.6. Гідрограф загальної руслової витрати 2% забезпеченості

Гідрограф загальної руслової витрати 4% забезпеченості

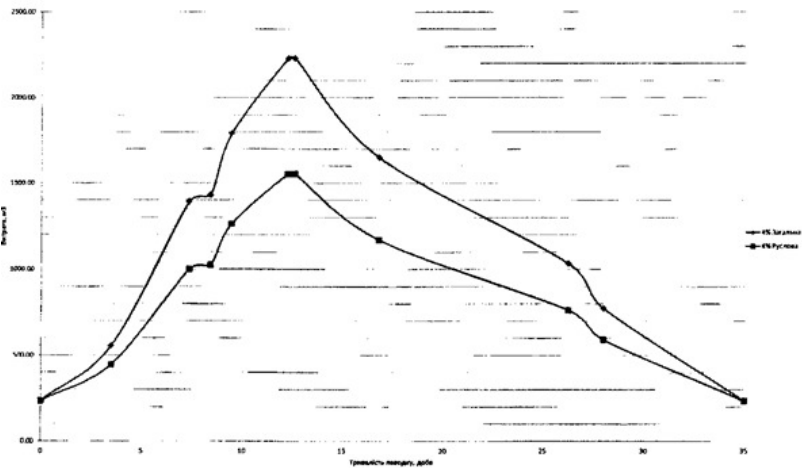


Рис.7. Гідрограф загальної руслової витрати 4% забезпеченості

Інтегральні функції гідрографів руслової витрати обчислюються методом трапеції.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Гідрограф загальної та руслової 1% ймовірності перевищення

Таблиця 3.14

t , доба	0	3,5	7,35	8,4	9,45	12,25	12,6	14,33	16,8	26,25	28	35
Q	235,83	619,37	1626,15	1674,10	2105,58	2632,94	2632,94	2395,00	1917,78	1194,67	883,05	235,83
Q_p	235,83	479,79	1120,20	1150,69	425,15	1760,60	1760,60	1575,00	1318,42	845,74	647,32	235,83
Інтегральна функція гідрографа												
t , доба	0	3,5	3,85	1,05	1,05	2,8	0,35	1,73	2,47	9,45	1,73	7
$(Q_p)^4$	3,09E+09	5,30E+10	1,57E+12	1,75E+12	4,13E+12	9,61E+12	9,61E+12	6,15E+12	3,02E+12	5,12E+11	1,76E+11	3,09E+09
$\Delta\Gamma$	0	1,60E+10	5,24E+17	1,59E+17	3,74E+17	2,32E+18	2,91E+17	9,20E+17	6,45E+17	4,18E+17	2,66E+16	1,87E+15
Γ	0	1,60E+10	5,40E+17	6,99E+17	1,07E+18	3,40E+18	3,69E+18	4,61E+18	5,25E+18	5,67E+18	5,70E+18	5,70E+18

Таблица 3.15

Гідрограф загальної та руслової 2% ймовірності перевищення

t , доба	0	3,5	7,35	8,4	9,45	12,25	12,6	16,8	26,25	28	35
Q	235,83	584,27	1498,92	1542,47	1934,46	2413,56	2413,56	1782,02	1106,92	823,82	235,83
Q_p	235,83	461,7996	1054,97	1083,216	1337,432	1648,14	1648,14	1238,57	800,754	617,1537	235,83
Інтегральна функція гідрографа											
t , доба	0	3,5	3,85	1,05	1,05	2,8	0,35	4,2	9,45	1,75	7
$(Q_p)^4$	3,09E+09	4,55E+10	1,24E+12	1,38E+12	3,20E+12	7,38E+12	7,38E+12	2,35E+12	4,11E+11	1,45E+11	3,09E+09
$\Delta\Gamma$	0	1,38E+16	4,12E+17	1,25E+17	2,90E+17	1,79E+18	2,23E+17	8,54E+17	3,36E+17	2,19E+16	1,87E+15
Γ	0	1,38E+16	4,26E+17	5,51E+17	8,41E+17	2,63E+18	2,85E+18	3,70E+18	4,04E+18	4,06E+18	4,06E+18

Таблица 3.16

Гідрограф загальної та руслової 4% ймовірності перевищення

t , доба	0	3,5	7,35	8,4	9,45	12,25	12,6	16,8	26,25	28	35
Q	235,83	554,27	1391,89	1431,75	1790,53	2229,04	2229,04	1651,01	1033,11	774,00	235,83
Q_p	235,83	446,62	999,94	1026,29	1263,43	1553,26	1553,26	1171,21	762,80	591,54	235,83
Інтегральна функція гідрографа											
t , доба	0	3,5	3,85	1,05	1,05	2,8	0,35	4,2	9,45	1,75	7
$(Q_p)^4$	3,09E+09	3,98E+10	1,00E+12	1,11E+12	2,55E+12	5,82E+12	5,82E+12	1,88E+12	3,39E+11	1,22E+11	3,09E+09
$\Delta\Gamma$	0	1,20E+16	3,33E+17	1,01E+17	2,31E+17	1,41E+18	1,76E+17	6,83E+17	2,76E+17	1,85E+16	1,87E+15
Γ	0	1,20E+16	3,45E+17	4,45E+17	6,76E+17	2,08E+18	2,26E+18	2,94E+18	3,22E+18	3,24E+18	3,24E+18

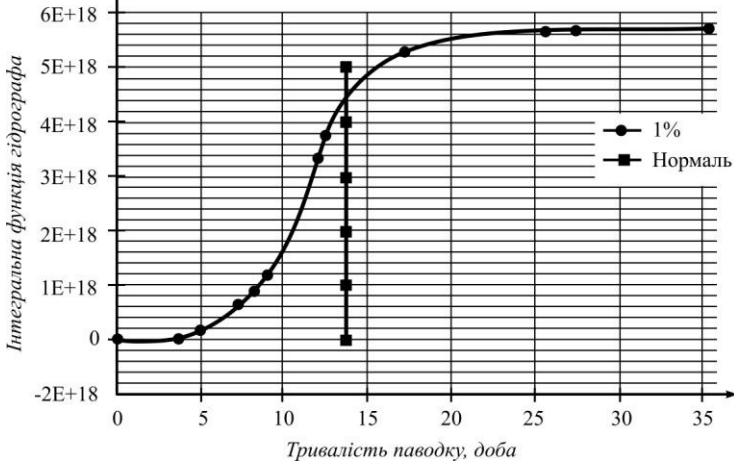


Рис.8. Інтегральна функція гідрографа руслової витрати 1% забезпеченості

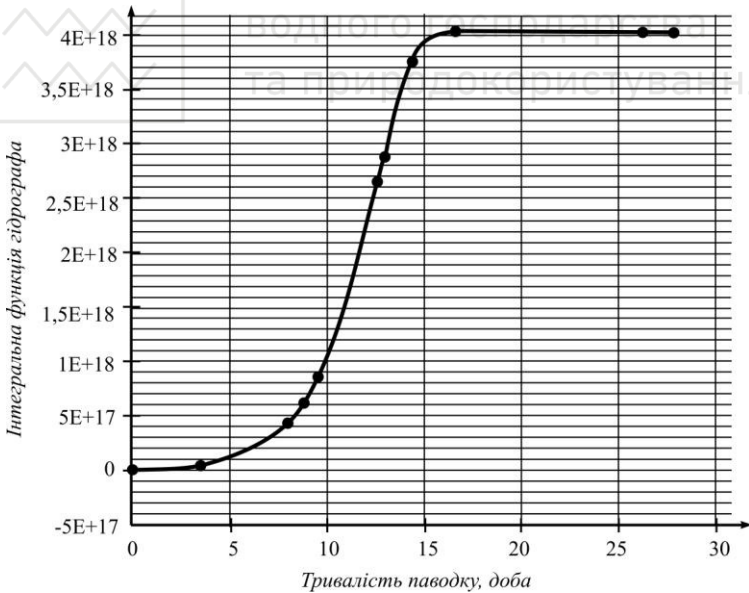


Рис.9. Інтегральна функція гідрографа руслової витрати 2% забезпеченості

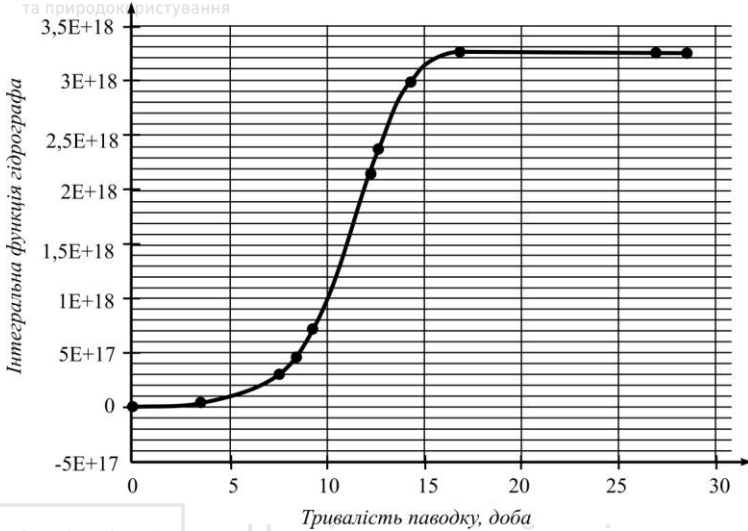


Рис.10. Інтегральна функція гідрографа руслової витрати 4%
забезпеченості

Розділ 4. Визначення ширини отвору та загального розмиву під мостом

Виходячи з величини граничного розмиву призначається ширина отвору. Відповідно модельній серії повеней будуються водомірні графіки і гідрографи. Використовуючи аналітичні залежності отримані на кафедрі мостів і тунелів НТУ, виконується багаторічне прогнозування загального розмиву.

Приклад знаходження ширини отвору та загального розмиву під мостом.

4.1. Визначення ширини отвору мостового переходу

Спираючись на досвід проектування мостових переходів, проф. Андреев О.В. [1] вважає, що з точки зору економічної доцільності завжди треба прагнути до як найменшої ширини отвору L_m . Але при цьому повинні братися до уваги такі обмеження:



– L_m ширина отвору не може бути меншою за ширину русла B_p ;

– коефіцієнт розмиву P не рекомендується допускати більшим за 1,5 для судноплавних річок і більшим ніж 2 – для несудноплавних річок;

– підпір перед мостом і біля підходів не повинен загрожувати затопленням прилеглих поселень, народногосподарських об'єктів, тощо;

– швидкості під мостом в повеневий період на судноплавних річках і розрахункові судноплавні рівні повинні бути узгодженими з судноплавними компаніями.

Граничний коефіцієнт загального розмиву під мостом практично дорівнює коефіцієнту стиснення потоку під мостом

$$P = \beta_m,$$

де

$$\beta_m = \frac{Q}{Q_p + q_{zp}} \left(\frac{3731,31}{2260,91 + 3,27 \cdot (50 - 150)} \right) = 1,65;$$

Q – загальна витрата води на піку повені; Q_p – руслова витрата води на піку повені; B_p – ширина розливу ріки на піку повені, м; q_{zp} – природна питома втрата заплав

$$q_{zp} = \frac{Q - Q_p}{B - B_p} = \frac{3731,31 - 2260,91}{600 - 150} = 3,27 \text{ м}^2/\text{с};$$

L_m – ширина отвору мосту, визначається за формулою

$$L_m = B_p \left[1 + \frac{P^{-1} - \tau}{1 - \tau} \right] = 150 \cdot \left[1 + \frac{2^{-1} - 0,61}{1 - 0,61} \right] = 29,04 \text{ м};$$

$$\tau = \frac{Q_p}{Q} = \frac{2260,91}{3731,31} = 0,61;$$



$$\delta = \frac{B}{B_p} = \frac{600}{150} = 4.$$

За формулою виявилось що $L_m < B_p$, тому ширина отвору приймається рівною ширині русла, тобто проектується міст найменшої довжини $L_m = 150$ м.

Для нього прийняті такі прогонові будови: 20+60+60+60+20 (в метрах).

При виконанні курсового проекту значення коефіцієнту розмиву P (див. формулу для L_m) треба брати в межах 1,5÷ 2,0.

За даними табл.4.1 ширина отвору розбивається на прогони.

Таблиця 4.1
Основні розміри попередньо напружених
балкових прогонових будов

Прогін в світу	10	20	30	40	60	80
Відстань в осях опор	11,4	21,6	32,4	43,2	63,3	84,3
Висота балки в прогоні	0,85	1,10	1,50	2,00	2,30	2,30

4.2. Аналітичні основи прогнозування величини загального розмиву

Натуральні спостереження і числові розрахунки свідчать, що максимальний розмив досягається, коли розрахункова повинь тої чи іншої ймовірності проходить в кінці багатопаводного періоду після серії менших повеней. Якщо розрахункова повинь проходить одразу після будівництва мостового переходу по ще не розмитому дну, то за цих умов мінімальні відмітка загального розмиву вважається його верхньою границею.

За гіпотетичних обставин, коли пік повені тримається невизначено довго, приймаємо стільки часу скільки необхідно для відновлення в руслі природного балансу наносів, мінімальна



відмітка дна, розмитого за цей час, буде найменшою і становитиме нижню границю загального розмиву. Відмітки дна під мостом можуть бути меншими за нижню границю тільки за умови проходження паводку, висота якого перевищує розрахункову.

Таким чином, розрахункова величина загального розмиву знаходиться між верхньою і нижньою границями, але за певних умов може майже співпадати з якоюсь із них. Ніхто заздалегідь не знає в якому порядку пройдуть повені на даній річці. Не завжди також можна отримати інформацію про багатоводні періоди в минулому.

Тому Л.Г. Бегам і В.Ш. Ципін [4] пропонують моделювати найнесприятливіші серії повеней за такою схемою:

- якщо коефіцієнт варіації щорічних максимальних рівнів води знаходиться в межах $C_V = 0,60 \div 3,2$, то ряд повеней треба пропускати в такому порядку – 4р, 8р, 2р, 4р, р, де $p = 1\%$;
- якщо $C_V \leq 0,6$, то модельна серія повеней має вид 4р, 2р, р.

Загальний розмив під мостом в будь-який момент повені при затоплених заплавах визначається за аналітичною залежністю:

$$h = h_j \cdot \left[0,5 + \sqrt{0,25 + \frac{20 \cdot A \cdot \Gamma \cdot \beta_m^4 \cdot \beta_m - 1}{l_C \cdot B_p^4 \cdot h_j^5}} \right]^{0,2},$$

в якій при багаторічному прогнозуванні для першої повені $h_j = h_{pn}$, для другої і наступних повеней $h_j = h_{зал}$, де $h_{зал}$ – залишкова глибина під мостом від попередньої повені.

Залишкова глибина також обчислюється за допомогою залежності для h , але при цьому треба підставити: h_j – глибину під мостом, що залишилась від попереднього паводку, яка дорівнює різниці між середньою відміткою заплави (брівок русла) і дна; коефіцієнт стиснення потоку під мостом – $\beta_m = 1,02$; інтегральну функцію гідрографа Γ відповідну



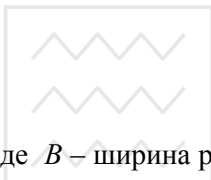
моменту осушення заплав, яка являє собою:

$$\Gamma = 86400 \int_{t_1}^{t_2} Q_{pn}^4 dt,$$

де t_1 і t_2 – відповідно час в добовому вимірі виходу води на заплаву і звільнення заплав від води. Стала „86400” дорівнює кількості секунд в добі. При наявності природного гідрографа руслової витрати інтегральна функція гідрографа Γ обчислюється будь-яким числовим методом, наприклад, методом трапецій, точність якого цілком прийнятна для подібних розрахунків.

Решта величин в залежності мають такий зміст:

– довжина зони стиснення для залишкового розливу:



$$l_c = aB \sqrt{\frac{Fr}{i_n}},$$

де B – ширина розливу ріки; i_n – природний поздовжній похил ріки; $Fr = v_n^2 / gB$ – число Фруда природного потоку записане через ширину розливу; a – коефіцієнт залежний від Fr/i_n (рис.11);

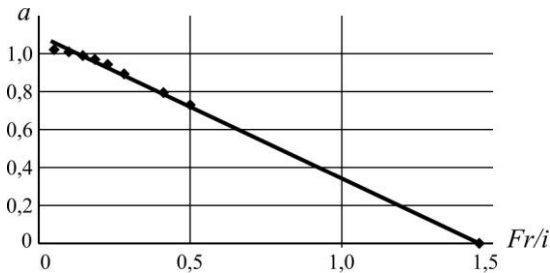


Рис.11. Графік для визначення коефіцієнта a



– довжина зони стиснення на піках паводку та розливу:

$$l_C = \frac{B - L_M}{1 + \frac{l_{M3}}{l_{б3}}},$$

де l_{M3} і $l_{б3}$ – ширина меншої та більшої заплави;

– коефіцієнт A , залежний від фізико-механічних властивостей наносів, береться з табл.4.2.

Таблиця 4.2

Механічні характеристики ґрунтів

Ґрунт	Різновид ґрунту	d , мм	A
Пісок	Дрібний	0,05÷0,25	$18 \cdot 10^{-4} \div 7,2 \cdot 10^{-4}$
	Середній	0,25÷1,0	$7,2 \cdot 10^{-4} \div 3,4 \cdot 10^{-4}$
	Крупний	1,0÷2,5	$3,4 \cdot 10^{-4} \div 2,6 \cdot 10^{-4}$
Ґравій	Дрібний	2,5÷5,0	$2,6 \cdot 10^{-4} \div 2,0 \cdot 10^{-4}$

Теоретична ширина розливу ріки на момент залишкового розливу становить:

$$B^{(m)} = \frac{0,02 \cdot Q_{p.б.}}{h_{3.з.}^{1,75} \cdot I^{0,2}} + B_p,$$

де B_p – ширина русла; $Q_{p.б.}$ – руслова витрата в брівках русла; I – поздовжній похил ріки; $h_{3.з.}$ – глибина на заплаві при залишковому розливі, що дорівнює: $h_{3.з.} = 0,011 \cdot h_{p.б.}$, де $h_{p.б.}$ – руслова глибина в брівках (відстань від середньої відмітки дна до відмітки нижньої заплави, якщо їх дві і вони мають різні відмітки).



Визначення розмиву для повені в 4%

Визначимо середню відмітку дна русла:

$$h_{cp} = \frac{\omega_{PMB}}{B_p} = \frac{236,5}{150} = 1,58 \text{ м},$$

де ω_{PMB} – площа розливу річки на рівні меженної води в м².

Визначимо середню відмітку дна русла:

$$z_{cp} = h_{PMB} - h_{cp} = 16,81 - 1,58 = 15,23 \text{ м},$$

де h_{PMB} – відмітка річки на рівні меженної води, м².

Визначимо глибину під мостом:

$$h_{j4\%} = h_{PMB} + 0,2 - z_{cp} = 16,81 + 0,2 - 15,23 = 1,78 \text{ м}.$$

Визначимо довжину зони стиснення:

$$l_c = \eta \cdot L_M = 0,38 \cdot 150 = 57,6 \text{ м},$$

де η – відносна довжина верхової дамби.

Інтегральна функція гідрографа 4% забезпеченості $\Gamma = 3,24 \cdot 10^{18}$, коефіцієнт стиснення потоку під мостом $\beta_M = 1,15$. Коефіцієнт A , який приймається в залежності від ґрунту $A = 2 \cdot 10^{-4}$.

Визначимо загальний розмив від повені 4% забезпеченості:

$$h_{4\%} = 1,78 \times \left[0,5 + \sqrt{0,25 + \frac{20 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 3,24 \cdot 10^{18} \cdot 1,15^4 \cdot (15 - 1)}{57,6 \cdot 150^4 \cdot 1,78^5}} \right]^{0,2} = 4,29 \text{ м};$$

$$z_{зал4\%} = h_{PMB} + 0,2 - h_{4\%} = 16,81 + 0,2 - 4,29 = 12,72 \text{ м};$$

$$\Delta h_{зал} = z_{cp} - z_{зал4\%} = 15,23 - 12,72 = 2,51 \text{ м}.$$



Визначення розмиву для повені в 2%

Визначимо глибину під мостом, що залишилася від попереднього паводку:

$$h_{j2\%} = h_{PMB} + 0,2 - z_{зал4\%} = 16,81 + 0,2 - 12,72 = 4,29 м.$$

Інтегральна функція гідрографа 2% забезпеченості $\Gamma = 4,06 \cdot 10^{18}$, коефіцієнт стиснення потоку під мостом $\beta_M = 1,1$.

Визначимо загальний розмив від повені 2% забезпеченості:

$$h_{2\%} = 4,29 \times \left[0,5 + \sqrt{0,25 + \frac{20 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 4,24 \cdot 10^{18} \cdot 1,1^4 \cdot (1-1)^{0,2}}{57,6 \cdot 150^4 \cdot 4,29^5}} \right] = 6,5 м;$$
$$z_{зал2\%} = h_{PMB} + 0,2 - h_{2\%} = 16,81 + 0,2 - 6,5 = 10,51 м;$$

$$\Delta h_{зал} = z_{ср} - z_{зал2\%} = 15,23 - 10,51 = 4,72 м.$$

Визначення розмиву для повені в 1%

Визначимо глибину води під мостом:

$$h_{j1\%} = H_{1\%} - z_{зал2\%} = 20,88 - 10,51 = 10,37 м.$$

Визначимо довжину зони стиснення:

$$l_{c1\%} = \frac{B - L_M}{1 + \frac{l_{МЗ}}{l_{\bar{0}З}}} = \frac{600 - 150}{1 + \frac{98}{352}} = 352 м,$$

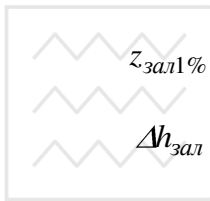


де $l_{мз}$ та $l_{бз}$ – довжина меншої та більшої заплави відповідно.

Інтегральна функція гідрографа 1% забезпеченості $\Gamma = 4,61 \cdot 10^{18}$, коефіцієнт стиснення потоку під мостом $\beta_M = 1,65$. Коефіцієнт A , який приймається в залежності від ґрунту $A = 2 \cdot 10^{-4}$.

Визначимо загальний розмив від повені 1% забезпеченості:

$$h_{2\%} = 10,37 \times \left[0,5 + \sqrt{0,25 + \frac{20 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 4,61 \cdot 10^{18} \cdot 1,65^4 \cdot (1,65 - 1)}{352 \cdot 150^4 \cdot 10,37^5}} \right]^{0,2} = 12,55 \text{ м};$$



$$z_{зал1\%} = H_{1\%} - h_{1\%} = 20,88 - 12,55 = 8,33 \text{ м};$$

$$\Delta h_{зал} = z_{сп} - z_{зал1\%} = 15,23 - 8,33 = 6,91 \text{ м}.$$

Розділ 5. Глибина місцевого розмиву

Місцевий розмив біля мостових опор та інших інженерних споруд є наслідком взаємодії спадних струмин і вихрових утворень з розмивним дном. З метою забезпечення стійкості фундаментів опор і, зрештою, всього мосту, необхідно визначити найменшу відмітку дня біля опори. Тому, крім найбільшої глибини загального розмиву, треба визначити глибину вирви місцевого розмиву, яку обчислюється за формулою:

$$h_g = \eta h,$$

де $\eta = h_g/h$ – відносна глибина вирви; h – глибина потоку біля опори з врахуванням загального розмиву.

Для визначення відносної глибини вирви місцевого розмиву застосовується теоретична формула:



$$\eta = \gamma A_s k_\phi \left(+0,5 Fr \right),$$

де γ – характеристика релаксації, яка при ймовірності безвідмовної роботи $P = 0,99$ дорівнює $\gamma = 0,34$; A_s – коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості наносів:

$$A_s = \frac{\rho}{\rho_1 - \rho} \left(-n \right),$$

який здебільшого дорівнює $A_s = 0,865$, але для пухких і мулистих пісків може досягати значень 2 і навіть 3; k_ϕ – коефіцієнт форми опори; $Fr = V^2 / gh$ – число Фруда.

Швидкість потоку під мостом V_{pm} може бути прийнята рівною середній швидкості руслового потоку в природних умовах V_{pn} .

Ширину опори балочного мосту при ескізному проектуванні можна прийняти:

$$b = \left(\frac{1}{5} \dots \frac{1}{6} \right) H_{on},$$

де H_{on} – висота опори.

Коефіцієнт форми опори k_ϕ становить:

- Для прямокутних опор – 1,25
- Для циліндричних – 1,00
- Для овальних – 0,85
- Для високих пальових ростверків – 0,70

Крупність наносів визначається з табл.4.2. [1].

Найменшу з можливих відмітку дна визначають в такий спосіб:

$$Z_{\partial,min} = PPB - h_{z,max} - h_e,$$

де PPB – рівень високої води розрахункової повені, при якому спостерігається максимальна величина загального розмиву. Слід пам'ятати, що цей рівень води не співпадає з піком повені, а знаходиться десь на спадній гілці водомірного графіка.



Приклад знаходження глибини місцевого розмиву

Визначається глибина вирви місцевого розмиву біля проміжної опори моста в руслі, а також найменша відмітка дна русла під мостом (з урахуванням загального та місцевого розмивів).

Визначимо глибину вирви місцевого розмиву, яку обчислимо за формулою:

$$h_g = \eta \cdot H_{1\%} = 0,28 \cdot 20,88 = 3,46 \text{ м.}$$

Знайдемо відносну глибину вирви місцевого розмиву за формулою:

$$\eta = \gamma \cdot A_s \cdot k_f \cdot \left(\left(+0,5 \cdot Fr \right)^{\frac{1}{2}} + 0,33 \cdot 0,865 \cdot 0,85 \times \right. \\ \left. \times \left(+0,5 \cdot 0,1 \right)^{\frac{1}{2}} \right) = 0,28,$$

де γ – характеристика релаксації; A_s – коефіцієнт, що враховує фізико механічні властивості наносів; k_f – коефіцієнт форми опори.

Обчислимо число Фруда:

$$Fr = \frac{V^2}{g \cdot h_{cp}} = \frac{1,25^2}{9,81 \cdot 1,58} = 0,1,$$

де V – швидкість води в руслі на рівні меженної води.

Визначимо найменшу з можливих відміток дна:

$$z_{min} = H_{1\%} - h_{1\%} - h_g = 20,88 - 12,55 - 3,46 = 4,87 \text{ м.}$$

В розрахунках прийнято, що $H_{1\%} = \text{РВВ}$, а $h_{3,max} = h_{1\%}$.

Розділ 6. Регуляційні споруди

З метою попередження небезпечних руслових деформацій, які можуть спричинити пошкодження або руйнування споруд мостового переходу, передбачають різного типу регуляційні



споруди. Зокрема, для забезпечення протікання потоку під мостом повним живим перерізом, без завихрень і мертвих зон, на заплавах будуються струминонапрямні дамби. Обриси криволінійних струминонапрямних дамб проектують таким чином, щоб забезпечити безвідривне їх обтікання водним потоком. Призначення розмірів струминонапрямних дамб і обчислення координат їх осей бісінусоподібної конфігурації виконується в такий спосіб.

В залежності від значення коефіцієнта стиснення потоку під мостом β_M з табл.6.1 береться відносна сумарна довжина верхових струминонапрямних дамб:

$$\eta = \frac{l_g}{L_M},$$

де l_g – довжина верхової струминонапрямної дамби; L_M – ширина отвору мостового переходу.

Таблиця 6.1
Відносна сумарна довжина верхових
струминонапрямних дамб

Коефіцієнт стиснення потоку β_M	1,0.. 1,2	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50
Відносна довжина верхових дамб η	0,00	0,25	0,33	0,42	0,50	0,60

Якщо річка має дві заплави, то в разі перекриття підходами заплавної ділянок, по яких в природних умовах (до стиснення) протікали частинні потоки з однаковими витратами, довжина верхової дамби l_g ділиться навпіл для лівої та правої заплави. При несиметричних заплавах сумарна довжина дамб розподіляється таким чином



$$l_{лв} = l_в \frac{Q_{л.пер}}{Q - Q_{мп}} ;$$

$$l_{пв} = l_в \frac{Q_{п.пер}}{Q - Q_{мп}} ,$$

де $l_{лв}$ та $l_{пв}$ – довжина лівої та правої верхових струмино напрямних дамб; $Q_{л.пер}$ та $Q_{п.пер}$ – витрати потоку в природних умовах на перекритих підходами ділянках лівої та правої заплав; $Q_{мп}$ – природна витрата на частині ріки, перекритою мостом. Витрати на перекритих підходами ділянках заплав знаходяться на піку розрахункової повені морфометричним способом (див. додаток Д).

В залежності від довжини верхової струминапрямної дамби визначаються геометричні параметри бісинусоподібних дамб – радіуси кривини в головах яких приймаються такими:

$$R = l_в / 3 ,$$

де $l_в$ – довжина лівої або правої верхової дамби.

Приклад розрахунків параметрів регуляційних споруд

Тут належить визначити розміри струминапрямною дамб бісинусоподібного або еліптичного обрису, обчислити координати для розбивки осей верхових і низових дамб.

Призначення розмірів струмино напрямних дамб і обчислення координат їх осей бісинусоподібної конфігурації виконується в такий спосіб.

Визначаємо довжину лівої та правої дамби:



$$l_{лв} = l_c \frac{Q_{л.пер}}{Q - Q_{мп}} = 57,6 \cdot \frac{697}{2557 - 1723} = 48,14 м;$$

$$l_{пв} = l_c \frac{Q_{п.пер}}{Q - Q_{мп}} = 57,6 \cdot \frac{137}{2557 - 1723} = 9,46 м,$$

де $Q_{л.пер}$ та $Q_{п.пер}$ – витрата на лівій та правій заплаві, відповідно, на рівні високої води; Q – загальна витрата на рівні високої води; $Q_{мп}$ – руслова витрата на рівні високої води; l_c – сумарна довжина верхових струмененапрямних дамб.

В залежності від довжини верхової струмино напрямної дамби, визначаємо геометричні параметри бісінусоподібних дамб – радіуси кривин, які в головах приймаються рівними:

– для лівої дамби

$$R_{лв} = \frac{l_{лв}}{3} = \frac{48,14}{3} = 16,05 м;$$

– для правої дамби

$$R_{пв} = \frac{l_{пв}}{3} = \frac{9,46}{3} = 3,15 м.$$

Визначимо координати осей всієї дамби. Результати обчислень приведемо в таблицях 6.2, 6.3.

В таблицях містяться відносні координати осей всієї дамби (верхової μ та низової ν): $\mu = x/R$, $\nu = y/R$, де x та y – істинні координати осі дамби в метрах.

Вісь Oy направлена по осі переходу від мосту до корінного берега або границі розливу; вісь Ox – перпендикулярно до осі Oy в сторону верхнього б'єфу. Істинні координати дорівнюють: $x = R \cdot \mu$, $y = R \cdot \nu$. Початок координат



(корінь дамби) знаходиться на осі переходу і косинусі стояна.

Таблиця 6.2

Ліва струминонапрямна дамба

	R	μ	ν	$x = R \cdot \mu$	$y = R \cdot \nu$
1	16,06	2,321	1,435	37,28	23,05
2	16,06	2,300	1,237	36,95	19,87
3	16,06	2,243	1,036	36,03	16,64
4	16,06	2,151	0,870	34,55	13,98
5	16,06	2,057	0,710	32,56	11,41
6	16,06	1,886	0,570	30,30	9,16
7	16,06	1,732	0,453	27,82	7,28
8	16,06	1,556	0,348	25,00	5,59
9	16,06	1,375	0,254	22,09	4,08
10	16,06	1,185	0,193	19,04	3,10
11	16,06	1,000	0,134	16,06	2,15
12	16,06	0,805	0,087	12,93	1,40
13	16,06	0,610	0,050	9,80	0,80
14	16,06	0,410	0,023	6,59	0,37
15	16,06	0,210	0,006	3,37	0,10
16	16,06	0,000	0,000	0,00	0,00
17	16,06	-0,192	0,005	-3,08	0,08
18	16,06	-0,393	0,020	-6,31	0,32
19	16,06	-0,592	0,041	-9,51	0,66
20	16,06	-0,791	0,062	-12,71	1,00
21	16,06	-0,990	0,082	-15,90	1,32
22	16,06	-1,189	0,103	-19,10	1,65



Таблиця 6.3

Права струминонапрямна дамба

	R	μ	ν	$x = R \cdot \mu$	$y = R \cdot \nu$
1	3,15	2,321	1,435	7,31	4,52
2	3,15	2,300	1,237	7,25	3,90
3	3,15	2,243	1,036	7,07	3,26
4	3,15	2,151	0,870	6,78	2,74
5	3,15	2,057	0,710	6,39	2,24
6	3,15	1,886	0,570	5,94	1,80
7	3,15	1,732	0,453	5,46	1,43
8	3,15	1,556	0,348	4,90	1,10
9	3,15	1,375	0,254	4,33	0,80
10	3,15	1,185	0,193	3,73	0,61
11	3,15	1,000	0,134	3,15	0,42
12	3,15	0,805	0,087	2,54	0,27
13	3,15	0,610	0,050	1,92	0,16
14	3,15	0,410	0,023	1,29	0,07
15	3,15	0,210	0,006	0,66	0,02
16	3,15	0,000	0,000	0,00	0,00
17	3,15	-0,192	0,005	-0,60	0,02
18	3,15	-0,393	0,020	-1,24	0,06
19	3,15	-0,592	0,041	-1,86	0,13
20	3,15	-0,791	0,062	-2,49	0,20
21	3,15	-0,990	0,082	-3,12	0,26
22	3,15	-1,189	0,103	-3,75	0,32

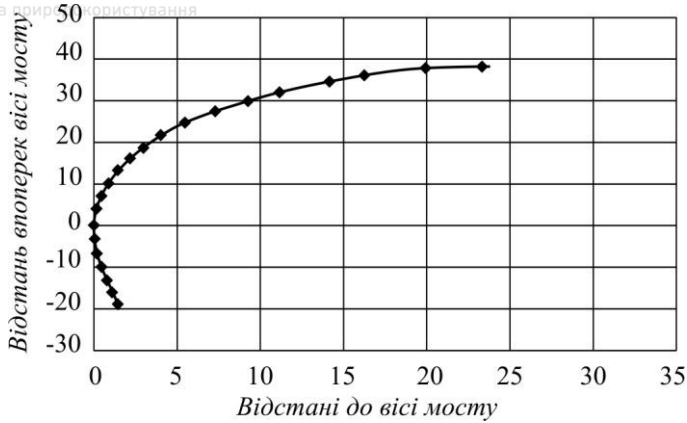


Рис.12. Ліва струминонапрямна дамба

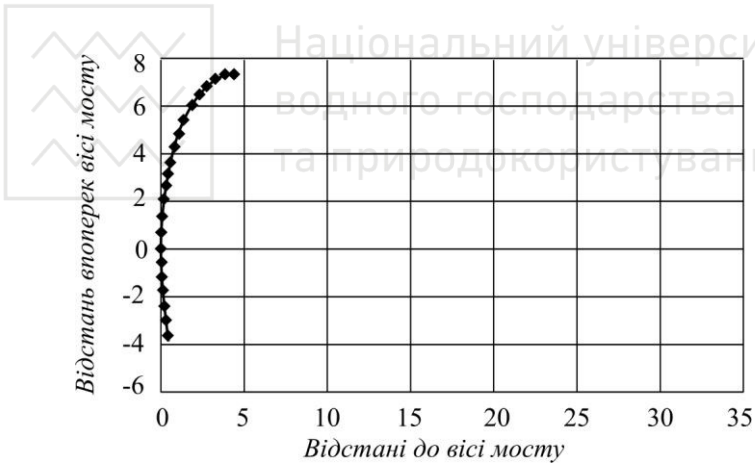


Рис.13. Права струминонапрямна дамба

Для забезпечення плавного обтікання потоком голови струминонапрявної дамби до неї треба додати вхідний елемент у вигляді дуги круга з радіусом $r = 0,2 \cdot y_1$, де y_1 – значення ординати в точці 1. Таким чином, кругова дуга з'єднується з



віссю дамби в точці 1. Центр кривини знаходиться на відтинку прямої, паралельної осі Ox на відстані r від точки 1. Центральний кут кругової дуги становить 120° .

Замість бісінусоподібних можна застосувати еліптичні струминонапрямні дамби [5].

Розділ 7. Земляне полотно

Треба визначити величину підпору перед мостом і біля насипів підходів. Обчислити висоту накочування вітрової хвилі на укіс дамби. Визначити мінімальну допустиму відмітку брівки насипу на заплаві і відмітку брівки верхової струминонапрямної дамби. Нанести проектну лінію на поздовжньому профілі мостового переходу. Призначити та описати типи конструкцій земляного полотна, тип конструкцій дамб на заплавах, поперечні профілі яких зобразити на кресленні.

Приклад розрахунків параметрів земляного полотна

Ділянка підходу поза урізами проектується як звичайна автомобільна дорога, а заплавної насип – з урахуванням мінімальної допустимої відмітки брівки земляного полотна:

$$\begin{aligned} Z_{zp, min} &= H_{1\%} + \Delta h_n + \Delta h_{хв} + \Delta h_k = \\ &= 20,88 + 0,86 + 1,55 + 0,5 = 23,79 \text{ м} , \end{aligned}$$

де $H_{1\%} = Z_{PPBV}$ – розрахунковий рівень високої води заданої ймовірності перевищення; Δh_n – підпір біля насипу (підвищення рівня води у верхньому б'єфі над природним); $h_{хв}$ – висота вітрової хвилі з урахуванням накочування її на укіс дамби; Δh_k – конструктивний запас приймаємо 0,5 м.



7.1. Передмостовий підпір

Визначимо підпір біля насипу:

$$\Delta h_n = \Delta h + I \cdot l_{c1\%} = 0,56 + 0,00085 \cdot 352 = 0,86 \text{ м.}$$

Визначимо величину перед мостового підпору за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{3 \cdot (B - L_m)}{2 \cdot \theta} \cdot I \left(\chi_m^2 - 1 \right) \left(1 + \frac{l_{ld}}{l_c} \right) = \\ &= \frac{3 \cdot (600 - 150)}{2 \cdot 2} \cdot 0,00085 \left(65^2 - 1 \right) \left(1 + \frac{48,14}{57,6} \right) = 0,56 \text{ м.} \end{aligned}$$

Тут B – ширина розливу ріки (відстань між урізами); θ – кількість заплав (одна чи дві); $\chi = l_{lg} / l_c$ – відносна довжина верхових струминонапрямних дамб.

Створ перед мостом, де спостерігається найбільший підпір не є стабільним, а внаслідок зміни рівня води і розвитку загального розмиву переміщується в напрямку до мосту.

По осі переходу під мостом встановлюється рівень води, приблизно рівний природному, який збільшується вздовж верхового укосу насипу від моста до границь розливу, досягаючи величини, визначеної за формулою для Δh_n .

Відмітка верху не затоплюваних струминонапрямних дамб обчислюється за формулою для $Z_{zp,min}$, в якій $\Delta h_k = 0,25 \text{ м.}$

7.2. Вітрові хвилі

На заплавах, висота хвилі обмежується глибиною мілкої водної акваторії тому, що в цих умовах не може бути досягнута довжина хвилі відповідна швидкості вітру і довжині розбігу. Максимальна довжина хвилі не перевищує подвійної глибини



води. Висота хвилі становить від 1/13 до 1/8 від її довжини (в середньому 1/10). Тому можна вважати, що гранична висота хвилі на заплавах

$$h_{xg} = 0,2h_{zn},$$

де h_{zn} – природна глибина води на заплаві при РРВВ.

Висота нахату хвилі на укіс насипу

$$\Delta h_{xg} = \frac{4,3 \cdot k_{sh} \cdot h_{xg}}{m},$$

де m – коефіцієнт закладення укосів; k_{sh} – коефіцієнт відносної шорсткості укосів, який залежить від типу їх захисного покриття: бетонні плити – 0,90; кам'яна кладка і дерн – 0,80; розкид рваного каміння – 0,55.

7.3. Повздоєжний профіль

На ділянках вільного проектування проектну лінію наносять за принципом огортання. На протязі всієї проектної лінії необхідно враховувати відмітки контрольних точок. Наприклад, в межах судноплавних прогонів проектна лінія не повинна опускатися нижче мінімальної відмітки проїзної частини, на ділянці заплавного насипу – не нижче мінімальної відмітки земляного полотна (див. формулу для $Z_{zp,min}$). В межах несудноплавних прогонів мінімальна відмітка проїзної частини становить

$$Z_{pr} = H_{1\%} + \Gamma_c + h_b + h_{pr} = 20,88 + 7 + 1,5 + 0,2 = 29,58 \text{ м},$$

де Γ_c – судноплавний габарит для відповідного класу водного шляху (просвіт між РРВВ і низом прогонової будови), який для несудноплавних прогонів приймається 0,75м; при наявності слабкого корчеходу – 1,5м; при інтенсивному корчеході – 2,0м; для судноплавних прогонів залежить від класу ріки (дод.8); h_b –



будівельна висота прогонової будови; h_{pr} – товщина асфальтобетонного покриття проїзної частини.

Але ні за яких умов проектна лінія в межах мосту не може бути запроєктована нижче мінімальної допустимої відмітки брівки заплавного насипу.

Довгі заплавні насипи найчастіше проєктуються горизонтальними.

Проектна лінія звичайно представлена вертикальними кривими великих радіусів, але іноді вона проєктується з одnobічним поздовжнім похилом (особливо, коли одна із заплав вузька або взагалі відсутня і одразу починається крутий підйом з долини).

На поздовжньому профілі показується довжина мосту і пікетажне положення його початку і кінця. Для отримання цих даних після попередньої розбивки моста на прогони визначається мінімальна довжина моста в залежності від ширини отвору і положення проектної лінії:

Визначимо мінімальну довжину мосту:

$$L_{min} = L_m + n_{op} \cdot b_{op} + 2 \cdot \delta + 2 \cdot l_k = 150 + 7 \cdot 2,4 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 26 = 220,3 \text{ м},$$

де L_m – ширина отвору мосту; n_{op} – кількість опор; b_{op} – ширина опори; δ – заглиблення конструкції в берегову опору; l_k – прийнята ширина конусу насипу від рівня високої води до початку/кінця мосту.

До розрахунку прийнятий восьми прогінний міст за схемою: 20+30+30+30+30+30+30+20.

Кількість проміжних опор – 6.

Кількість берегових опор – 2.

Відстань між балками та шафовою стінкою – 5 см.

Визначимо реальну довжину мосту:

$$L = 6 \cdot 30 + 2 \cdot 20 + 9 \cdot 0,05 = 220,45 \text{ м}.$$

Як видно, реальна довжина мосту більша мінімальної, отже умова виконується.

При розбивці моста на прогони варто мати на увазі, що за економічними міркуваннями заплавні прогони доцільно



проектувати меншими, ніж руслові.

Розділ 8. Безпека руху. Охорона довкілля

Перелічити заходи, що забезпечують безпеку руху на даній ділянці дороги. Подати міркування щодо доцільності застосування охоронних заходів в конкретних умовах (особливості розташування мостового переходу).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев О. В. Проектирование мостовых переходов : учеб. пособие. Москва: Транспорт: 1980. 215 с.
2. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах (описание и таблицы) / Антонов Н. М., Боровков И. А., Бычков Н. Н., Фриц Ю.И. Москва: Транспорт, 1968. 200 с.
3. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов по специальностям «Автомобильные дороги» и «Мосты и тоннели»: Москва: Транспорт, 1979. 367 с.
4. Бегам Л.Г., Цыпин В.Ш. Надежность мостовых переходов : монография. Москва: Транспорт: 1984, 253 с.
5. Переходы через водотоки / Бегам Л. Г., Болдаков Е. В., Журавлев М. М., Лиштван Л. Л., Перевозников Б. Ф., Волченков Г. Я., Дружный М. К. Москва : Транспорт, 1973. 455 с.
6. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина 1 Проектування. Частина 2 Будівництво. Видання офіційне. Київ : Мінрегіонбуд України, 2015. 112 с.
7. Ткачук С. Г. Теорія розмивів на мостових переходах : монографія. Донецьк: АТЗТ «Видавництво «Донеччина»: 2009. 200 с.
8. Ткачук С. Г., Башкевич І. В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Розвідування та проектування мостових переходів і тунельних пересічень” для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.060101 “Будівництво” фахового спрямування “Мости та транспортні тунелі”: Київ : НТУ, 2009. 40 с.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Д О Д А Т К И

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

*Кафедра мостів і тунелів, опору матеріалів і
будівельної механіки*

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з предмету “Розвідування та проектування мостових
переходів і тунельних пересічень”
«МОСТОВИЙ ПЕРЕХІД ЧЕРЕЗ р. (назва ріки)»

Виконав:
Студент групи МТТ-41м
(прізвище, ініціали)
Керівник проекту:
(посада, прізвище, ініціали)
Національна шкала
(кількість балів)
Члени комісії:

Рівне 20__ р.

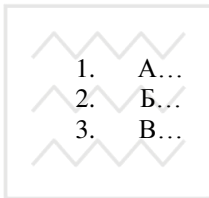


Розшифрування вихідних даних завдання по п.п.1÷14

1. Район прокладання траси Області

- | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Донецька | 9. Черкаська | 17. Закарпатська |
| 2. Вінницька | 10. Львівська | 18. Одеська |
| 3. Сумська | 11. Хмельницька | 19. Ів.-Франківська |
| 4. Волинська | 12. Тернопільська | 20. Чернівецька |
| 5. Полтавська | 13. Рівненська | 21. Харківська |
| 6. Кіровоградська | 14. Миколаївська | 22. Луганська |
| 7. Житомирська | 15. Чернігівська | 23. Дніпропетровська |
| 8. Запорізька | 16. Київська | 24. Херсонська |

2. Ріка



- | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|----------|
| 1. А... | 4. Г... | 7. Ж... | 10. К... | 13. Н... |
| 2. Б... | 5. Д... | 8. З... | 11. Л... | 14. Х... |
| 3. В... | 6. Е... | 9. І... | 12. М... | 15. П... |

3. Дивись мапу

4., 5. – Дано в завданні

6. Ґрунти, які переважають вздовж траси

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. Супісок легкий крупний | 6. Суглинок легкий |
| 2. Супісок легкий | 7. Суглинок легкий пілуватий |
| 3. Супісок легкий пілуватий | 8. Суглинок важкий |
| 4. Супісок важкий | 9. Суглинок важкий пілуватий |
| 5. Супісок важкий пілуватий | 10. Глина |

7. Похил ріки

- | | | |
|------------|------------|-------------|
| 1. 0,00030 | 5. 0,00050 | 9. 0,00070 |
| 2. 0,00035 | 6. 0,00055 | 10. 0,00075 |
| 3. 0,00040 | 7. 0,00060 | 11. 0,00080 |
| 4. 0,00045 | 8. 0,00065 | 12. 0,00085 |



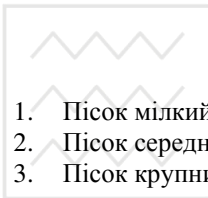
8. Профіль дна русла по осі переходу

Відстань від лівого урізу, м	Глибина русла в межень, м							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,45	0,85	0,90	0,70	0,50	0,90	2,15	2,55
40	1,85	1,90	3,15	1,45	1,65	1,75	2,60	3,70
60	2,70	2,95	3,95	0,95	2,30	2,95	1,95	2,35
80	3,35	2,45	3,20	2,35	3,30	3,75	0,90	1,90
100	1,65	2,10	2,60	0,90	1,35	0,60	0,40	0,80
<i>B</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Примітка: Величина *B* – відстань між лівим і правим урізами визначається по їх пікетажним положенням на мапі.

9. Клас ріки за судноплаством

1. – IV; 2. – V; 3. – VI; 4. – VII



10. Ґрунти підмостового русла

- | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Пісок мілкий | 4. Ґравій дрібний | 7. Ґалька дрібна |
| 2. Пісок середній | 5. Ґравій середній | 8. Ґалька середня |
| 3. Пісок крупний | 6. Ґравій крупний | 9. Ґалька крупна |

11. Коефіцієнт шорсткості русла

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1. 0,032 | 4. 0,045 | 7. 0,018 |
| 2. 0,027 | 5. 0,036 | 8. 0,042 |
| 3. 0,015 | 6. 0,024 | 9. 0,031 |

12. Коефіцієнт шорсткості заплави

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1. 0,066 | 4. 0,053 | 7. 0,070 |
| 2. 0,058 | 5. 0,071 | 8. 0,062 |
| 3. 0,074 | 6. 0,067 | 9. 0,055 |

13. Тривалість паводку

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| 1. 32 | 4. 30 | 7. 42 | 10. 38 |
| 2. 35 | 5. 44 | 8. 45 | 11. 34 |
| 3. 37 | 6. 41 | 9. 39 | 12. 47 |



14. Перевищення максимальних річних рівнів над *РМВ*, м

Рік	Варіанти завдання							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1980	0,80	0,99						
1981	1,28	1,40	1,45	0,56				
1982	1,25	1,59	3,01	2,30	0,67	1,67		
1983	3,05	2,70	2,25	3,11	2,15	1,89		
1984	1,78	3,75	2,48	2,48	1,97	2,00	2,14	1,34
1985	1,33	3,80	3,07	1,01	2,39	2,69	2,35	2,61
1986	1,92	0,90	2,92	2,95	2,70	1,95	4,10	3,24
1987	2,70	1,50	2,83	1,98	2,11	1,69	3,90	3,70
1988	2,31	1,79	2,02	3,50	2,45	2,71	2,54	2,39
1989	3,57	1,98	1,90	2,35	3,68	1,55	2,09	1,55
1990	2,04	2,70	3,37	2,17	2,20	2,75	3,39	2,55
1991	1,93	3,05	1,78	2,80	2,83	3,17	2,43	3,38
1992	1,68	2,80	2,60	2,46	2,33	2,99	3,27	3,69
1993	4,07	2,45	2,79	2,95	2,60	3,02	2,91	1,70
1994	2,41	3,27	2,35	4,18	2,78	1,41	3,69	1,88
1995	1,33	3,59	2,81	0,98	2,42	1,96	3,19	2,90
1996	0,97	2,17	2,23	1,29	2,05	2,81	2,73	3,46
1997	2,75	2,11	2,34	1,39	2,55	1,56	3,45	3,18
1998	2,11	1,81	3,20	2,39	2,24	3,75	1,85	3,55
1999	1,81	3,39	2,88	2,24	1,85	2,45	3,80	2,72
2000	1,50	3,45	3,95	2,70	2,80	2,39	3,02	2,07
2001	1,42	1,07	2,40	1,42	2,29	1,89	1,72	3,50
2002	2,83	1,87	2,59	1,50	2,45	2,32	2,21	2,28
2003	1,11	1,80	2,44	2,02	1,76	3,15	2,70	1,13

Додаток В

Параметри для автомобільних доріг різних категорій

Показник	Категорія дороги					
	Ia	Iб	II	III	IV	V
Найбільший поздовжній похил, %	30	35	40	50	60	70
Найменші радіуси кривих: у плані	1200	1100	800	600	300	150
у поздовжньому профілі: опуклих	30000	25000	15000	10000	5000	2500
угнутих	8000	7000	5000	3000	2000	1500



Визначення витрати води формометричним методом при рівні
80,00м ($I=0,00065$; $I^{1/2}=0,025$)

№ верт	ПК+	$Z_{0,i}$	h_i	$h_{i, \text{сеп}}$	$(h_{i, \text{сеп}})^{2/3}$	$V_{i, \text{сеп}}$	l_i	ω_i	Q_i	Q, ω, V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ліва заплава $n_{л.з} = 0,067$										
1	25+70	80,00	0,00							
				0,82	0,88	0,34	30	25	8	
2	26+00	78,36	1,64							
				1,94	1,56	0,59	100	194	114	$Q_{л.з} = 388 \text{ м}^3/\text{с}$
3	27+00	77,76	2,24							
				2,27	1,73	0,66	100	227	150	$\omega_{л.з.} = 619 \text{ м}^2$
4	28+00	77,70	2,30							
				2,31	1,75	0,67	75	173	116	$V_{л.з} = 0,63 \text{ м/с}$
5	28+75	77,68	2,32							
Русло $n_p = 0,033$										
5	28+75	77,68	2,32							
				3,03	2,09	1,61	5	15	25	
6	28+80	76,26	3,74							
				4,32	2,65	2,05	20	86	176	
7	29+00	75,10	4,90							
				5,10	2,96	2,29	20	102	234	
8	29+20	74,70	5,30							
				5,35	3,06	2,36	20	107	253	
9	29+40	74,60	5,40							
				5,45	3,10	2,39	20	109	261	$Q_p = 1369 \text{ м}^3/\text{с}$
10	29+60	74,50	5,50							
				4,34	3,06	2,36	20	107	253	$\omega_p = 609 \text{ м}^2$
11	29+80	74,80	5,20							
				4,47	2,71	2,09	15	67	140	$V_p = 2,25 \text{ м/с}$
12	29+95	76,26	3,74							
				3,17	2,16	1,67	5	16	26	
13	30+00	77,40	2,60							



Продовження додатку Д

Права заплава $n_{п.з} = 0,050$											
13	30+00	77,40	2,60								
				2,50	1,84	0,94	100	184	173	$Q_{п.з} = 340 \text{ м}^3/\text{с}$	
14	31+00	77,60	2,40								
				2,30	1,74	0,89	100	174	155	$\omega_{п.з} = 380 \text{ м}^2$	
15	32+00	77,80	2,20								
				1,10	1,06	0,54	20	22	12	$V_{п.з} = 0,89 \text{ м/с}$	
16	32+20	80,00	0,00								

Додаток Е

Модульні коефіцієнти до розрахунку витрати
заданої ймовірності перевищення

№ пп.	Q_i , $\text{м}^3/\text{с}$	K_i	$K_i - 1$		$(K_i - 1)^2$	Рівні Z_i , м	Рік
			+	-			
1
2
3

Додаток Ж

Емпіричні ймовірності річних максимальних витрат

№ (m)	Рівні Z_i , м	Q_i , $\text{м}^3/\text{с}$	$m - 0,3$	P , %	Рік
1
2
...

Додаток И

Водомірна таблиця для р. Самара

τ	h'	τ	h'
0	0	0,36	1,00
0,10	0,16	0,48	0,71
0,21	0,58	0,75	0,40
0,24	0,60	0,80	0,27
0,27	0,78	1,00	0,00
0,35	1,00		



Підмостові габарити судноплавних прогонів мостів

Клас водного шляху	Глибина судового ходу водного шляху		Висота підмостового габариту h , не менше	Ширина підмостового габариту B , не менше, для прогону	
	Гарантована	Середньо навігаційна		нерозвідного	розвідного
1	2	3	4	5	6
I	> 3,2	> 3,4	17,0	140	60
II	2,5 - 3,2	2,9 - 3,4	15,0	140	60
III	1,9 - 2,5	2,3 - 2,9	13,5	120	50
IV	1,5 - 1,9	1,7 - 2,3	12,0	120	40
V	1,1 - 1,5	1,3 - 1,7	10,5	100/60	30
VI	0,7 - 1,1	0,9 - 1,3	9,5	60/40	-
VII	0,7 і менше	0,6 - 0,9	7,0	40/30	-

Примітка:

1. Наведені у таблиці значення є габарити судового ходу під судноплавними прогонами.
2. У знаменнику наведено ширину для другого та наступних судноплавних прогонів.
3. Значення ширини B , вказані у графі 6, наведені для розвідного прогону, який призначено для пропуску тільки суден з великою надводною висотою. Якщо розвідний прогін призначено для пропуску составів, то його ширину слід приймати відповідно до графі 5.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

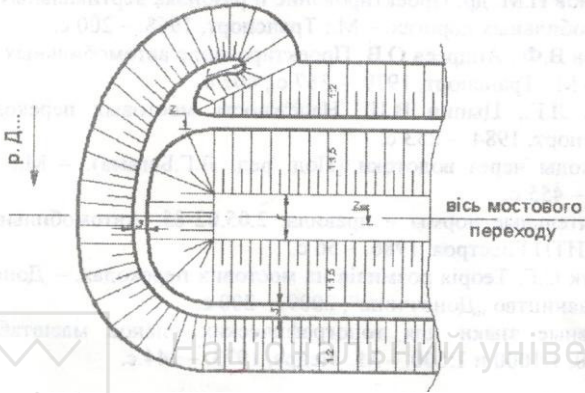
Морфометричний створ по осі мостового переходу





Права струминонапрямна дамба

М 1:200



Національний університет
водного господарства
та природокористування

