

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
“ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання курсового проекту  
“Проект автомобільної дороги”  
для студентів спеціальності 7.060106 “Автомобільні дороги і аеродроми”

Горлівка 2009

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
“ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання курсового проекту  
“Проект автомобільної дороги”  
для студентів спеціальності 7.060106 “Автомобільні дороги і аеродроми”

Затверджено на  
данні методичної  
комісії факультету АД,  
протокол № 10 від “10” 06.2009 р.

засі-

Затверджено на засіданні кафедри  
проектування доріг і штучних спо-  
руд, протокол № 20  
від “10” 06.2009 р.

Горлівка 2009

УДК 625.72(071)

*Методичні вказівки до виконання курсового проекту “Проект автомобільної дороги” (для студентів спеціальності 7.060106 / Укл: Б.І.Піндус, Г.Г.Маркарова. – Горлівка: АДІ Дон НТУ, 2009. – 78 с.*

Наведені основні вимоги до складу та до оформлення пояснювальної записки курсового проекту. Викладаються методики обґрунтування необхідності будівництва; гідрологічних, гідравлічних розрахунків при проектуванні малих водопропускних споруд; конструювання дорожнього одягу і підготовки початкових даних для його розрахунку за допомогою САПР-АД КРЕДО; проектування поздовжнього профілю; визначення вартості будівництва; тощо. Методичні вказівки можуть бути використані при виконанні дипломного проекту.

Укладачі:                   Б.І. Піндус, доц.  
                                     Г.Г. Маркарова, ас.

Відповідальний за випуск Б.І.Піндус, доц.

Рецензент Герасименко В.Г., доц.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРОЕКТУ .....	4
2 ВИМОГИ ДО СКЛАДУ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ І КОРОТКА АНОТАЦІЯ РОЗДІЛІВ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ .....	8
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	75

## ВСТУП

Курсовий проект „Проект автомобільної дороги” виконується студентами спеціальності 7.060106 „Автомобільні дороги і аеродроми”.

Курсовий проект повинен містити: вступну частину, основну частину проекту і креслення. До складу вступної частини входять: обкладинка, титульний аркуш, завдання на проектування, реферат та зміст. Основна частина проекту повинна містити: вступ, основні розділи пояснювальної записки, висновки і перелік посилань.

Креслення надаються у вигляді додатків. Вони повинні містити: план траси дороги, поздовжні профілі дороги, поперечні профілі конструкції земляного полотна, креслення спеціальної частини (деталі) проекту. В додатки можуть вноситись роздруківки розрахунків, виконаних на ЕОМ, місткі відомості та таблиці, тощо.

Методичні вказівки можуть бути використані при виконанні дипломного проекту з аналогічної теми.

### 1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРОЕКТУ

#### 1.1 Головні вимоги і зміст пояснювальної записки

Пояснювальна записка (ПЗ), згідно з ДСТУ 3008-95, є текстовим документом, що містить виклад відомостей про предмет розробки або дослідження, які необхідні і достатні для розкриття суті даного курсового проекту.

Основними вимогами, що ставляться до ПЗ є: чіткість викладок, логічна послідовність матеріалу, впевненість аргументації, стислість і точність формулювань, виключаючих можливість суб'єктивного і неоднозначного тлумачення, конкретність викладу результатів роботи, доказовість висновків та обґрунтованість рекомендацій.

В загальному випадку пояснювальну записку розділяють на розділи, підрозділи, пункти, підпункти. Кожному розділу привласнюють свій номер, складений з арабських цифр, розділених крапками.

*Обкладинка* розкриває тематику записки і дає перше уявлення про роботу, тому вона повинна бути чіткою, зрозумілою і інформативною. На об-

кладинці вказують назву навчального закладу, тему проекту, ім'я і прізвище автора, місце і рік виконання.

Обкладинку рекомендується виготовити з ватману або картону. Розміри обкладинки можуть бути такими як аркуші ПЗ, або більшими на 1-3 мм.

*Титульний аркуш* являється першим аркушем ПЗ і є першим джерелом бібліографічної інформації. Титульний аркуш містить дані, що розміщені в наступній послідовності:

- віза завідуючого кафедрою про допуск до захисту проекту;
- назва теми і спеціальної частини проекту;
- підпис виконавця-студента;
- підпис керівника проекту;
- дата.

*Завдання на курсовий проект* розміщується після титульного аркуша і являє собою документ, що визначає обсяг і порядок виконання роботи в конкретному випадку. Додатком до завдання є топографічна карта М 1:25000.

*Реферат* призначений для ознайомлення з курсовим проектом. Він повинен бути коротким, інформативним і містити відомості, що дозволяють уявити суть курсового проекту.

Реферат повинен містити:

- відомості про обсяг записки, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків літературних джерел;
- текст реферату;
- перелік ключових слів.

Текст реферату відображує інформацію, подану в пояснювальній записці в такій послідовності:

- об'єкт розробки;
- методи виконання;
- результати;
- головні техніко-експлуатаційні, конструктивні і технологічні характеристики;
- економічну ефективність;
- висновок.

Обсяг реферату не більше 500 слів.

Перелік ключових слів включає 5-15 слів (словосполучень), написаних прописними літерами в називному відмінку в рядок через коми.

*Зміст* розміщують після реферату, починаючи з нової сторінки. Він складається з переліку послідовно розміщених у тексті ПЗ частин (вступу, розділів, підрозділів) з присвоєною їм нумерацією і вказівкою сторінок, де розміщені їх назви.

## 1.2 Оформлення пояснювальної записки.

### *Рубрикація, нумерація сторінок.*

Пояснювальну записку оформляють на аркушах формату А4 (210х297 мм), дозволяється при необхідності, використання формату А3 (297х420 мм).

Пояснювальну записку виконують рукописним, машинописним, або машинним (комп'ютерним) способом на одній сторінці аркуша білого паперу.

При машинописному способі сторінки заповнюють через 1,5 інтервалу; при машинному – не більше 40 рядків на сторінці при умові рівномірного її заповнення і висоті букв не менше 2,5 мм.

Розміри поля: верхнє, лівє і нижнє - не менше 20 мм, праве - не менше 10 мм.

Помилки і графічні неточності допускається виправляти підчисткою або фарбуванням білою фарбою з нанесенням виправленого зображення машинописним або ручним способом.

Скорочення слів повинні відповідати діючим стандартам.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки, а пункти і підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки структурних елементів записки і розділів слід розміщувати посередині рядка і писати прописними літерами без крапки в кінці і не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів треба починати з абзацного відступу (5 літер), писати рядковими літерами, крім першої прописної, не підкреслювати, без крапки в кінці. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

Переноси слів в заголовці розділу не допускаються.

Відстань між заголовком і наступним або попереднім текстом повинна бути:

- при рукописному і машинному способах - не менше двох рядків;
- при машинописному способі - не менше трьох інтервалів.

Відстань між рядками заголовка, або між двома заголовками, приймають таку як і в тексті.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, пункту, або підпункту в нижній частині сторінки, якщо після нього розміщений тільки один рядок тексту.

Сторінки нумерують арабськими цифрами, які пишуть в нижньому правому куті без крапки. Титульний аркуш і завдання включають в загальну нумерацію. Номер першої сторінки має титульний аркуш, але він не проставляється.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують, арабськими цифрами, після останньої цифри крапка не ставиться, наприклад (1.1.2, 1.1.3).

*Таблиці.* Цифровий матеріал, що міститься у тексті, рекомендується оформити в таблицях. Кожна таблиця повинна мати змістовний заголовок, розміщений за словом “Таблиця” і її номером. Таблиці нумеруються в межах розділів, наприклад: “Таблиця 2.1” – перша таблиця другого розділу. Якщо в записці одна таблиця, її нумерують за загальними правилами.

Якщо таблиця виходить за межі сторінки, її ділять на частини, розміщуючи одну частину під другою, або рядом, або на наступній сторінці. При цьому в кожній частині повторюють головну і бічну частину, допускається замінювати їх номерами граф або рядків. Слово “Таблиця” в таких випадках пишуть тільки раз, а над другими частинами пишуть: “Продовження таблиці...” з позначенням номера. Заголовки граф таблиці пишуть з прописних літер, а підзаголовки – рядковими. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з прописної літери. Заголовки і підзаголовки пишуть в однині.

*Ілюстрації.* Кількість ілюстрацій повинна бути мінімально необхідно для пояснення тексту. Ілюстрації можуть бути розміщені як по тексту, так і в кінці його. Ілюстрації в тексті розміщують безпосередньо після посилання на них, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації повинні бути посилання в записці, наприклад – (Рисунок 1.1).

Креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, що розміщені в записці, повинні відповідати вимогам ЄСКД.

Ілюстрація позначається “Рисунок-” з його назвою і розміщується після пояснюючих даних, нумерується арабською цифрою порядкової нумерації в межах розділу, крім ілюстрацій наведених в додатках. Якщо ілюстрація в проєкті тільки одна, її нумерують за загальними правилами.

Якщо ілюстрація не розміщується на одній сторінці, її можна перенести на інші сторінки, при цьому назву ілюстрації дають на першій сторінці, а на інших - пояснюючі дані і під ними “Рисунок – , аркуш – “.

*Формули і рівняння* розміщують безпосередньо після тексту, в якому на них посилаються, посередині сторінки. Вище і нижче формули необхідно пропустити не менше одного рядка. Формули слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу. Номер формули пишуть на її рівні в дужках в крайньому правому положенні в рядку.

Пояснення кожного символу і коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснень починають з абзацу словом “де” (без крапок). Наприклад, “найбільший похил дороги  $i_{\max}$  визначається за формулою

$$i_{\max} = D - f, \quad (3.1)$$

де  $D$  – динамічний фактор автомобіля;

$f$  – коефіцієнт опору кочення коліс”.

Висота літер в формулах повинна бути не менше 2,5 мм. Не допуска-



ється застосування в одній формулі машинописних і рукописних символів.

Дозволяється переносити формули на наступний рядок тільки на знаках виконаних операцій, знак операції на початку наступного рядка повторюють. Знак множення при цьому обов'язково показують символом "х".

*Переліки.* Перед переліми ставлять дві крапки. Перед кожною позицією переліку належить ставити рядову букву українського алфавіту з дужкою, або, не нумеруючи, дефіс (перший рівень деталізації). Переліки першого рівня деталізації пишуть (друкують) рядковими літерами з абзацу, другого рівня – відступивши відносно перелічень першого рівня.

*Перелік посилань.* Перелік джерел, на які посилаються в головній частині проекту, наводиться в кінці тексту пояснювальної записки, з нової сторінки. Посилання на них повинні бути в відповідних місцях тексту.

В перелік посилань включають усі використані навчальні посібники, довідники, каталоги, цінники, прейскуранти, нормалі, ГОСТи, ДБН, інструкції, альбоми креслень і т.ін. в порядку посилань на них.

Бібліографічний опис посилань наводять згідно з ДСТУ ГОСТ.1:2006. Прикладом оформлення посилань може служити список рекомендованої літератури даних методичних вказівок.

## 2 ВИМОГИ ДО СКЛАДУ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ І КОРОТКА АНОТАЦІЯ РОЗДІЛІВ ОСНОВНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ

В подальшому нумерація підрозділів цього розділу методичних вказівок здійснюється так, як це повинно бути у курсовому проекті.

До складу основної частини проекту входять: вступ, основні розділи і підрозділи і висновки. Вступ і висновки не нумеруються. Основні розділи нумеруються згідно з підрозділом 1.2.

### ВСТУП

Завдання на проектування автомобільної дороги: ким і коли видане.  
Адміністративний район прокладання траси. Значення проектованої дороги для вирішення транспортних проблем району.  
Основні нормативні документи, на основі яких розроблений проект.

## 1 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1 Клімат

Наводиться аналіз кліматичних умов району з точки зору проектування, будівництва і отримання майбутньої дороги, дорожньо –

кліматична зона (рис.1.1). Опади. Коливання температури. Сила і напрямок вітру. Глибина промерзання ґрунту. Висота снігового покриву. Дорожньо – кліматичний графік.

## 1.2 Рельєф

Наводиться характеристика труднощі рельєфу в цілому по області і в районі будівництва дороги згідно топографічної карти місцевості. Мікрорельєф і його особливості.

## 1.3 Рослинність і ґрунти

Наводиться характеристика рослинного покриву і аналіз ґрунтів щодо можливості їх використання для будівництва автомобільної дороги.

Рекомендації по усунуванню дерну, моху, рослинного ґрунту з смуги, відведеної під дорогу.

Рекомендації щодо використання стійких видів деревинно – чагарникової рослинності для снігозахисного та декоративного озеленення.

## 1.4 Інженерно – геологічні умови

Наводиться коротка характеристика геологічної будови району прокладання траси дороги. Характеристика і глибина залягання корінних порід. Характер району за сейсмічністю.

Сучасні фізико – геологічні процеси: явища зсуву, осипи, карстові утворення, яруги, болота та інші місця, що вимагають індивідуального проектування.

ґрунтові води, розповсюдження і особливості їх залягання.

## 1.5 Гідрологічні умови

Наявність в районі проектування постійних і періодичних водотоків. Умови поверхневого стоку. Характеристика водозбірних басейнів. Зливовий район (рис.4.1).

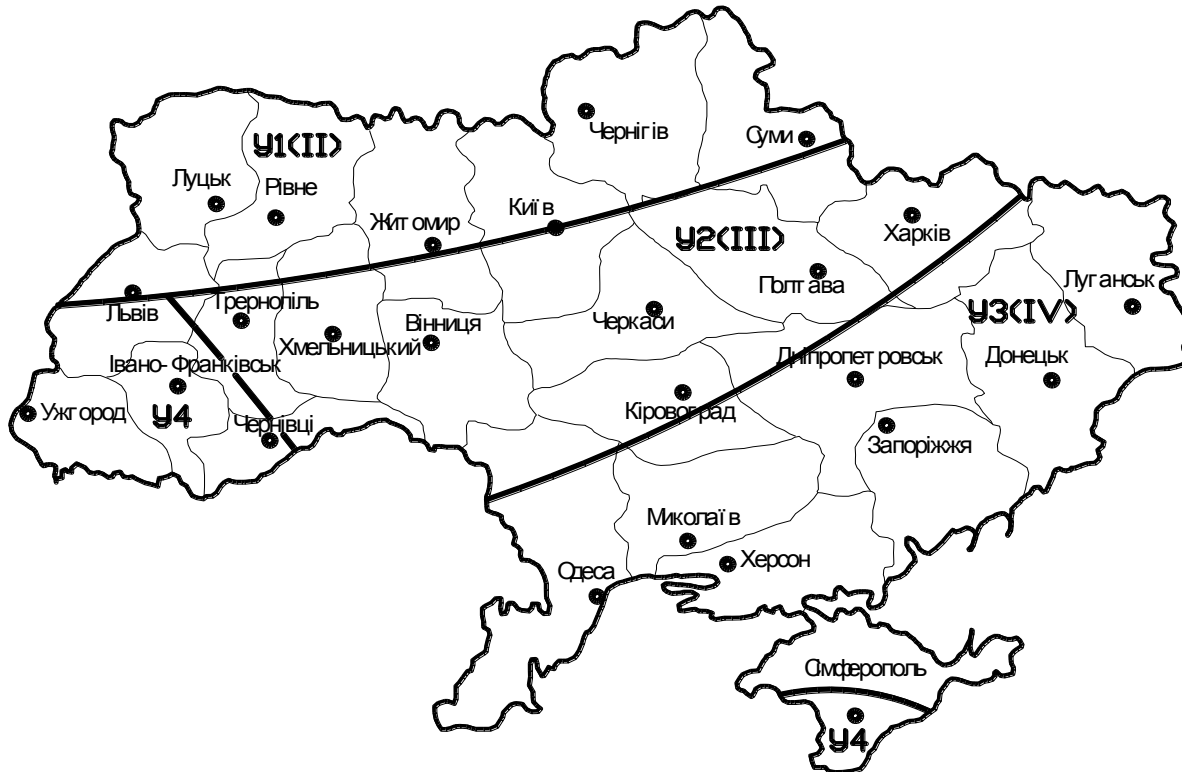


Рисунок 1.1 – Дорожня-кліматичне районування території України

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ БУДІВНИЦТВА І НОРМ ПРОЕКТУВАННЯ

### 2.1 Транспортно - економічна характеристика району проектування

Дати характеристику економіки району за окремими галузями виробництва, а також характеристику транспортної мережі. Привести відомості про перспективну інтенсивність руху і склад транспортного потоку.

### 2.2 Дорожньо-будівельні матеріали

Навести короткі відомості про наявність місцевих матеріалів і необхідність в привізних. Користуватись енциклопедіями, довідниками, а також даними виданої топографічної карти.

### 2.3 Встановлення категорії дороги

Категорія дороги і відповідна їй розрахункова швидкість встановлюється згідно з перспективною інтенсивністю руху, що вказана в завданні на курсовий проект, по ДБН В.2.3-4:2007 [5].

### 2.4 Об'єм вантажних і пасажирських перевезень

Об'єм вантажних перевезень в перспективному році слід визначати за формулою

$$Q_v = T_{\text{роб}} \cdot \gamma \cdot \beta \cdot N_v \cdot \Gamma_{\text{ср}}, \quad (2.1)$$

де  $T_{\text{роб}} = 250$  – кількість робочих днів за рік ;  
 $\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності (прийняти 0,9);  
 $\beta$  - коефіцієнт використання пробігу (прийняти 0,6);  
 $N_v$  - перспективна інтенсивність вантажного руху, авт/добу;  
 $\Gamma_{\text{ср}}$  - середня вантажопідйомність автомобілів, що визначається за формулою

$$\Gamma_{\text{ср}} = \frac{\sum \Gamma_i \cdot P_i}{\sum P_i}, \text{ кН} \quad (2.2)$$

де  $\Gamma_i$  - вантажопідйомність, кН і-го типу автомобілів;  
 $p_i$  - частка даного типу автомобілів в потоці, %;  
 Об'єм пасажирських перевезень визначається за формулою

$$Q_v = T_{\text{роб}} \cdot g_n \cdot \gamma_n \cdot \beta_n \cdot N_n, \quad (2.3)$$

де  $N_n$  - інтенсивність пасажирського руху, авт/доб;  
 $g_n$  - місткість автомобілів, чол;  
 $\gamma_n$  - коефіцієнт використання місткості;  
 $\beta_n$  - коефіцієнт використання пробігу;  
 $T_{\text{роб}}$  - кількість днів роботи пасажирського транспорту за рік;  
 Об'єм пасажирських перевезень слід визначати окремо для автобусів і для легкових автомобілів, приймаючи коефіцієнт використання місткості 0,5 для легкових автомобілів і 0,3 для автобусів. Коефіцієнт пробігу прийняти рівним 1. Кількість робочих днів для автобусів прийняти 365, для легкових автомобілів –250.

Об'єм пасажирських перевезень приводять до вантажних перевезень шляхом множення на коефіцієнт приведення  $K_{\text{пр.г}}$ , який приймають рівним 1-2, тобто

$$Q_{\text{п.гр}} = Q_{\text{п}} \cdot K_{\text{пр.г}} \cdot \quad (2.4)$$

Повний приведенний об'єм перевезень складе

$$Q = Q_{\text{гр}} + Q_{\text{п}} \cdot K_{\text{пр.г}} \cdot \quad (2.5)$$

## 2.5 Визначення орієнтовної вартості будівництва

Орієнтовну вартість будівництва слід визначати за укрупненими (опосередженими) показниками. Довжину траси на даному етапі слід приймати по повітряній прямій. Орієнтовну вартість будівництва 1 км дороги в тис.грн ( $\bar{K}$ ) в залежності від категорії дороги і рельєфу місцевості допускається приймати за табл 2.1.

Повна вартість дороги складе

$$K = \bar{K} \cdot L. \quad (2.6)$$

Таблиця 2.1 - Орієнтовна вартість автомобільних доріг (тис. грн.)

Рельєф місцевості	Категорія дороги					
	1а	1б	2	3	4	5
Рівнинний	8000	6000	3200	2000	1500	1000
Пересічений	8500	6500	3500	2200	1750	1200
Гірський	9000	7020	3800	2400	2000	1400
Собівартість перевезень, грн/кН·км	0,15	0,15	0,15-0,20	0,20-0,25	0,25-0,30	0,35

#### 2.6 Визначення терміну окупності

Термін окупності визначається шляхом порівняння витрат на будівництво і сумарної економії транспортних витрат по роках. Сумарна економія в  $t$ -ому році визначається за формулою:

$$\Theta_t = \Theta_0 \cdot \sum \frac{(1+b)^t}{(1+E)^t}, \quad (2.7)$$

де  $\Theta_0$  - економія у вихідному році;

$b$  - щорічний приріст інтенсивності руху (в частках від одиниці);

$E$  - нормативний коефіцієнт ефективності = 0,12.

Економія у вихідному році визначається за формулою

$$\Theta_0 = Q_0 \cdot L \cdot (S_{ic} - S_{пр}), \quad (2.8)$$

де  $Q_0$  - приведений об'єм перевезень у вихідному році, кН;

$L$  - довжина повітряної прямої;

$S_{ic}$  - собівартість перевезень в існуючих умовах (допускається приймати 0,35-0,50 грн/кН·км);

$S_{пр}$  - собівартість перевезень в проектних умовах (табл. 2.1).

Приведений об'єм перевезень у вихідному році визначається за формулою

$$Q_0 = \frac{Q}{(1 + b)^{20}} \quad (2.9)$$

$$\text{або } Q_0 = \frac{Q}{m_{20}}, \quad (2.10)$$

де  $m_{20} = (1+b)^{20}$  (табл.2.2).

Значення коефіцієнту приведення при різних  $E$  наведені в табл.2.3-2.4.

### 2.7 Розрахунок основних технічних нормативів

Розрахунок основних технічних нормативів рекомендується виконувати на ЕОМ за програмою “normativ”.

В даному пункті навести таблицю розрахованих нормативів та допустимих за ДБН В.2.3-4:2007 [5].

Заходи по охороні навколишнього середовища необхідно навести в відповідному розділі.

## 3 ПРОЕКТУВАННЯ ВАРІАНТІВ ТРАСИ

### 3.1 Аналіз повітряної прямої

Проектування варіантів траси проводиться на карті чи плані місцевості в масштабах 1:25000 чи 1:10000. Для цього між заданими пунктами проводиться повітряна пряма, виміряється її довжина і аналізуються перешкоди, що зумовлюють відхилення від неї.

### 3.2 Варіанти траси

На основі аналізу повітряної прямої намічаються варіанти (мінімум 2) траси в обхід відмічених перешкод. Варіанти намічаються в вигляді ломаної лінії (полігона).

Наводиться короткий опис варіантів траси, основних технічних показників плану траси (кількість кутів повороту, радіуси заокруглень, перехідні криві, віражі, забезпечення видимості, загальна відстань між вершинами кутів і тощо).

### 3.3 Розрахунки відомості кутів повороту, прямих і кривих

Розрахунки кутів повороту прямих і кривих в курсовому проекті слід проводити на ПЕОМ, користуючись системою автоматизованого проектування САПР – АД КРЕДО.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт приросту інтенсивності  $m$ 

$b$ Рік	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12
1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
2	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25
3	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37	1,40
4	1,04	1,08	1,13	1,17	1,22	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,52	1,57
5	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,40	1,47	1,55	1,61	1,69	1,76
6	1,06	1,13	1,19	1,27	1,34	1,42	1,50	1,59	1,68	1,77	1,87	1,97
7	1,07	1,15	1,23	1,32	1,41	1,50	1,61	1,71	1,83	1,95	2,08	2,21
8	1,08	1,17	1,27	1,37	1,48	1,59	1,72	1,85	1,99	2,14	2,30	2,48
9	1,09	1,20	1,30	1,42	1,55	1,69	1,84	2,00	2,17	2,36	2,56	2,77
10	1,10	1,22	1,34	1,48	1,63	1,79	1,97	2,16	2,37	2,59	2,84	3,11
11	1,12	1,24	1,38	1,54	1,71	1,90	2,10	2,33	2,58	2,85	3,15	3,48
12	1,13	1,27	1,43	1,60	1,80	2,01	2,25	2,52	2,81	3,14	3,50	3,90
13	1,14	1,29	1,47	1,67	1,89	2,13	2,41	2,72	3,07	3,45	3,88	4,36
14	1,15	1,32	1,51	1,73	1,98	2,26	2,58	2,94	3,34	3,80	4,31	4,89
15	1,16	1,35	1,56	1,80	2,08	2,40	2,76	3,17	3,64	4,18	4,78	5,47
16	1,17	1,37	1,60	1,87	2,18	2,54	2,95	3,43	3,97	4,59	5,31	6,13
17	1,18	1,40	1,65	1,95	2,29	2,69	3,16	3,70	4,33	5,05	5,90	6,87
18	1,20	1,43	1,70	2,03	2,41	2,85	3,38	4,00	4,72	5,56	6,54	7,69
19	1,21	1,46	1,75	2,11	2,53	3,03	3,62	4,32	5,14	6,12	7,26	8,61
20	1,22	1,49	1,81	2,19	2,65	3,21	3,87	4,66	5,60	6,73	8,06	9,65



Таблиця 2.3 – Коефіцієнти приведення при  $E = 0,1$ 

$b$ Рік	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11
1	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01
2	1,76	1,79	1,81	1,84	1,87	1,89	1,92	1,95	1,97	2,00	2,03
3	2,54	2,58	2,63	2,68	2,74	2,79	2,84	2,89	2,95	3,00	3,05
4	3,25	3,48	3,40	3,48	3,57	3,65	3,73	3,82	3,91	4,00	4,09
5	3,90	4,17	4,12	4,24	4,36	4,48	4,61	4,73	4,87	5,00	5,14
6	4,50	5,80	4,80	4,95	5,11	5,28	5,45	5,63	5,81	6,00	6,19
7	5,05	5,39	5,43	5,63	5,84	6,05	6,28	6,51	6,75	7,00	7,26
8	5,55	5,94	6,02	6,27	6,53	6,80	7,08	7,37	7,68	8,00	8,33
9	6,02	6,45	6,57	6,87	7,18	7,51	7,86	8,22	8,60	9,00	9,42
10	6,44	6,92	7,09	7,44	7,81	8,20	8,62	9,05	9,51	10,00	10,51
11	6,83	7,35	7,58	7,98	8,41	8,87	9,35	9,87	10,42	11,00	11,62
12	7,19	7,76	8,03	8,49	8,98	9,51	10,07	10,67	11,31	12,00	12,73
13	7,52	8,13	8,46	8,97	9,53	10,13	10,77	11,46	12,20	13,00	13,86
14	7,83	8,48	8,85	9,43	10,05	10,72	11,45	12,23	13,08	14,00	14,99
15	8,10	8,80	9,23	9,86	10,55	11,30	12,11	12,99	13,95	15,00	16,14
16	8,36	9,10	9,58	10,27	11,02	11,85	12,75	13,74	14,82	16,00	17,29
17	8,59	9,38	9,90	10,65	11,48	12,38	13,38	14,47	15,67	17,00	18,46
18	8,81	9,63	10,21	11,02	11,91	12,90	13,98	15,19	16,52	18,00	19,64
19	9,01	9,87	10,50	11,36	12,32	13,39	14,58	15,89	17,36	19,00	20,82
20	9,19	10,09	10,76	11,69	12,72	13,87	15,15	16,59	18,20	20,00	22,02

Таблиця 2.4 – Коефіцієнти приведення при  $E = 0,12$ 

$b$ Рік	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11
1	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,99
2	1,72	1,74	1,77	1,79	1,82	1,84	1,87	1,89	1,92	1,95	1,98
3	2,45	2,50	2,54	2,59	2,64	2,69	2,74	2,79	2,84	2,89	2,95
4	3,11	3,18	3,26	3,33	3,41	3,49	3,57	3,66	3,74	3,82	3,91
5	3,71	3,81	3,92	4,03	4,14	4,25	4,37	4,49	4,61	4,74	4,87
6	4,24	4,38	4,52	4,67	4,82	4,97	5,13	5,29	5,46	5,64	5,82
7	4,73	4,90	5,08	5,26	5,45	5,65	5,86	6,07	6,29	6,52	6,76
8	5,17	5,37	5,59	5,81	6,05	6,29	6,55	6,82	7,09	7,38	7,69
9	5,56	5,80	6,06	6,33	6,61	6,90	7,21	7,54	7,88	8,23	8,61
10	5,92	6,20	6,49	6,80	7,13	7,48	7,85	8,23	8,64	9,07	9,52
11	6,24	6,55	6,89	7,25	7,62	8,03	8,45	8,90	9,38	9,89	10,43
12	6,53	6,88	7,26	7,66	8,09	8,54	9,03	9,55	10,10	10,69	11,33
13	6,79	7,18	7,59	8,04	8,52	9,03	9,58	10,17	10,81	11,49	12,22
14	7,02	7,45	7,90	8,39	8,92	9,49	10,11	10,77	11,49	12,26	13,10
15	7,23	7,69	8,19	8,72	9,30	9,93	10,61	11,35	12,15	13,03	13,97
16	7,43	7,92	8,45	9,03	9,66	10,35	11,09	11,91	12,80	13,78	14,84
17	7,60	8,12	8,69	9,31	9,99	10,74	11,55	12,45	13,43	14,51	15,70
18	7,75	8,31	8,91	9,58	10,31	11,11	11,99	12,97	14,05	15,23	16,55
19	7,89	8,47	9,11	10,08	10,86	11,71	12,41	13,47	14,64	15,94	17,39
20	8,02	8,63	9,30	10,59	11,41	12,31	12,98	13,95	15,22	16,64	18,23

Для роботи з САПР необхідно на диску E: в папці Student створити папку групи (наприклад: гр. АД-03а), в якій створити папки студентів (можна ввести прізвища). В папці кожного студента можна створити ще папки з варіантами. Після створення папок правою клавішею мишки натиснути на ярлик „CREDO” на робочому столі. У випавшому віконці увійти в пункт „Свойства”. У новому випавшому віконці вибрати „Программа”. В пункт „Рабочая папка” записати – E:\Student\гр.АД-03а\ім'я папки студента\варіант 1. Наприклад, E:\Student\гр.АД-03а\Петров\варіант 1. Усі результати роботи в „CREDO” будуть зберігатись в папці „варіант 1” студента Петрова із групи АД-03а. Для того, щоб розрахувати другий варіант, в робочу папку необхідно записати „варіант 2”. Натискуванням на клавіші „Применить”, „ОК” вийти із „Свойств”.

Двійним натиском лівою клавішею мишки на ярлик „CREDO” завантажеться програма CREDO. На екрані з'явиться емблема САПР. Після повторного натиску на ліву клавішу мишки на екрані з'явиться головне меню системи. За допомогою курсора необхідно вибрати пункт “ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГИ” і натиском клавіші “Пуск” увійти в нього. На екрані з'явиться нове підменю, першим пунктом якого являється “Карточка дороги”. При будь яких розрахунках “Карточка дороги” повинна бути заповнена. Для цього необхідно увійти в нього. Дорогу рекомендується називати відповідними титулами або прізвищем студента. При першому вході в пункт “Карточка дороги” довжина дороги показується приблизно (як сума довжин прямих). Категорія дороги і рельєф місцевості міняється за допомогою клавіші “Пропуск”. Дані про рублені пікети при проектуванні нового будівництва не заповнюють. Після заповнення карточки дороги необхідно повернутися на попередній рівень натиском на клавішу “Esc” чи за допомогою пункту меню “Возврат на предыдущий уровень” і перейти до пункту „Описание поперечного профиля”, в якому виконати усі пункти. В пункті „Проезжая часть и обочины” „Максимальный дополнительный уклон кромки на выраже в %” приймати 5% – для доріг I та II категорії і 10% – для доріг III та IV категорій. „Минимально допустимая ширина обочины» приймати: 1,5 м – для доріг I та II категорії та 1,0 м – для доріг інших категорій. Похили узбіччя і проїзної частини записувати зі знаком „-”, (мінус).

В пункті „Откосы насыпи и выемки” вибрати в пункті „Выбор метода проектирования” - „по рабочей отметке”.

В пункті „Кюветы и резервы” призначити „параметры кюветов”: мінімальну глибину – 0,4-0,5 м; максимальну глибину до 1,2 м. „Границы устройства кюветов” прийняти „кювет устраивают в случае необходимости”.

„Выбор типа укрепления” прийняти рекомендований.

Після виконання усіх вимог пункту „Описание поперечного профиля” перейти до пункту „План трассы”, в якому необхідно виконати усі пункти,

крім „Вычерчивание плана трассы”.

Після входу в пункт “План трассы, вирази и уширения” на екрані дисплея з’явиться таблиця початкових даних, яку необхідно заповнити. Початкові координати і заміряні бісектрису і тангенс не заповнюються. До складу початкових даних, що необхідно занести в таблицю, входять: азимут початкової лінії; відстань від початку траси до 1-ї вершини; величина кута з зазначенням в яку сторону повертає дорога (вліво чи вправо); величина радіуса заокруглення; довжини двох перехідних кривих; величина похилу віража; величина розширення проїзної частини та інші. Якщо заокруглення планується симетричним, то обидві перехідні криві призначаються однаковими. Усі початкові дані повинні бути визначені заздалегідь.

Після заповнення відстані від останнього кута повороту до кінця траси необхідно натиснути клавішу “Esc”, що свідчить про закінчення введення інформації. Машина виконає розрахунки і в нижній частині екрану з’явиться інформація про фактичну довжину траси. Якщо фактична довжина траси не співпадає з даними “Карточки дороги” і пункту „Проезжая часть и обочины”, необхідно повернувшись у відповідний пункт, виправити інформацію і знову увійти в пункт ”План трассы”. У пункті підменю “Просмотр оси плана трассы” проглянути графічне зображення плану траси і перейти в пункт ”Ведомость углов поворота, прямых и кривых”, де проглянути відомість і, якщо не виявлено помилок, надрукувати результати розрахунків. Розпечатка результатів вноситься в додатки.

Для роздруковки таблиць на лазерному принтері необхідно після перегляду таблиці записати в свій файл з розширенням txt (наприклад, ВКП.txt) і вийти із CREDO. Увійти в „Мой компьютер” на диск E і увійти в свій файл (ВКП.txt), який був отриманий раніше. Виділити текст. Правою клавішею мишки викликати випадаюче меню і копіювати усю таблицю.

Потім відкрити документ WORD (Пуск → Программы → WORD). З’явиться чистий документ WORD, для якого при необхідності змінити параметри сторінок (Файл → Параметры страниц → альбомная (или книжная) → установит поля → ОК).

Правою клавішею мишки викликати випадаюче меню і натиснути „Вставить”. Потім клавішами „Ctrl+5” виділити увесь текст → вибрати шрифт Courier New → розмір 10 → Файл → Печать.

Отриману відомість можна зберегти у своїй папці за командами Файл → „Сохранить как”, вказавши шлях до папки і нову назву (наприклад, ВКП1.txt).

В пояснювальній записці в цьому параграфі необхідно навести основні розрахункові формули, тощо.

## 4 ШТУЧНІ СПОРУДИ

### 4.1 Проектування малих штучних споруд

Малі мости і труби – основний вид малих водопропускних споруд. Під час проектування перевагу здебільшого віддають трубам. Водопропускні дорожні труби виготовляють із збірних залізобетонних елементів з стандартними отворами: круглі - з внутрішнім діаметром 1,0; 1,25; 1,50 і 2,0 м; прямокутні 1,5x2,0; 2,0x2,0; 2,0x3,0; 3,0x2,0; 3,0x3,0; 4,0x3,0; 5,0x3,0; 6,0x3,0 м. Малі мости рекомендують споруджувати при перетині постійно діючих або періодично діючих водотоків з великими витратами води; за особливих умов прокладення траси (болота, канали тощо).

Малими вважають мости довжиною до 25м. Гідравлічний розрахунок малих мостів і дорожніх труб виконується згідно з СНиП 2.01.14-83[24] і складається з визначення притоку зливових і талих вод, отворів споруд перед ними, швидкості потоку в підмостовому руслі.

Результати розрахунків малих штучних споруд зводять у відомість (табл.4.1)

Таблиця 4.1-Відомість розрахункових даних штучних споруд

Місце положення		Імовірність перевищення ПІ %	Розрахункова витрата води $Q_p, \text{м}^3/\text{с}$	Глибина напору перед спорудою	Гідравлічний режим роботи	Тип і отвір споруд	Довжина моста чи труби з оголовками	примітка
ПК	+							
1	2	3	4	5	6	7	8	9

### 4.2 Розрахунок притоку зливових вод

Максимальна витрата зливових вод з басейнів площею менш 100 км<sup>2</sup> визначається за формулою

$$Q_{зл} = 16,7 \cdot a_{\text{год}} \cdot K_t \cdot \alpha \cdot \varphi \cdot F, \quad (4.1)$$

де  $a_{\text{год}}$  - інтенсивність зливи, тривалістю в одну годину, мм/хв, яку визначають за табл. 4.3 залежно від зливого району (рис.4.1) та імовірності перевищення (табл.4.2);

$K_t$  – коефіцієнт переходу від інтенсивності годинної тривалості до інтенсивності розрахункової (табл.4.4);

$\alpha$  - коефіцієнт стоку, що залежить від ґрунтів на поверхні водозбору (табл.4.5);

$\phi$  - коефіцієнт редукції, значення коефіцієнта редукції залежить від площі водозбору (табл.4.6);

F - площа водозбору, км<sup>2</sup>, яку визначають за картою масштабу 1:25000.

Таблиця 4.2 - Імовірність перевищення розрахункових витрат

Вид споруди	Категорія автомобільної дороги	Імовірність перевищення розрахункових витрат %
Великі і середні мости	I...III та міські вулиці і дороги	1
Те саме	IV	2
Малі мости і труби	I	1
Те саме	II...III та міські вулиці і дороги	2
	IV	3

Таблиця 4.3-Інтенсивність зливи годинної тривалості

Райони	Імовірність зливи годинної тривалості мм/хв, при імовірності перевищення, %							
	10	5	4	3	2	1	0,3	0,1
1	0,27	0,27	0,29	0,32	0,34	0,40	0,49	0,57
2	0,29	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,61	0,75
3	0,29	0,41	0,47	0,52	0,58	0,70	0,95	1,15
4	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90	1,14	1,32
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97	1,26	1,48
6	0,49	0,65	0,73	0,81	0,89	1,01	1,46	1,79
7	0,54	0,74	0,82	0,89	0,97	1,15	1,50	1,99
8	0,79	0,98	1,07	1,15	1,24	1,41	1,78	2,07
9	0,81	1,02	1,11	1,20	1,28	1,48	1,83	2,14
10	0,82	1,11	1,23	1,35	1,46	1,74	2,25	2,65



Рисунок 4.1 – Карта-схема зливових районів України

Таблиця 4.4-Значення коефіцієнта  $K_t$ 

L,км	Значення $K_t$ при похилі басейну і, частки одиниці							
	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
0.15	4,21	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
0.30	2,57	3,86	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
0.50	1,84	2,76	3,93	5,24	5,24	5,24	5,24	5,24
0.75	1,41	2,08	2,97	4,50	5,05	5,24	5,24	5,24
1.00	1,16	1,71	2,53	3,74	4,18	4,50	4,90	5,18
1.25	1,00	1,49	2,20	3,24	3,60	3,90	4,23	4,46
1.50	0,88	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90
1.75	0,80	1,18	1,75	2,58	2,84	3,06	3,33	3,52
2.00	0,73	1,07	1,59	2,35	2,64	2,85	3,09	3,27
2.50	0,63	0,92	1,37	2,02	2,26	2,44	2,65	2,80
3.00	0,56	0,82	1,21	1,79	2,00	2,16	2,34	2,49
3.50	0,50	0,74	1,10	1,62	1,81	1,95	2,12	2,31
4.00	0,46	0,68	1,00	1,48	1,65	1,78	1,94	2,11
4.50	0,42	0,62	0,93	1,37	1,53	1,65	1,78	1,95
5.00	0,40	0,58	0,86	1,27	1,42	1,54	1,67	1,82
6.00	0,35	0,52	0,76	1,13	1,26	1,36	1,48	1,61
6.50	0,33	0,49	0,73	1,07	1,20	1,29	1,40	1,53
7.00	0,32	0,47	0,69	1,02	1,14	1,23	1,33	1,45
8.00	0,29	0,43	0,63	0,93	1,04	1,12	1,22	1,33
9.00	0,27	0,39	0,58	0,86	0,96	1,04	1,13	1,23
10.00	0,25	0,37	0,54	0,80	0,90	0,97	1,05	1,14
11.00	0,23	0,34	0,51	0,75	0,84	0,91	0,98	1,07
12.00	0,22	0,32	0,48	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99
13.00	0,21	0,31	0,46	0,67	0,75	0,81	0,88	0,96
14.00	0,20	0,29	0,43	0,64	0,72	0,79	0,84	0,91
15.00	0,19	0,28	0,41	0,61	0,68	0,74	0,80	0,87
20.00	0,16	0,23	0,34	0,50	0,56	0,61	0,66	0,72



Таблиця 4.5 – Значення коефіцієнта стоку  $\alpha$

Вид і характер поверхні	Коефіцієнт $\alpha$ при площах водозбору, км <sup>2</sup>		
	0...1	1...10	10...100
Асфальт, бетон, скеля без тріщин	1,0	1,0	1,0
Жирна глина, такири	0,70...0,95	0,65...0,95	0,65...0,90
Суглинки, підзольні ґрунти	0,60...0,90	0,55...0,80	0,50...0,75
Чорнозем, каштанові ґрунти, лес, карбонатні ґрунти	0,55...0,75	0,45...0,70	0,35...0,65
Супіски, степові ґрунти	0,30...0,55	0,20...0,50	0,20...0,45
Піщані, гравійні рихлі кам'яністі ґрунти	0,20	0,15	0,10

Таблиця 4.6-Коефіцієнт редуції при площах водозбору, км<sup>2</sup>

F	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\varphi$	1	0.84	0.76	0.71	0.67	0.64	0.61	0.59	0.58	0.56
F	1.5	2.0	2.5	3	4	5	6	8	10	12
$\varphi$	0.51	0.47	0.45	0.43	0.40	0.38	0.36	0.33	0.32	0.30
F	14	16	20	25	30	40	50	60	80	100
$\varphi$	0.29	0.28	0.27	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18

Об'єм зливого стоку, м<sup>3</sup>, визначають за формулою

$$W = 60000 \cdot \frac{a_{\text{год}} \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi}{\sqrt{K_t}}, \quad (4.2)$$

де усі коефіцієнти такі самі, як у формулі (4.1).

#### 4.3 Розрахунок притоку талих вод

Максимальну витрату талих вод для будь-яких басейнів відповідно до СНиП 2.01.14-83 визначають за формулою

$$Q_T = \frac{k_0 \cdot h_p \cdot F}{(F+1)^n} \cdot \delta_1 \cdot \delta_2, \quad (4.3)$$

де  $k_0$  - коефіцієнт одночасності паводку, значення якого надано в табл.4.7;

$h_p$  - розрахунковий шар сумарного стоку, мм ;

$F$  - площа водозбору, км ;

$\delta_1, \delta_2$  - коефіцієнти, що враховують зменшення витрати залежно від зарегульованості басейну озерами, лісами, болотами; для малих басейнів приймають рівним 1;

$n$  - показник степені, значення якого визначають за табл.4.7;

Таблиця 4.7 - Значення коефіцієнтів  $n$  і  $k_0$

Природна зона(район)	$n$	$k_0$ для малих басейнів
Лісова і зони тундри: Білорусія, європейська територія Росії, Східний Сибір	0,17	0,001
Західний Сибір	0,25	0,013
Лісостепова і степова : Україна, Молдова, європейська територія Росії (без Північного Кавказу)	0,25	0,020
Північний Кавказ, Західний Сибір	0,25	0,030
Засушливі степи і напівстепи (Західний і Центральний Казахстан)	0,35	0,060

Розрахункове значення шару стоку визначають за формулою

$$h_p = k_p \cdot \bar{h}, \quad (4.4)$$

де  $k_p$  - модульний коефіцієнт шару стоку, який залежить від коефіцієнтів варіації  $C_v$  і асиметрії  $C_s$  для певної імовірності перевищення і який ви-

значають за графіками (рис. 4.2). Значення коефіцієнта варіації  $C_v$  визначають за картою ізоліній (рис. 4.3). У визначені за картою значення  $C_v$  залежно від площі басейну необхідно ввести поправочні коефіцієнти:

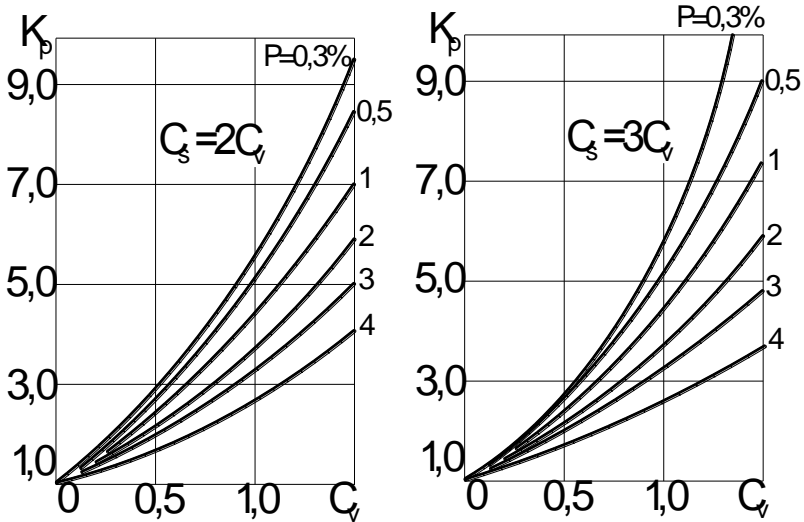


Рисунок 4.2 – Криві модульних коефіцієнтів шарів стоку

Площа басейну, км <sup>2</sup>	0...50	51...100	101...150	151...200
Коефіцієнт $C_v$	1,25	1,20	1,15	1,05

Коефіцієнт асиметрії  $C_s$  приймають кратним коефіцієнту варіації: для рівнинних басейнів  $C_s = 2C_v$ , а для гірських  $C_s = (3...4)C_v$ ;  $\bar{h}$  – середній шар стоку, який визначають за картою (рис. 4.4); для малих басейнів визначене по карті значення  $\bar{h}$  треба збільшити на 10 %.

#### 4.4 Визначення розрахункової витрати води

Розрахунковою є витрата води, на пропускання якої розраховується мала штучна споруда. За розрахункову приймають більшу витрату води. Якщо  $Q_T > Q_{зл}$ , за розрахункову приймають максимальну витрату від талих вод  $Q_{роз} = Q_T$ . В інших випадках за розрахункову приймають максимальну витрату зливових вод  $Q_{роз} = Q_{зл}$ . Розрахунки за пунктами 4.2,...,4.4 в дипломному проекті слід вести за допомогою ЕОМ, користуючись програмою shell.exe або ГРИС-С.

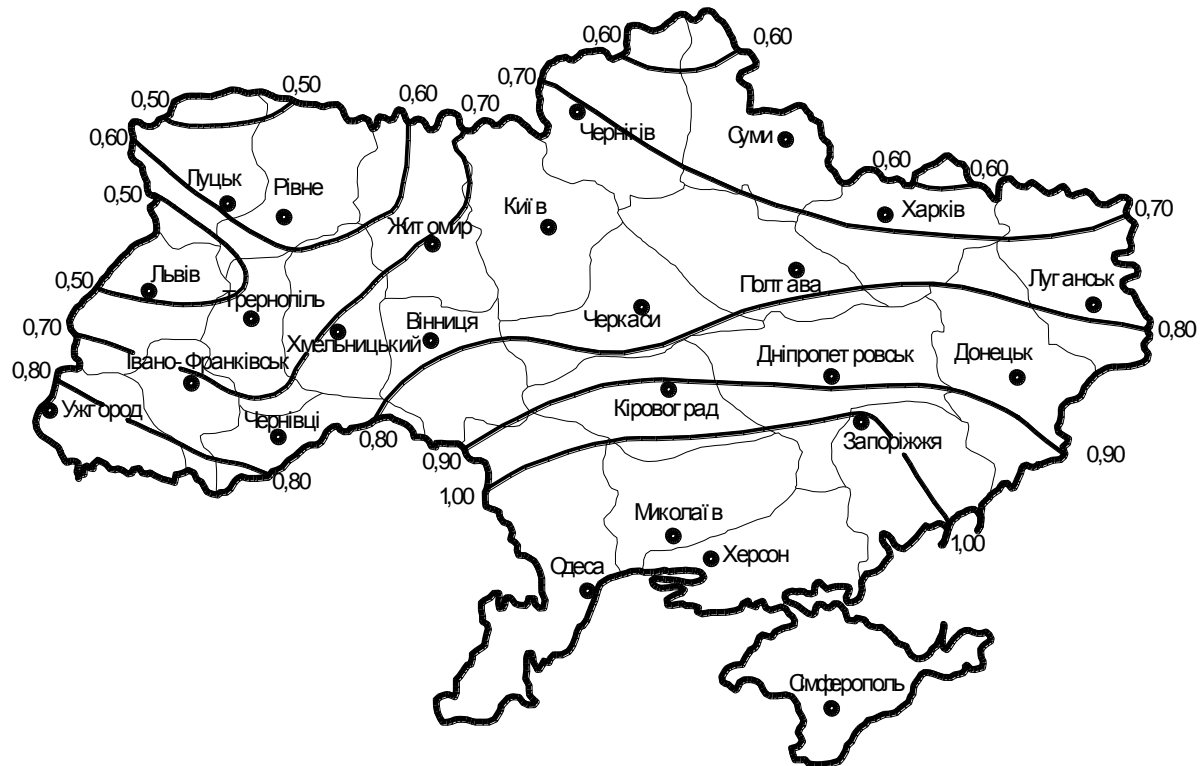


Рисунок 4.3 – Карта ізоліній коефіцієнтів варіації шарів стоку  $C_v$

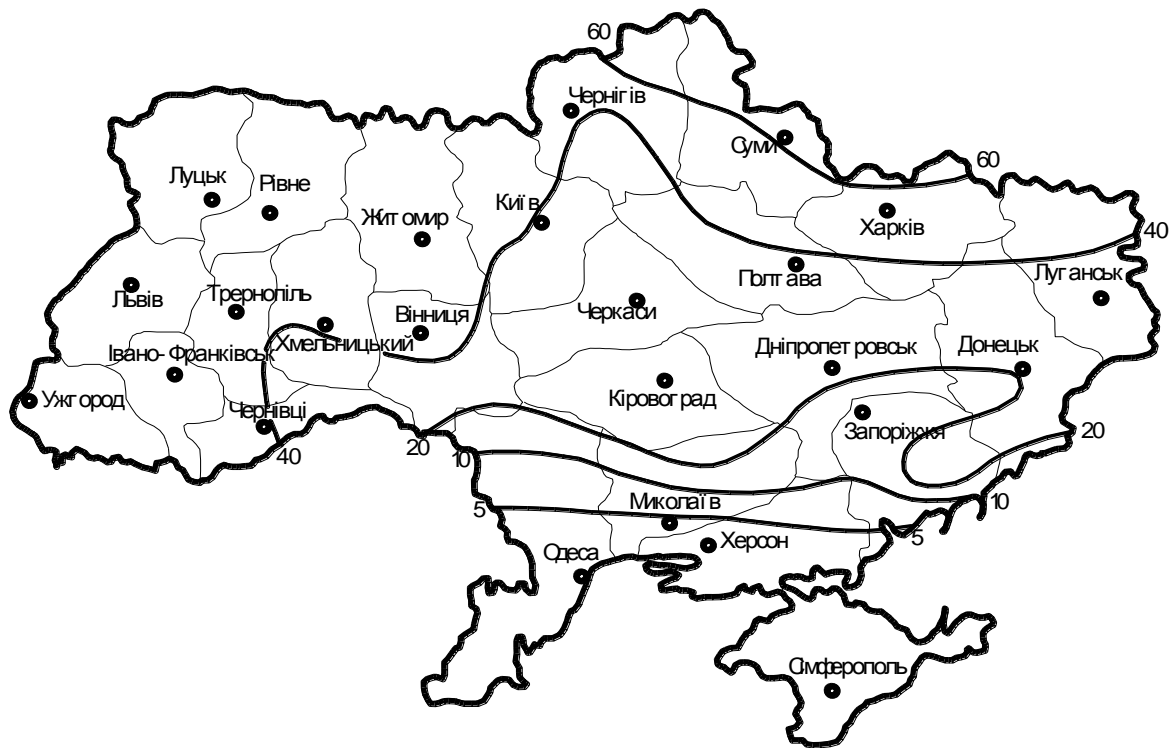


Рисунок 4.4 – Карта середніх шарів стоку талих вод  $\bar{h}$

Таблиця 4.8 – Гідравлічні характеристики типових круглих труб

Тип оголовка	Діаметр отвору, м	Витрата, м <sup>3</sup> /с	Глибина води перед трубою, м	Швидкість на виході з труби, м/с
1	2	3	4	5
Безнапірний режим				
Портальний	0,75	0,25	0,41	1,40
		0,40	0,62	1,70
		0,60	0,79	2,00
		0,74	0,90	2,20
Розтрубний з нормальним вхідним кільцем	1,00	1,00	0,94	2,40
		1,70	1,27	2,70
		1,40	1,15	2,70
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	1,00	0,60	0,57	1,40
		1,00	0,84	2,40
		1,40	1,03	2,70
		1,70	1,08	2,70
		2,00	1,31	3,30
		2,20	1,39	3,40
	1,25	1,00	0,77	2,20
		1,50	0,95	2,50
		2,00	1,13	2,70
		2,50	1,29	3,00
		2,70	1,37	3,20
		3,00	1,46	3,30
	1,50	3,50	1,61	3,50
		3,90	1,74	3,80
		2,50	1,19	2,90
		2,80	1,27	3,00
		3,00	1,32	3,00
		3,50	1,45	3,20
		3,90	1,54	3,30
		4,30	1,63	3,50
	2,00	4,70	1,75	3,70
		5,00	1,81	3,70
		6,00	2,08	4,10
		3,50	1,26	2,90
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	2,00	4,00	1,36	3,00
		5,00	1,55	3,30

Продовження таблиці 4.8

1	2	3	4	5
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	2,00	4,50	1,47	3,20
		5,50	1,65	3,40
		6,00	1,73	3,50
		6,50	1,81	3,60
		7,00	1,90	3,70
		7,50	1,98	3,80
		8,00	2,06	3,90
		8,50	2,14	4,00
		9,00	2,22	4,10
		9,70	2,32	4,20
		10,00	2,38	4,30
		10,50	2,46	4,30
11,00	2,54	4,50		
12,50	2,78	4,80		
Напівнапірний режим				
Розтрубний з нормальним вхідним кільцем	1,00	1,70	1,27	3,60
		2,30	1,89	4,90
		2,50	2,12	5,30
		2,80	2,54	6,00
	1,25	3,00	1,59	4,10
		3,50	1,00	4,80
		4,00	2,38	5,50
		4,40	2,73	6,00
	1,50	4,70	1,91	4,40
		5,20	2,21	4,90
		5,60	2,42	5,30
		6,00	2,64	5,70
6,36	2,85	6,00		
Напірний режим				
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	1,00	3,00	1,66	4,20
		3,50	2,02	5,00
	1,25	5,00	1,96	4,50
		6,00	2,45	5,40
	1,50	7,00	2,24	4,40
		8,00	2,40	5,00
		8,50	2,58	5,30
	2,00	13,50	2,86	4,90
		14,50	3,01	5,10
		16,00	3,11	5,70
		16,50	3,22	5,90

Таблиця 4.9 – Гідрологічні характеристики прямокутних труб з нормальною вхідною ланкою

Отвір труби hxb	Безнапірний режим								Напівнапірний режим		
	$Q_p,$ м <sup>3</sup> /с	$Q_H,$ м <sup>3</sup> /с	H, м	$h_{вх},$ м	$h_k,$ м	$h_{сж},$ м	$i_k$	$V_{вих},$ м/с	$Q_H,$ м <sup>3</sup> /с	H, м	$V_{вих},$ м/с
1,5x2,0	6,75	-	1,97	1,66	1,31	1,11	0,007	4,1	8,25	2,30	4,3
	-	7,5	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	13,50	3,99	7,1
2,0x2,0	9,00	-	1,97	1,66	1,31	1,11	0,007	4,1	11,00	2,30	4,3
	-	10,00	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	18,00	3,99	7,1
3,0x2,0	13,50	-	1,97	1,66	1,31	1,11	0,007	4,1	16,50	2,30	4,3
	-	15,00	2,12	-	1,41	1,19	0,007	4,2	27,00	3,99	7,1
2,0x3,0	17,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	21,00	3,47	5,5
	-	19,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	23,60	3,99	6,2
3,0x3,0	25,50	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	31,50	3,47	5,5
	-	28,50	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	35,40	3,99	6,2
4,0x3,0	34,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	42,00	3,47	5,5
	-	38,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	47,20	3,99	6,2
5,0x3,0	42,50	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	52,50	3,47	5,5
	-	48,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	59,00	3,99	6,2
6,0x3,0	51,00	-	3,01	2,50	2,01	1,70	0,008	5,0	63,00	3,47	5,5
	-	57,00	3,27	-	2,17	1,82	0,008	5,2	70,80	3,99	6,2



#### 4.5 Визначення отворів водопропускних труб

За режимами протікання води дорожні труби поділяють на безнапірні, напівнапірні й напірні. При визначенні отвору труб перевагу треба віддавати безнапірному режиму та напівнапірному. Діаметр отвору труби приймають відповідно до гідравлічних характеристик типових круглих (табл. 4.8) та прямокутних (табл. 4.9) труб в залежності від розрахункової витрати води.

У разі великої розрахункової витрати води використовують двоочкові чи триочкові труби. Розрахункова витрата в цих випадках зменшується відповідно у 2 чи 3 рази.

Підбираючи отвір за таблицями, необхідно, щоб таблична витрата була рівною або трохи більшою за розрахункову.

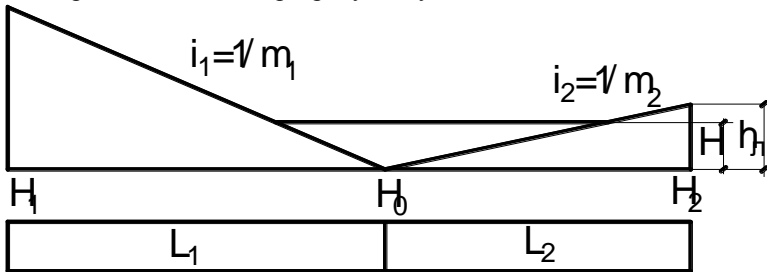


Рисунок 4.5 – Схема до підбору отвору труби

При цьому відповідна табличній витраті глибина води  $H$  повинна бути менше глибини лога перед спорудою  $h_{л}$ . Глибина лога перед спорудою визначається за схемою (рис. 4.5).

$$h_{л} = H_2 - H_0. \quad (4.5)$$

Якщо  $H > h_{л}$ , то приймають дво- або триочкові труби.

Підбір діаметрів круглих труб в дипломному проекті слід виконувати за допомогою програми shell.exe або ГРИС-Т.

#### 4.6 Облік акумуляції води перед спорудою

Перед водопропускними спорудами частина стоку затримується, утворюючи тимчасовий став, в якому акумулюється певний об'єм води.

Акумуляція води перед спорудою не враховується, коли:

- за розрахункову прийнята витрата талих вод  $Q_T$ ;
- витрата притоку зливових вод  $Q_{зл}$  невелика і не потребує зменшення отвору;
- перед спорудою не можна створити став (вузький лог, великий по-

хил, на площі ставу корисні землі, побудови тощо).

Відповідно до нормативних вимог зниження акумуляції мусить бути не меншим як  $0,33Q_{зл}$ , тобто степінь зниження витрати не допускається більш ніж у 3 рази.

Розмір труби з врахуванням акумуляції визначають за допомогою графіків пропускної здатності в системі координат  $H^3$  та  $Q_a$  (рис. 4.6).

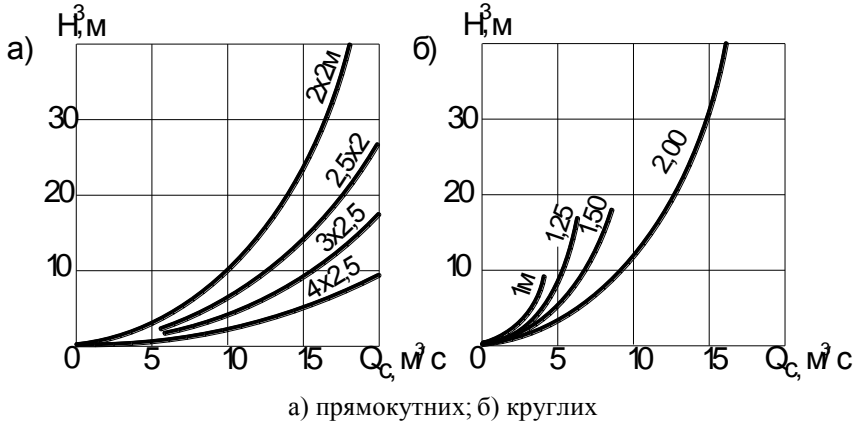


Рисунок 4.6 – Розрахункові графіки пропускної здатності труб:

Для цього будують два відрізки (рис. 4.7). Координати для верхнього відрізка:  $H^3=0$ ;  $Q_a=0,62 Q_{зл}$  і  $Q_a=0$ ;  $H^3= W/a$ .

Координати для нижнього відрізка:

$H^3=0$ ;  $Q_a= Q_{зл}$  та  $Q_a=0$ ;  $H^3=0,7W/a$

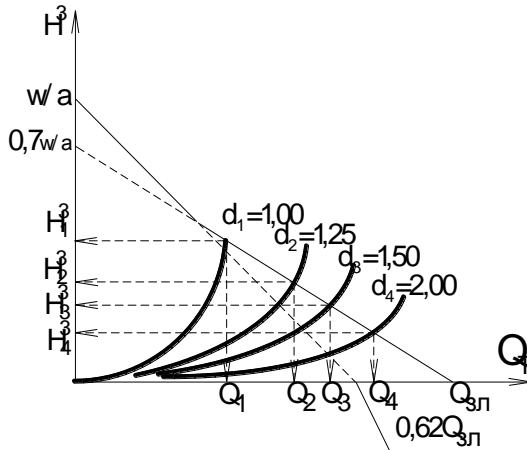


Рисунок 4.7- Побудування прямих акумуляції та визначення  $H^3$  і  $Q_a$

Коефіцієнт форми логу а визначається за формулою

$$a = \frac{m_1 + m_2}{6 \cdot I_{\text{л}}}, \quad (4.6)$$

де  $m_1, m_2$  – коефіцієнти закладення схилу (рис. 4.8);  
 $I_{\text{л}}$  – середній похил логу.

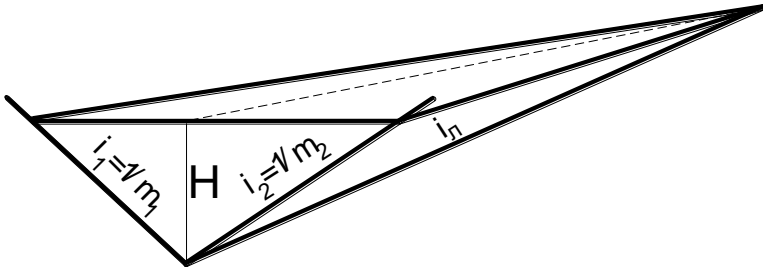


Рисунок 4.8 – Схема до визначення об'єму ставу

Точки перетину двох відрізків з кривою пропускної здатності дають значення дійсної витрати, що проходить через споруду та відповідне їй значення  $H^3$ .

Аналізуючи результати графоаналітичного розрахунку, вибирають водопропускну трубу з урахуванням режиму:  $\frac{H}{h_{\text{ВХ}}} \leq 1,2$  – безнапірний;

$\frac{H}{h_{\text{ВХ}}} > 1,2$  – напівнапірний;  $\frac{H}{h_{\text{ВХ}}} > 1,2$  і обтічний оголовок – напірний.

#### 4.7 Перевірка пропускної здатності труб

Пропускню здатність безнапірних труб визначають за формулою

$$Q = \varphi \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)}, \quad (4.7)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт швидкості, який для обтічних оголовок дорівнює 0,95, а для інших – 0,85;

$\omega_c$  – площа стисненого перерізу,  $\text{м}^2$ , яка визначається за допомогою графіка (рис 4.9)

$h_c = 0,5H$  – глибина у стисненому перерізі, м.

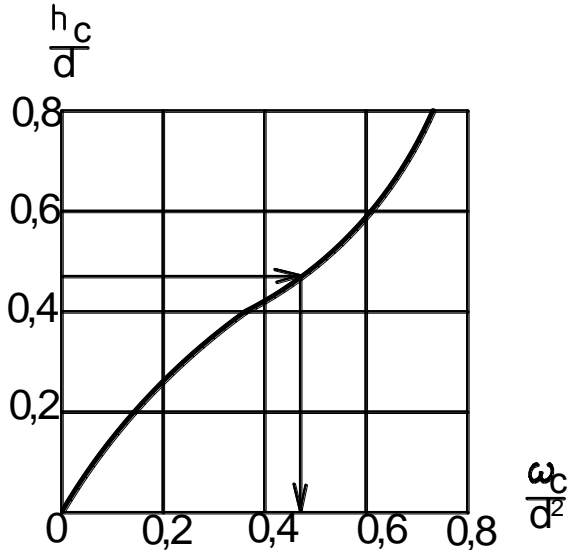


Рисунок 4.9 – Графік для визначення характеристик круглого перерізу  
Для розрахунку напівнонапірних труб використовують формулу

$$Q = 0,51\omega_{\text{вх}} \sqrt{2g(H - 0,6h_{\text{вх}})}, \quad (4.8)$$

де  $h_{\text{вх}}$  - висота входу в трубу, якщо усі кільця однакові;

$\omega_{\text{вх}}$  – площа поперечного перерізу входу.

Пропускна здатність напірних труб визначають за формулою

$$Q = \varphi\omega_{\text{тр}} \sqrt{2g(H - h_{\text{тр}})}, \quad (4.9)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт швидкості, 0,95 -1,0;

$h_{\text{тр}} = d_{\text{тр}}$ , м;

$\omega_{\text{тр}}$  – площа поперечного перерізу труби, м<sup>2</sup>.

Для прямокутних труб пропускна здатність визначається за формулою

$$Q = 1,35 \cdot b \cdot H^{3/2}, \quad (4.10)$$

де  $b$  – ширина прямокутної труби, м.

Розрахована за формулами (4.7,...,4.10) пропускна здатність труб не повинна відрізнятися від табличної більш ніж на 10%.

Необхідність визначення пропускної здатності труб у курсовому чи дипломному проекті узгоджується з керівником проекту.

#### 4.8 Визначення висоти земляного насипу біля труб

Найменшу висоту насипу біля безнапірних труб визначають за формулою

$$H_{\min} = h_{\text{тр}} + h_{\text{кон}} + h_{\text{зас}}, \quad (4.11)$$

де  $h_{\text{тр}}$  – діаметр круглої або висота прямокутної труби, м;

$h_{\text{кон}}$  – товщина стінок труби, (табл.4.10) м;

$h_{\text{зас}}$  – засипка над трубою, яка для автомобільних доріг має бути не меншою ніж 0,5 м.

Найменшу висоту насипу біля напірних і напірних труб визначають за формулою

$$H_{\min} = H + \Delta, \quad (4.12)$$

де  $H$  – рівень підпертої води, м;

$\Delta$  – запас над рівнем підпертої води, який приймається 1,0 м.

#### 4.9 Визначення довжини труби

Довжина труби залежить від висоти насипу  $H_{\text{нас}}$  біля труби, яка приймається по поздовжньому профілю після його проектування і повинна бути не менше найменшої висоти насипу біля труби  $H_{\text{нас}} \geq H_{\min}$ .

При висоті насипу  $H_{\text{нас}} \leq 6,0$  м довжина труби без оголовоків

$$L = \left[ \frac{0,5B + m(H_{\text{нас}} - h_{\text{тр}})}{1 + mi_{\text{тр}}} + \frac{0,5B + m(H_{\text{нас}} - h_{\text{тр}})}{1 - mi_{\text{тр}}} + n \right] \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (4.13)$$

де  $B$  – ширина земляного полотна, м;

$m$  – коефіцієнт закладення укосів насипу – 1,5;

$H_{\text{нас}}$  – висота насипу біля труби, м;

$h_{\text{тр}}$  – діаметр круглої труби, м;

$i_0$  – похил труби, приймається рівним похилу лога біля споруди  $i_c$ ;

$n$  – товщина стінок оголовка, приймається 0,35 м;

$\alpha$  - кут між віссю дороги і труби.  
 При висоті  $H_{\text{нас}} > 6,0$  м довжина труби

$$L = \left[ \frac{0,5B - 1,5 + 1,75(H_{\text{нас}} - h_{\text{тр}})}{1 + 1,75i_{\text{тр}}} + \frac{0,5B - 1,5 + 1,75(H_{\text{нас}} - h_{\text{тр}})}{1 - 1,75i_{\text{тр}}} + n \right] \cdot \frac{1}{\sin \alpha}, \quad (4.14)$$

Повна довжина труби

$$L_{\text{тр}} = L + 2M, \quad (4.15)$$

де  $M$  – довжина оголовків (див.табл.4.10).

Визначення довжини круглих труб у дипломних проектах ведуть по комп'ютерній програмі shell.exe.

Таблиця 4.10 – Геометричні розміри круглих труб

Отвір $d$ , м	Вхідна ланка		Довжина оголовка $M$ , м	Висота насипу $H_{\text{нас}}$ , м	Товщина ланки $\delta$ , м
	Висота $h_{\text{вх}}$ , м	Дов- жина $l_{\text{вх}}$ , м			
1,00	1,20	1,32	1,78	<u>До 4,0</u> 4,1-7,0	<u>0,10</u> <u>0,12</u>
1,25	1,50	1,32	2,26	<u>До 4,0</u> <u>4,1-8,0</u> 8,1-20	<u>0,12</u> <u>0,14</u> <u>0,18</u>
1,50	1,80	1,32	2,74	<u>До 4,5</u> <u>4,6-9,0</u> 9,1-20	<u>0,14</u> <u>0,16</u> <u>0,22</u>
2,00	2,40	1,32	3,66	<u>До 5,0</u> <u>5,1-9,0</u> 9,1-20	<u>0,16</u> <u>0,20</u> <u>0,24</u>

Таблиця 4.11 – Геометричні розміри прямокутних труб

Отвір b x h	Вхідне кільце-секція		Довжина оголо- вка $\frac{M}{M, \text{ м}}$	Висота насіпу $H_{\text{нас}}, \text{ м}$	Товщина плити перекриття $\delta, \text{ м}$
	Висота $h_{\text{вх}}, \text{ м}$	Довжина $l_{\text{вх}}, \text{ м}$			
1,5x2,0	$\frac{2,0}{2,5}$	3,02	$\frac{3,20}{3,95}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,19}{0,30}$
2,0x2,0	$\frac{2,0}{2,5}$	3,02	$\frac{3,20}{3,95}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,22}{0,37}$
3,0x2,0	$\frac{2,0}{2,5}$	3,02	$\frac{3,20}{3,92}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,30}{0,47}$
2,0x3,0	$\frac{3,0}{3,5}$	3,02	$\frac{4,70}{5,45}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,22}{0,37}$
3,0x3,0	$\frac{3,0}{3,5}$	3,02	$\frac{4,70}{5,45}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,30}{0,47}$
4,0x3,0	$\frac{3,0}{3,5}$	3,02	$\frac{4,70}{5,45}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,36}{0,57}$
5,0x3,0	$\frac{3,0}{3,5}$	3,02	$\frac{4,70}{5,45}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,43}{0,68}$
6,0x3,0	$\frac{3,0}{3,5}$	3,02	$\frac{4,70}{5,45}$	$\frac{\text{До } 8,0}{8,1-20,0}$	$\frac{0,50}{0,76}$

#### 4.10 Розрахунок отворів малих мостів

Гідравлічні розрахунки отворів малих мостів проводять за схемою за-топленого або незатопленого водозливу з широким порогом у такій послідовності:

1. Розраховують витрати зливових  $Q_{зл}$  і талих  $Q_t$  вод. Вибирають розрахункову витрату  $Q_{роз}$ .

2. Визначають побутові характеристики водотоку: побутову глибину  $h_0$  та побутову швидкість потоку  $V_0$  (методом послідовного наближення):

а) призначають значення  $h_0$

б) для цієї глибини розраховують площу живого перерізу  $\omega_0$ , та гідравлічний радіус  $R_0$

$$\omega_0 = \frac{h_0^2}{2} \cdot (m_1 - m_2), \quad (4.16)$$

де  $m_1, m_2$  – коефіцієнти закладення схилу

Для трикутних русел приймають  $R_0 \approx 1/2 h_0$ , для прямокутних -  $R_0 = h_0$ ;

в) знаходять швидкість потоку

$$V_0 = W \sqrt{i_c}, \quad (4.17)$$

де  $W$  – швидкісна характеристика (табл.4.12) до якої коефіцієнт шоркості  $n$  має значення відносно характеристики русла (табл.4.13);

$i_c$  – похил лога у споруди.

г) для обчислення витрат води у живому перерізі потоку використовують формулу

$$Q = V_0 \cdot \omega_0, \quad (4.18)$$

Порівнюють витрату води  $Q$  з розрахунковою  $Q_{роз}$ .

Якщо обчислена і розрахункова витрати відрізняються одна від другої не більш ніж на 10%, то беруть призначені побутову глибину та швидкість. При більшій різниці призначають нове значення  $h_0$  і розрахунок повторюють. Більше трьох спроб знаходження  $h_0$  робити не слід. У цьому випадку по трьох точках будують графік залежності від  $Q = f(h_0)$  і по розміру розрахункової витрати  $Q_{раз}$  визначають  $h_0$  графічно.



Таблиця 4.12 – Швидкісна характеристика

R, м	Коефіцієнт шорсткості n					
	0,020	0,025	0,030	0,033	0,040	0,050
0,10	9,7	7,1	5,5	5,5	4,5	3,4
0,20	16,0	12,0	9,5	9,3	7,5	5,8
0,30	21,0	16,2	13,1	12,5	10,4	7,9
0,40	26,2	20,2	16,3	15,4	12,6	9,9
0,50	30,6	23,8	19,4	18,1	14,9	11,7
0,60	34,8	27,3	22,4	20,6	17,0	13,5
0,80	42,7	33,9	28,0	25,4	21,2	16,8
1,00	50,0	40,0	33,3	30,0	25,0	20,0
1,20	56,5	45,5	38,0	33,3	28,6	23,0
1,40	62,4	50,5	42,2	36,3	32,1	25,9
1,60	68,4	55,4	46,6	42,3	35,6	28,8
1,80	73,5	60,0	50,5	46,0	38,8	31,5
2,00	78,9	64,5	54,4	49,8	42,0	34,2
2,50	91,5	75,1	63,8	58,6	49,7	40,6
3,00	103,0	85,1	72,6	66,8	57,0	46,9
3,50	-	96,2	-	75,0	63,9	53,2
4,00	-	107,2	-	83,2	70,8	59,6
4,50	-	116,2	-	90,9	77,9	65,6
5,00	-	125,3	-	98,6	85,0	71,6
5,50	-	134,2	-	105,4	91,2	76,9
6,00	-	143,0	-	112,0	97,5	82,2
6,50	-	155,5	-	118,5	102,7	87,6
7,00	-	158,0	-	125,0	108,0	93,0
7,50	-	166,0	-	131,4	115,1	98,0
8,00	-	174,0	-	137,8	122,3	103,0

Таблиця 4.13 - Коефіцієнт шорсткості

Категорія русла	Характеристика русла	Коефіцієнт шорсткості $\mu$
1	2	3
1	Природні русла в дуже сприятливих умовах (чисті, прямі, земляні з вільною течією)	0,025
2	Русла, що займають проміжне положення між 1 і 3 категоріями. До них належать також галькові й гравійні русла з характеристиками, що збігаються з 1-ю категорією	0,0285
3	Русла постійних водотоків рівнинного типу (переважно великих і середніх річок) із сприятливим станом ложа і течії води	0,0333
4	Порівняно чисті русла постійних рівнинних водотоків, звивисті, з деякою розбіжністю в напрямі струменів або прямі, але з нерівним рельєфом дна (мілина, промивини, місцями каміння). Правильні, добре розроблені галькові русла гірських рік (у нижній течії). Земляні русла водотоку, що діють періодично (сухі логи) в сприятливих умовах	0,040
5	Русла великих і середніх річок, значно засмічені, звивисті і частково зарослі, кам'яністі, з неспокійною течією. Періодичні (зливові й весняні) водотоки, що несуть під час повені помітну кількість наносів з крупногалечним або покритим рослинністю (травою тощо) ложем. Заплави великих і середніх річок, помітно розроблені, покриті нормальною кількістю рослинності (трава, чагарник)	0,050
6	Русла періодичних водотоків, дуже засмічені та звивисті. Помірно зарослі, нерівні, погано розроблені заплави (промивини, чагарники, дерева, заводи). Порожисті ділянки рівнинних річок. Гальково-валунні русла гірського типу з нерівною поверхнею водного дзеркала	0,067
7	Русла і заплави, значно зарослі (із слабкою течією), з великими і глибокими промивинами. Валунні русла гірського типу з бурхливою пінистою течією і кострубатою поверхнею водного дзеркала (із злітаючими вверх бризками води)	0,080
8	Заплави такі самі, як і в попередній категорії, але з дуже неправильною, косоструменевою течією, заводами тощо. Русла гірського-водопадного типу з крупновалунною звивистою будовою ложа, яскраво вираженими перепадами, вода дуже піниста, білого кольору, шум потоку перевищує інші звуки, розмова між людьми утруднена	0,100

Продовження таблиці 4.13

1	2	3
9	Гірські річки з характеристикою потоку, як і в попередній категорії. Річки болотного типу (зарослі, купини, в багатьох місцях майже стояча вода тощо)	0,133
10	Потоки типу селевих, складені з гязі, каменю тощо. Глухі заплави, густо покриті лісом тайгового типу. Схили басейнів у природному стані	0,200

Таблиця 4.14 – Значення допустимих швидкостей залежно від типу укріплення русла:

Тип укріплення	Допустима швидкість, м/с
Засів травою	0,8
Одернування плиском	1,0
Одернування в стінку	1,8
Укріплений ґрунт завтовшки, см:5	1,0
10	2,5
Одиночне брукування на щебені каменем розміром, см:15	2,5
20	3,0
25	3,5
Подвійне брукування на щебені (шар не менше ніж 10 см) каменем розміром для нижнього шару 15 см і для верхнього шару 20 см	4,5
Бетон низьких марок	4,0...6,0
Бетонні плити	5,0...7,0

3. Визначають критичну глибину потоку

$$h_{кр} = \frac{\alpha \cdot V_{доп}^2}{g} \cong 0.1 \cdot V_{доп}^2, \quad (4.19)$$

де  $V_{доп}$  – допустима швидкість залежно від типу укріплення русла (табл. 4.14);

$\alpha$  - коректив швидкості, якій дорівнює 1.

4. Установлюють схему протікання потоку у підмостовому руслі малого моста:

$h_0 < 1,3h_{кр}$  – незатоплений водозлив

$h_0 \geq 1,3h_{кр}$  – затоплений водозлив.

5. Для відповідних схем протікання потоку обчислюють  $b$  та глибину води  $H$  перед спорудою:

а) при незатопленому водозливі

$$b = \frac{Q_{\text{раз}}}{1,33 \cdot \sqrt{H^3}}, \quad (4.20)$$

$$H = 1,46 \frac{V_c^2}{g}, \quad (4.21)$$

де  $V_c$  – швидкість у стисненому перерізі потоку;

$$V_c = 1,1 V_{\text{доп}}, \quad (4.22)$$

б) при затопленому водозливі

$$b = \frac{Q_{\text{роз}}}{h_0 V_c}, \quad (4.23)$$

$$H = h_0 + 0,05 \cdot \frac{V_c^2}{\varphi^2}, \quad (4.24)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт швидкості, який залежить від типу стояків:

$\varphi = 0,9$  – для стояків з конусами;  $\varphi = 0,85$  – з укiсними крилами;

$\varphi = 0,76$  – з забiрними стiнками.

6. Для перекриття розрахункового отвору моста приймають типові прольотні будови (табл. 4.15). Якщо одного розрахункового типового прольоту  $l_p$  не вистачає, приймають два прольоти або більше.

7. Найменша висота моста становить для схеми незатопленого водозливу

$$H_{\text{Мmin}} = 0,88H + Z + h_{\text{кон}}, \quad (4.25)$$

де  $Z$  – технічний запас низу прольотної будови над рівнем води, який дорівнює 0,5 м, а при корчеході або на сільових потоках – 1,0 м;

$h_{\text{кон}}$  – конструктивна(будівельна) висота прольотної будови (табл.4.15).

Найменша висота моста для схеми затопленого водозливу

$$H_{\text{Мmin}} = h_0 + Z + h_{\text{кон}}, \quad (4.26)$$

8. Довжина моста залежить від кількості прольотів, їх довжини та типу опори. При пальових опорах з забiрними стiнками довжина моста

$$L_M = \sum l_{\text{пр}} + \sum a, \quad (4.27)$$

Таблиця 4.15 – Основні розміри типових прольотних будов мостів

Серія типового проекту	Інвентарний номер	Найменування проекту	Довжина прольотної будівлі $l_{пр}, м$	Розрахунковий прольот $l_p, м$	Будівельна висота $h_{кон}, м$
3,503-12	384/43	Уніфікаційні збірні прольотні будівлі з попередньо-напруженого залізобетону	6,0	5,60	0,42
			9,0	8,60	0,57
			12,0	11,40	0,72
			15,0	14,40	0,72
			18,0	17,40	0,87
3,503-14	710/2	Збірні залізобетонні прольотні будівлі для автодорожніх мостів	12,0	11,40	1,02
			15,0	14,40	1,02
			18,0	17,40	1,17
			11,36	10,76	1,02
			14,06	13,46	1,02
			16,76	16,16	1,17
3,503-29	-	Збірні залізобетонні плитні мости	6,0	5,68	0,42
			9,0	8,68	0,57

де  $\Sigma l_{пр}$  – сума довжини прольотних будов;

$\Sigma a$  – сума зазорів між сусідніми прольотними будовами, приймається 0,05м.

При пальових опорах з конусами для розрахункового отвору моста  $b$  розрахункова довжина моста залежить від його фактичної висоти  $H$  м і визначається за формулами

- для незатопленого водозливу

$$(4.28) \quad L_p = b + 2 \cdot 1,5 \cdot (H_M - h_c) + \Sigma d + 2g,$$

- для затопленого водозливу

$$L_p = b + 2 \cdot 1,5 \cdot (H_M - h_0/2) + \Sigma d + 2g, \quad (4.29)$$

де  $h_c$  – глибина води під мостом при вільному протіканні потоку;  $h_c = 0,5H$ ;

$\Sigma d$  – сума ширини проміжних опор; при пальових опорах  $d=0,35$ м; при опорах-стінках  $d = 0,40$ м;

$g$  – відстань між вершинами конуса та початком чи кінцем моста;  $g = 32,5$  см = 0,325м.

У дипломних проектах розрахунки отворів малих мостів належить виконувати по програмі `mmost.exe`.

## 5 ДОРОЖНІЙ ОДЯГ

### 5.1 Типи нежорсткого дорожнього одягу

Проектування дорожнього одягу нежорсткого типу являє собою єдиний процес конструювання і розрахунку дорожньої конструкції на міцність, морозостійкість і осушення з техніко-економічним обґрунтуванням варіантів з метою вибору найбільш економічного за даних умов.

В залежності від строку служби і рівня надійності дорожній одяг нежорсткого типу поділяють на три типи: капітальний, полегшений і перехідний.

Типи дорожніх одягів нежорсткого типу, основні матеріали покриттів і область їх використання, згідно ДБН В.2.3-4:2007 наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Сфера застосування покриттів дорожнього одягу

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Матеріал верхнього шару покриття
Ia, Ib, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий I марки. Щебеневомастиковий асфальтобетон
III	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Щебеневомастиковий асфальтобетон
III, IV	Капітальний або полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, оброблені в'язучими методом змішування в установці чи на дорозі або просочуванням з улаштуванням поверхневої обробки
V	Перехідний	Кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені на дорозі в'язучими матеріалами або покращені добавками. Кам'яні матеріали розклинені

### 5.2 Початкові дані для проектування

Початковими даними для проектування дорожнього одягу є: район будівництва дороги (область); категорія дороги; перспективна (на 20 років) інтенсивність руху; склад транспортного потоку; щорічний приріст інтенсивності у відсотках; дорожньо-кліматична зона (див. рис. 1.1); район будівництва за ґрунтово-геологічними умовами; район будівництва за умовами робо-

ти дьогте- і асфальтобетону; тип місцевості за характером і ступенем зволоження; вид ґрунту земляного полотна; наявність місцевих дорожньо-будівельних матеріалів (щебеню, піску, бітуму тощо.); тип дорожнього покриття; розрахункове навантаження.

### 5.3 Завдання та принципи конструювання

Основними завданнями конструювання дорожнього одягу нежорсткого типу є:

- вибір типу покриття;
- призначення кількості конструктивних шарів основи;
- розміщення шарів у конструкції і попереднє призначення їх товщини;
- хисних заходів з урахуванням дорожньо-кліматичної зони, типу ґрунту робочого шару земляного полотна та схеми зволоження робочого шару на різних ділянках;
- попередня оцінка необхідності призначення додаткових морозозапопередня оцінка необхідності призначення заходів з осушення конструкції, а також для підвищення її тріщиностійкості;
- оцінка доцільності зміцнення чи поліпшення верхньої частини робочого шару земляного полотна.

При конструюванні дорожнього одягу нежорсткого типу необхідно керуватися наступними принципами:

а) тип дорожнього одягу та вид покриття, конструкція дорожнього одягу в цілому повинні задовольняти транспортно-експлуатаційні вимоги, які ставляться до дороги певної категорії з очікуваним у перспективі складом і інтенсивністю руху, з урахуванням зміни інтенсивності протягом заданих міжремонтних термінів і передбачуваних умов ремонту й утримування ;

б) конструкція одягу може бути прийнята типовою чи розроблена індивідуально для кожної ділянки або ряду ділянок, що характеризуються подібними природними умовами (ґрунт земляного полотна, умови зволоження, клімат, наявність місцевих дорожньо-будівельних матеріалів і т.ін.) з однаковими розрахунковими навантаженнями. При виборі конструкції дорожнього одягу для даних умов перевагу слід віддавати перевіреним на практиці в даних умовах типовій конструкції;

в) у районах, недостатньо забезпечених стандартними кам'яними матеріалами, допускається ( при відповідному обґрунтуванні ) застосовувати місцеві кам'яні матеріали , побічні продукти промисловості та ґрунти, властивості яких можуть бути поліпшені шляхом їх обробки в'язучими матеріалами (цементом, бітумом, вапном, активними золами віднесення та ін.). Одночасно треба прагнути до створення найменш матеріалоємної конструкції;

г) конструкція повинна бути технологічною і забезпечувати можливість максимальної механізації і автоматизації дорожньо-будівельних процесів. Для досягнення цієї мети кількість шарів і видів матеріалів у конструкції повинна бути мінімальною;

д) при конструюванні необхідно враховувати реальні умови проведення будівельних робіт (літня чи зимова технологія і ін.) і досвід служби доріг у конкретно заданому районі.

Конструктивні шари різної міцності в дорожньому одязі необхідно розташовувати у відповідності з епюрою напружень: більш міцні – зверху, менш міцні – внизу.

Модулі пружності суміжних шарів повинні відрізнятися не більше, ніж у 3-5 разів.

Водопоглинаюча здатність шарів повинна збільшуватись зверху вниз.

Більш дороговартісні шари слід намічати меншою товщиною, менш дороговартісні – більшою.

Мінімальна товщина конструктивних шарів, що рекомендується (у сантиметрах):

а) асфальтобетон крупнозернистий	10	
б) те ж, дрібнозернистий з розміром зерен:		
- до 20 мм	5	
- до 15 мм		4
- до 10 мм		3
1) піщаний	3	
2) холодний дрібнозернистий	5	
3) холодний піщаний	3	
в) щебеневі (гравійні) матеріали, оброблені органічними в'язучими	8	
г) щебінь, оброблений просоченням	8	
д) щебеневі і гравійні матеріали, не оброблені в'язучими, на піщаній основі	15	
е) те ж, на міцній основі ( кам'яному чи з укріпленого ґрунту)	8	
ж) ґрунти і маломіцні кам'яні матеріали, оброблені органічними, комплексними чи неорганічними в'язучими	12	
з) ґрунт підвищеної міцності	50	

З метою забезпечення сприятливих умов роботи прикрайкових смуг дорожнього одягу основу варто влаштовувати на 0,6 м ширше за проїжджу частину і зміцнювальну смугу, а додатковий нижній шар з піску чи іншого зернистого матеріалу укласти на 1м ширше за основу або на всю ширину земляного полотна.



На автомобільних дорогах I-II категорії крайку дорожнього одягу доцільно зміцнювати шляхом встановлення бортових каменів чи плит, влаштування монолітного бортика.

#### 5.4 Конструювання покриттів і основ капітальних дорожніх одягів

Капітальні дорожні одяги з асфальтобетонними покриттями застосовуються переважно на дорогах I, II і III категорії, на основних внутрішньогосподарських дорогах великих промислових підприємств і важливих будівельних об'єктів, а при відповідних техніко-економічних обрuntuваннях - і на дорогах IV категорії.

Вид, марку і тип асфальтобетону потрібно намічати в залежності від категорії дороги і кліматичних умов (див. табл.5.1). Для покриття в основному слід застосовувати щільний асфальтобетон I-II марок типів А,Б,В,Г. Для умов дорожньо-кліматичних зон У-I і У-II на дорогах I і II категорій переважно слід використовувати асфальтобетони типів Б і Г.

Для капітальних дорожніх одягів товщину асфальтобетонного покриття, що влаштовується з порівняно дорогих матеріалів, слід призначати близькою до мінімальної конструктивної, верхній шар основи капітальних дорожніх одягів потрібно влаштовувати, головним чином, з монолітних матеріалів - з пористого асфальтобетону, щебених сумішей, оброблених бітумною емульсією, фракційного щебеню, обробленого в'язким бітумом шляхом просочення, а також із фракційного щебеню, влаштованого за принципом розлинки дрібним щебенем чи гранульованим активним шлаком, укріпленого методом просочення цементно-піщаною сумішшю, а також цементобетоном.

При конструюванні верхніх шарів двошарових та одношарових нежорстких покриттів потрібно враховувати категорію дороги і дорожньо-кліматичне районування України за умовами роботи асфальтобетонних та дьогтебетонних покриттів, що наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Дорожньо-кліматичне районування України за умовами роботи асфальто- та дьогтебетонних покриттів

Позначення району	Річна кількість опадів, мм	Адміністративна область або її частина, що входять до району
1	2	3
А-1	550	Волинська, Рівненська, Житомирська (північна частина)
А-2	500-700	Львівська, Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Хмельницька, Житомирська (південна), Вінницька (північна), Київська (північно-західна), Тернопільська

Продовження таблиці 5.2

1	2	3
A-3	400-500	Київська (північно-східна), Чернігівська, Сумська, Черкаська (східна), Полтавська, Харківська (північна)
A-4	500	Вінницька (південна), Черкаська (західна), Київська (південна), Кіровоградська (північна), Дніпропетровська (північно-західна), Одеська (північна)
A-5	350	Миколаївська, Одеська (південна), Кіровоградська (південна), Дніпропетровська (південно-західна)
A-6	400-450	Дніпропетровська (східна), Донецька, Луганська, Харківська (південна)
A-7	400-450	Автономна республіка Крим, Херсонська, Запорізька

При конструюванні асфальтобетонних покриттів потрібно враховувати вид в'язучого, тип зернового складу, марку асфальтобетону. Параметри асфальтобетонних сумішей слід призначати за таблицею 5.3. Для нижніх шарів покриття та шарів основи з асфальто- і дьогтебетонних сумішей зернового складу і тип сумішей слід призначати за таблицею 5.4.

Загальна товщина верхніх шарів з матеріалів, що містять органічне в'язуче, орієнтовно призначається в залежності від потрібного модуля пружності:

Потрібний модуль

пружності, МПа            до 125    125-180    180-220    220-250    250-300

Товщина шару, см            4-6            7-12            12-18            18-22            22-24

Приклади конструкції капітальних одягів наведені на рисунку 5.1.

### 5.5 Конструювання покриттів і основ полегшених і перехідних дорожніх одягів

Дорожні одяги полегшеного типу з удосконаленими покриттями (асфальтобетонні, з чорного щебеню, з щебеню, обробленого в'язучим способом просочення, з щебенево-піщаних сумішей, оброблених органічним чи мінеральним в'язучим, з піщаних або супіщаних ґрунтів, оброблених органічним чи мінеральним в'язучим) доцільно застосовувати на дорогах III, IV категорій, а також при стадійному будівництві дорожніх одягів на дорогах II категорії. Попередньо товщину покриття з асфальтобетону для полегшених дорожніх одягів слід призначати від 4 до 6 см, а при використанні інших, вище-перелічених, матеріалів – від 6 до 8 см.

Таблиця 5.3 – Раціональні типи і марки асфальтобетону для різних регіонів України та категорій доріг

Позначення району	Марка бітуму	Категорія дороги							
		I		II		III		IV-V	
		Тип асфальтобетону	Марка асфальтобетону	Тип асфальтобетону	Марка асфальтобетону	Тип асфальтобетону	Марка асфальтобетону	Тип асфальтобетону	Марка асфальтобетону
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А-1	БНД 60/90 БНД 90/130	А*, Б, Г	I	А*, Б, Г, (В)	I(II)	Б, Г, (В, Д)	II	Б, В, Г, (Д)	III
	БНД 130/200	-	-	Б*, В, Г	I	Б, Г, В, Д	II	Б, В, Г	III
А-2	БНД 60/90 БНД 90/130	А*, Б, Г	I	А*, Б, Г, (В)	I(II)	Б*, Г, (В, Д)	II	Б, В, Г, (Д)	III
А-3	БНД 60/90 БНД 90/130	А*, Б, Г	I	Б, Г, (В)	I(II)	Б, В, Г, Д	II	Б, В, Г, (Д)	III
	БНД 130/200	-	-	Б*, В, Г	I	Б, В,	II	Б, В	III
А-4	БНД 60/90 БНД 90/130	А*, Б, Г	I	А*, Б, Г, (В)	I(II)	Б, Г, (В, Д)	II	Б, В, Г, (Д)	III
А-5	БНД 40/60 БНД 60/90	А*, Б, Г	I	А*, Б, Г, (В)	I(II)	А*, Б, Г, (В, Д)	II	Б, В, Г,	III
А-6	БНД 40/60 БНД 60/90	А*, Б, Г	I	А*, Б, Г, (В)	I(II)	Б, Г, (В, Д)	II	Б*, (В, Д)	III
	БНД 90/130 БНД 130/200	Б, Г	I	Б, Г, (В)	I(II)	Б*, (В, Д)	II	Б*, (В, Д)	III

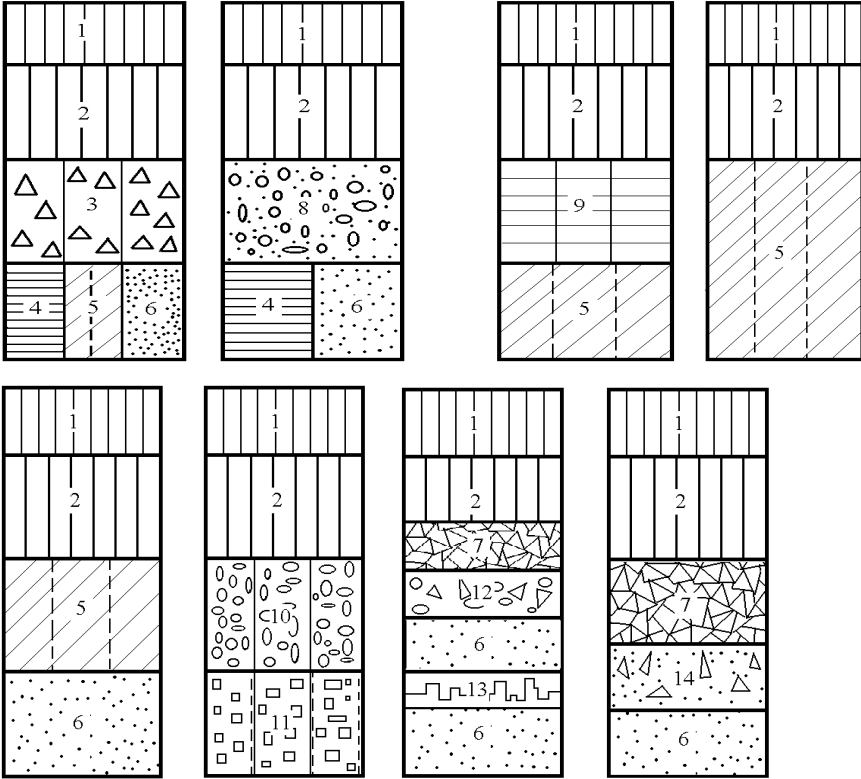
Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A-7	БНД 40/60 БНД 60/90	A*, Б, Г	I	A*, Б, Г, (В)	I(II)	Б, Г, (В, Д)	II	Б*, (В, Д)	III
<p><b>Примітка 1.</b> В сумішах типу А* вміст щебеню 50-55%</p> <p><b>Примітка 2.</b> В сумішах типу Б* вміст щебеню 35-45%</p> <p><b>Примітка 3.</b> Використання типів і марок асфальтобетонів, що розміщені в дужках, менш доцільно.</p> <p><b>Примітка 4.</b> Для доріг III і IV категорій на ділянках з легкими умовами руху допускається влаштування покриттів з асфальтобетонних сумішей типів В і Д. Такі покриття рекомендується також передбачати на велосипедних і пішохідних доріжках, на майданчиках павільйонів біля зупинок автобусів, на території автозаправочних станцій, майданчиках відпочинку і т.п.</p>									

Таблиця 5.4 – Рациональні типи асфальто- і дьогтебетонної сумішей для влаштування нижнього шару

покриття та основи дорожнього одягу

Назва шару	Категорія дороги			
	I	II	III	IV
Нижній шар покриття	Грубозерниста гаряча щільна асфальтобетонна суміш типу А і Б непереривчастого складу марки I	Грубозерниста гаряча щільна асфальтобетонна суміш типу А і Б непереривчастого складу. Грубозерниста гаряча пориста асфальтобетонна суміш непереривчастого складу	Грубозерниста гаряча суміш типу А і Б непереривчастого складу марки II та пориста асфальтобетонна суміш марки II. Дьогтебетонна щільна та пориста гаряча суміш I та II марки	Грубозерниста гаряча пориста асфальтобетонна суміш марки II, III. Гаряча пориста дьогтебетонна суміш марки II. Кам'яний матеріал, оброблений органічним в'язучим.
Основа	Гаряча пориста асфальтобетонна суміш марки II. Гаряча пориста дьогтебетонна суміш марки I	Гаряча пориста асфальтобетонна суміш марки II. Гаряча пориста дьогтебетонна суміш марки I	Гаряча пориста асфальтобетонна суміш марки II. Гаряча пориста дьогтебетонна суміш марки I. Гаряча високопориста суміш	Гаряча пориста дьогтебетонна суміш марки I. Кам'яний матеріал, оброблений органічним в'язучим. Гаряча високопориста суміш



1 - середньо- або дрібнозернистий асфальтобетон 1 марки; 2 - крупнозернистий пористий асфальтобетон або дьогтебетон; 3 – щебінь, укріплений цемент, бітумом або комплексним в'язучим; 4 - ґрунт підвищеної щільності; 5 - ґрунт, зміцнений неорганічним в'язучим; 6 - пісок, гравій, шлак (додатковий шар основи); 7 - щебінь з розклинкою; 8 - цементобетон низьких класів; 9 - ґрунт і матеріали, зміцнені комплексним в'язучим або активною золю-виносом; 10 – гравій, зміцнений цементом; 11 – гравій, зміцнений малими додатками цементу або ґрунт, оброблений рідким в'язучим; 12 - гравійна суміш з добавками дробленого щебеню; 13 - пінопласт; 14 - конструктивний теплоізоляційний шар із цементоґрунту з легким заповнювачем

Рисунок 5.1 – Конструкції капітальних одягів доріг I і II категорії

Основи для полегшених дорожніх одягів з удосконаленим покриттям призначають з монолітних або зернистих матеріалів. При цьому на дорогах III та IV категорій доцільно влаштовувати основу дорожнього одягу з чорного щебеню; щебенево-піщаних сумішей, оброблених емульсією та іншими в'язучими; різних матеріалів і ґрунтів, а також побічних продуктів промисловості, що оброблені неорганічними або комплексними в'язучими; щебених і щебенево-гравійних сумішей.

Дорожні одяги з покриттями перехідного типу (щебеневі і гравійні, що укріплені органічними, неорганічними чи комплексними в'язучими) доцільно передбачати на дорогах IV та V категорій, а також при стадійному будівництві дорожнього одягу на дорогах III категорії.

При проектуванні дорожніх одягів перехідного типу потрібно прагнути, щоб дорожній одяг складався з одного чи двох шарів.

Для покриттів, що влаштовують способом заклинки, застосовують фракційний щебінь з міцних гірських порід, щебінь з гірничорудних відходів і щебінь з малоактивних металургійних шлаків, що відповідають вимогам нормативних документів.

Приклади конструкцій з полегшених одягів доріг III-IV категорій наведені на рисунку 5.2, а з перехідними типами покриття доріг IV-V категорій – на рисунку 5.3.

## 5.6 Розрахункові навантаження

За розрахункову схему навантаження конструкції колесом автомобіля приймається пружний круговий штамп діаметром  $D$ , що передає рівномірно розподілене навантаження величиною  $p$ .

При проектуванні дорожніх одягів за розрахункові приймаються нормативні навантаження:

група  $A_1$  – для доріг Ia, Ib і II категорій;

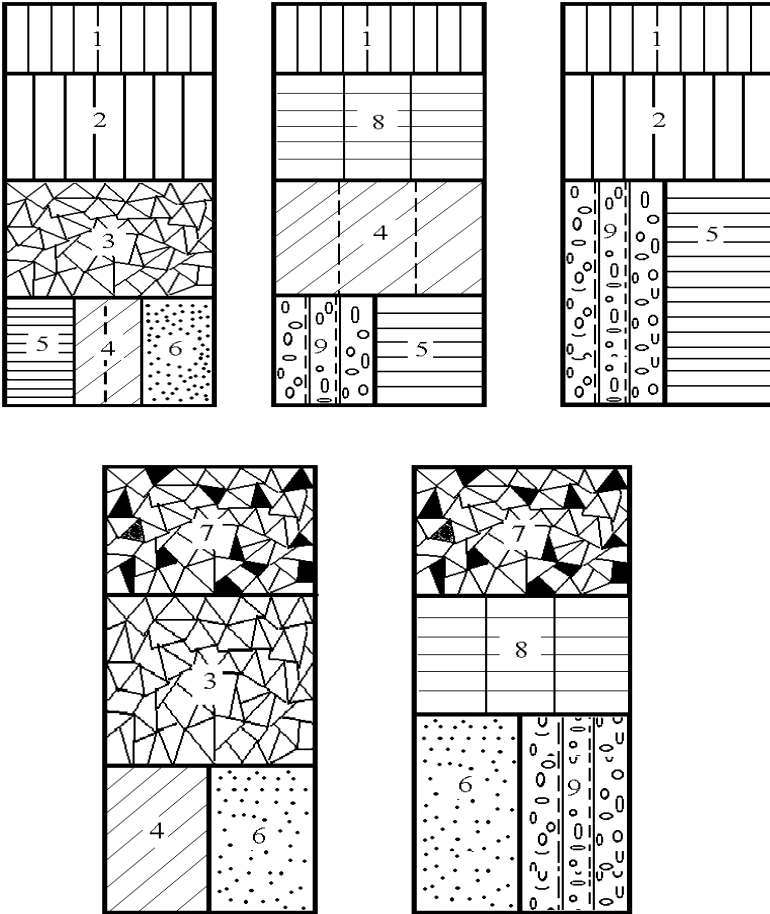
група  $A_2$  – для доріг III-IV категорій;

група Б – для доріг V категорії.

Розрахункові параметри навантаження наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахункові параметри нормативного навантаження

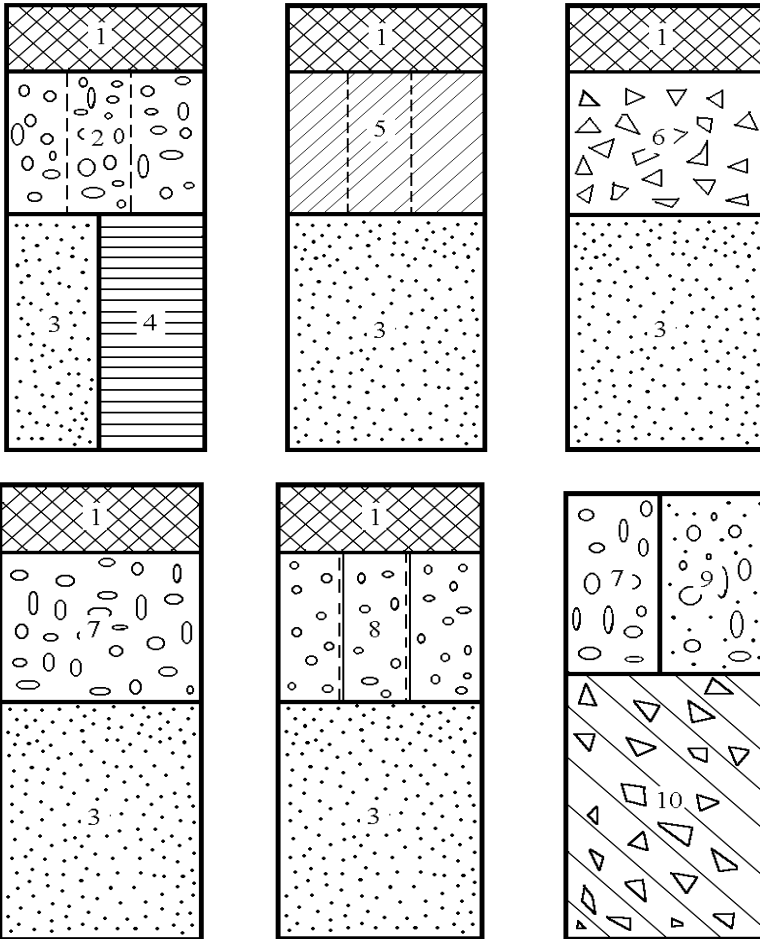
Група розрахункового навантаження	Нормативне статичне навантаження на вісь, кН	Нормативне статичне навантаження на покриття від колеса розрахункового автомобіля, $Q_{розр}$ , кН	Розрахункові параметри навантаження		
			$p$ , МПа	$D_n$ , см	$D_d$ , см
$A_1$	115	57,5	0,80	30,0	34,5
$A_2$	100	50	0,60	33,0	37,0
Б	60	30	0,50	28,0	32,0



: 1 - асфальтобетон дрібнозернистий II-III марок; 2 - крупнозернистий асфальтобетон або фракціонований щебінь (гравій), оброблений бітумом; 3 - підібрана щебенева (гравійна) суміш, щебінь з розклинкою; 4 – грунт, зміцнений неорганічним в'язучим; 5 - грунт підвищеної щільності; 6 - пісок, гравій, шлак; 7 - щебінь, оброблений органічним в'язучим в установці; 8 - грунт або матеріал, оброблений комплексним в'язучим; 9 - грунт або слабозміцнений кам'яний матеріал, оброблений органічним в'язучим; 10 - грунт підвищеної щільності

Рисунок 5.2 – Конструкції полегшених одягів доріг III-IV категорій





1 - поверхнева обробка; 2 - підібрані гравійні або піщані матеріали, зміцнені портландцементом; 3 - пісок, гравій, шлак; 4 - ґрунт підвищеної щільності; 5 – ґрунт, зміцнений неорганічним або рідким органічним в'язучим; 6 - щебінь; 7 - гравійна суміш; 8 - гравійна суміш з некондиційних матеріалів, зміцнених малими дозами цементу; 9 - гравійно-піщана суміш; 10 - ґрунт з додаванням щебеню

Рисунок 5.3 – Конструкції одягів доріг ІV-У категорій з перехідними типами покриття

Дорожній одяг розраховують на пропуск вантажних автомобілів і автобусів.

Розрахунок ведуть на перспективну інтенсивність і склад руху, що очікується на рік служби перед капітальним ремонтом.

Термін служби дорожнього покриття до капітального ремонту приймають по таблиці 5.6 в залежності від категорії дороги, інтенсивності руху, типу і матеріалу покриття.

Інтенсивність руху на початковий рік визначається за формулою

$$N_0 = \frac{N_{20}}{m_{20}}, \quad (5.1)$$

де  $N_{20}$  - перспективна інтенсивність руху на 20-й рік (згідно з вихідними даними);

$m_{20}$  - коефіцієнт, що показує збільшення інтенсивності руху даного року (20-го) відносно інтенсивності першого року експлуатації дороги (табл.2.2).

Таблиця 5.6 – Норми строків служби дорожніх одягів між капітальними та середніми ремонтами

Категорія автомобільної дороги	Інтенсивність руху, транс. одиниць/добу	Тип дорожнього одягу	Матеріал покриття	Строк експлуатації дорожнього одягу, років	
				до кап. ремонту	до серед. ремонту
1	2	3	4	5	6
I	понад 10000	капітальний	асфальтобетон	11	6
II	3000-10000	капітальний	асфальтобетон	12	5
III	1500-3000	капітальний	асфальтобетон	12	6
III	1500-3000	полегшений	чорнощобеневе (просочення)	10	5
III-IV	1000-3000	полегшений	асфальтобетон	13	6
IV	500-1500	полегшений	чорнощобеневе (просочення)	10	5
IV	500-1500	полегшений	чорнощобеневе (змішування на дорозі)	10	5
IV	150-500	перехідний	щобеневе	5	3
IV	150-500	перехідний	бруківка	15	5

Продовження таблиці 5.6

1	2	3	4	5	6
IУ-У	до 150	перехідний	цементогрунтове, маломіцні кам'яні матеріали, укріплені в'язучими матеріалами	6	3
У	менше 150	перехідний	фракційовані кам'яні матеріали, укріплені в'язучими	5	3

### 5.7 Розрахунок дорожнього одягу

Розрахунок дорожнього одягу за граничним пружним прогином, на стійкість проти зсуву в незв'язних або малозв'язних шарах, на розтягальне напруження в зв'язних шарах дорожнього покриття та на морозостійкість виконується на ПЕОМ за допомогою програмного комплексу CREDO за програмою РАДОН 2.2 [25].

Після завантаження програми РАДОН 2.2 на екрані монітора появляється вікно програми, яке включає наступні елементи управління:

- рядок заголовка, в якому розташовані піктограма програми, назва активного проекту, кнопки управління розміром вікна;
- рядок головного меню, що містить пункти головного меню, які розкриваються при виборі в список команд;
- панель інструментів, що містить кнопки швидкого доступу до команд головного меню;
- рядок стану, що містить поточну підказку і системну інформацію.

Вікно активного проекту до моменту виконання розрахунку не містить ніякої інформації.

Після натиску на кнопку „Создать” активізується „Расчет-1” і на випашому меню необхідно вибрати „Украина”. Потім натиском на відповідні кнопки вибрати і заповнити: „Климатические характеристики”, „Данные о дороге”, „Состав движения”, „Расчетная нагрузка”, „Слои конструкции”, „Режимы и условия расчета” і „Расчет”.

В „Климатических характеристиках” встановити ДКЗ, користуючись „Картой” установити дорожньо-кліматичний район і типовий ґрунт, тип місцевості за зволоженням, глибину промерзання та рельєф району. В „Данные о дороге” занести загальні дані: назву дороги, категорію, в особливостях розрахунку конструкції – відмітити „перегон”, зняти оцінку колієутворення, прийняти термін служби (згідно рекомендацій), занести поздовжні похили до і після перелому (5-10%) та висоту насипу (розрахункову робочу відмітку). На усіх пунктах, які не

передбачується виконувати, необхідно зняти прапорці активізації.

У вікно „Состав движения” занести відсоток приросту і інтенсивність на перший рік служби, склад руху або необхідний модуль пружності. У вікні „Расчетная нагрузка” занести інформацію згідно з п.5.6 (табл.5.5). У вікні „Слои конструкции” із бази даних вибрати необхідні матеріали. Матеріал для відміченого шару вибирається подвійним натиском лівої клавиші мишки.

У вікні „Режимы и условия расчета” задаються режими розрахунку, товщини шарів, надається можливість призначити шар, товщину якого можна змінювати, вказати його максимальну товщину і крок зміни в см. Після натиску на кнопку „Расчет” на вікні активного проекту з’являться результати розрахунку або рекомендації для корегування конструкції. Якщо результат розрахунку влаштовує проектувальника, його можна вивести на друк відповідною кнопкою.

Кожне діалогове вікно для збереження інформації закривається натиском на кнопку ОК або кнопку „Отмена” для відмови.

Результати розрахунку можна зберегти у вигляді файла з розширенням RDO або RTF у відповідній папці студента. Для цього необхідно після натиску на кнопки ФАЙЛ → сохранить как... вказати шлях до папки і назву файла.

## 5.8 Порівняння варіантів дорожнього одягу

Порівняння однотипних варіантів дорожнього одягу проводиться по вартості будівництва  $1\text{ м}^2$ , яке визначається за формулою

$$K_0 = \sum_{i=1}^n C_i \cdot h_i , \quad (5.2)$$

де  $C_i$  - вартість  $i$ -го шару, товщиною 1 см (табл. 5.7)

$h_i$  - товщина  $i$ -го шару.

Таблиця 5.7 – Орієнтовна вартість основних конструктивних шарів дорожнього одягу

№ п/п	Найменування шару	Одиниця виміру	Кількість	Орієнтовна вартість, грн.
1	2	3	4	5
1. Матеріали шарів покриття				
1	Гарячий асфальтобетон, щільний: Щебенево-мастичний асфальтобетон ЩМА-15	1 м <sup>2</sup>	1	12
2	Дрібнозерниста суміш	1 м <sup>2</sup>	1	11
3	Крупнозерниста суміш	1 м <sup>2</sup>	1	9,5
4	Піщана суміш	1 м <sup>2</sup>	1	10,5

Продовження табл. 5.7

1	2	3	4	5
5	Гарячий асфальтобетон, пористий: Крупнозерниста суміш	1 м <sup>2</sup>	1	8,75
6	Дрібнозерниста суміш	1 м <sup>2</sup>	1	9,75
7	Гарячий асфальтобетон, високопористий: Крупнозерниста суміш	1 м <sup>2</sup>	1	8,5
8	Дрібнозерниста суміш	1 м <sup>2</sup>	1	8,75
9	Холодний асфальтобетон	1 м <sup>2</sup>	1	7,0
10	Теплий асфальтобетон	1 м <sup>2</sup>	1	7,5
<b>2. Матеріали шарів основи</b>				
<b>А. Щебені, шлаки, суміші:</b>				
	Суглинок, укріплений бітумом (Е-150, 180)	1 м <sup>2</sup>	1	1,5-2,0
	Супісок, укріплений бітумом (Е-150, 200)	1 м <sup>2</sup>	1	1,7-2,2
	Кам'яна бруківка (Е-400, 500)	1 м <sup>2</sup>	1	10,0
	Піщано-гравійна суміш (Е-180)	1 м <sup>2</sup>	1	2,2
	Чорний щебінь (Е-600, 900)	1 м <sup>2</sup>	1	7,0
	Шлак активний (Е-350, 400)	1 м <sup>2</sup>	1	2,5
	Шлак малоактивний (Е-200, 300)	1 м <sup>2</sup>	1	2,0
	Рядовий шлак (Е-200)	1 м <sup>2</sup>	1	1,5
	Щебінь М 100-1400 (Е-400, 600) Щебінь М 800-1400 (Е-250, 350, 450) Щебенево-цементно-піщана суміш (Е-500)	1 м <sup>2</sup>	1	2,7-3,0
<b>Б. Маломіцні кам'яні матеріали</b>				
	Гравійна суміш	1 м <sup>2</sup>	1	2,2-2,7
<b>В. Крупно-уламочні ґрунти та гравійно-піщані суміші, укріплені в'язучим</b>				
22.	КУГ та ГПС, оптимізовані цементом (Е-300-900)	1 м <sup>2</sup>	1	4,0-5,0
	КУГ та ГПС, оброблені в'язким бітумом (Е-250)	1 м <sup>2</sup>	1	5,0
23.	КУГ та ГПС, укріплені цементом (Е-280-550)	1 м <sup>2</sup>	1	3,7-4,2
24.	КУГ та ГПС, укріплені комплексним в'язучим (Е-300-700)	1 м <sup>2</sup>	1	3,5-4,0

## Продовження таблиці 5.7

1	2	3	4	5
25.	КУГ та ГПС, оптимізовані бітумом (емульсія) (Е-250-350)	1 м <sup>2</sup>	1	2,7-3,2
26.	КУГ та ГПС, не оптимізовані комплексним в'язучим (Е-280-800)	1 м <sup>2</sup>	1	3,0-3,75
27.	КУГ та ГПС, не оптимізовані цементом (Е-250-700)	1 м <sup>2</sup>	1	2,75-3,5
28.	КУГ та ГПС, не оптимізовані композ. (Е-300-450)	1 м <sup>2</sup>	1	2,5-3,0
29.	КУГ та ГПС, не оптимізовані бітумом (емульсія) (Е-200-300)	1 м <sup>2</sup>	1	2,5-3,0
30.	Пісок, супісок, укріплені комплексним в'язучим (380-750)	1 м <sup>2</sup>	1	3,0-3,75
31.	Пісок, укріплений цементом (Е-260-650)	1 м <sup>2</sup>	1	3,0-4,0
32.	Пісок, супісок, укріплені композ. в'язучим	1 м <sup>2</sup>	1	1,5-2,0
33.	Пісок, супісок, укріплені бітумом (емульсією) (220-300)	1 м <sup>2</sup>	1	2,0-2,5
34.	Побічні продукти, укріплені комплексним в'язучим (Е-320-700)	1 м <sup>2</sup>	1	2,5-4,0
35.	Побічні продукти, укріплені цементом (Е-320-700)	1 м <sup>2</sup>	1	2,75-4,5
36.	Побічні продукти, укріплені композ. в'язучим (Е-200-350)	1 м <sup>2</sup>	1	2,5-3,0
37.	Побічні продукти, укріплені комплексним в'язучим (Е-180-250)	1 м <sup>2</sup>	1	2,5-2,75
38.	Супісок, суглинок, укріплені комплексним в'язучим (Е-150-600)	1 м <sup>2</sup>	1	1,5-2,5
39.	Супісок, суглинок, укріплені мінеральним в'язучим (Е-120-500)	1 м <sup>2</sup>	1	2,0-2,5
40.	Супісок, суглинок, укріплені композ. в'язучим (Е-100-300)	1 м <sup>2</sup>	1	1,5-2,0
41.	Супісок, суглинок, укріплені емульсією (Е-180-250)	1 м <sup>2</sup>	1	1,5-2,0
42.	Супісок, глини, укріплені мінеральним в'язучим (Е-180-330)	1 м <sup>2</sup>	1	1,75-2,25

Закінчення таблиці 5.7

1	2	3	4	5
Г. Піски (по ВБН)				
	А. Піски крупні Б. Піски середні В. Піски мілкі	1 м <sup>2</sup>	1	1,2-1,5

Порівняння різнотипних варіантів дорожнього одягу слід провадити за сумарними витратами, приведеними до початкового року, які можуть бути визначені за формулою

$$P_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{нп}}} \cdot \left[ K_0 + \sum_1^n K_{\text{кр}} \cdot \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^{t_{\text{кр}}}} \right] + \sum_1^m C_{\text{ср}} \cdot \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^{t_{\text{ср}}}} + \sum_1^{t_n} C_{\text{пр}} \cdot \frac{1}{(1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (5.3)$$

де  $E_{\text{н}} = 0,12$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$E_{\text{нп}} = 0,08$  - нормативний коефіцієнт приведення;

$K_{\text{кр}}$  - витрати на капітальний ремонт;

$t_{\text{кр}}$  - рік виконання капітального ремонту (табл. 5.5);

$n$  - кількість капітальних ремонтів за строк порівняння;

$C_{\text{ср}}$ -витрати на середній ремонт;

$m$  - кількість середніх ремонтів за строк порівняння;

$C_{\text{кр}}$  - витрати на поточний ремонт та утримання;

$t_{\text{ср}}$  – рік виконання середнього ремонту (табл. 5. );

$t_n$  - строк порівняння варіантів;

$t$  - період часу від року проведення витрат до року, коли ці витрати виконуються;

Витрати  $K_{\text{кр}}, C_{\text{ср}}, C_{\text{пр}}$  визначаються в частках від витрат на нове будівництво (табл.5.8).

Коефіцієнти приведення витрат  $1/(1+E_{\text{нп}})^t$  і їх сума визначається за табл. 5.9.

Таблиця 5.8 - Розрахункові показники витрат на капітальний середній і поточний ремонті і отримання дорожнього одягу і обочин

Категорія дороги	Покриття	Норма витрат на один ремонт, % від вартості будівництва		
		капітальний	середній	поточний і утримання за рік
I,II	Цементобетонне	34.2	4.1	0.3155
	Асфальтобетонне	42.0	5.1	0.549
III	Асфальтобетонне	43.2	1.0	0.715
	Щебенево, оброблене бітумом, поверхневою обробкою	48.7	7.9	0.9781
IV,V	Гравійне, оброблене бітумом на місці, з поверхневою обробкою	49.6	8.4	1.915
	Щебенево з подвійною поверхневою обробкою	53.1	9.0	1.59

Таблиця 5.9 - Коефіцієнти для приведення витрат

t	$\frac{1}{(1+E_{nn})^t}$	$\sum \frac{1}{(1+E_{nn})^t}$	t	$\frac{1}{(1+E_{nn})^t}$	$\sum \frac{1}{(1+E_{nn})^t}$
1	0.926	0.926	11	0.429	7.319
2	0.858	1.784	12	0.397	7.536
3	0.794	2.578	13	0.368	7.904
4	0.735	3.313	14	0.340	8.244
5	0.681	3.994	15	0.315	8.559
6	0.630	4.624	16	0.292	8.851
7	0.583	5.207	17	0.270	9.121
8	0.540	5.747	18	0.250	9.371
9	0.500	6.247	19	0.232	9.603
10	0.463	6.710	20	0.215	9.818



## 6 ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО

### 6.1 Визначення відміток по осі дороги

Початковими даними для проектування поздовжнього профілю дороги являються: норми і обмеження, передбаченні ДБН В.2.3-4:2007; накреслений поздовжній профіль поверхні землі по осі дороги; рекомендована робоча відмітка; контрольні точки проектної лінії. Відмітки пікетів та плюсових точок на поверхні землі визначають по карті користуючись методами інтерполювання та екстраполювання.

При кресленні поздовжнього профілю використовуються масштаби:

горизонтальний	-1:5000
вертикальний	-1:500
вертикальний для ґрунтів	-1:50

Поздовжній профіль виконується на аркушах форматів А3хп (420х891; 420х1189; 420х1486). При рівнинному рельєфі допускається використовувати аркуші формату А4хп (297х1051; 297х1261; 297х1471).

### 6.2 Визначення контрольних точок і рекомендованої робочої відмітки

Нанесенню проектної лінії на поздовжній профіль передую визначення контрольних точок і рекомендованої робочої відмітки. Контрольними є відмітки головок залізничних рейок, відмітки існуючих автомобільних доріг, що їх перетинає траса проектованої дороги, відмітки проїзної частини штучних споруд, відмітки бровок земляного полотна, тощо. В курсовому чи дипломному проєкті більшість контрольних відміток визначаються в розділі “Штучні споруди”.

Рекомендована робоча відмітка визначається за найменшим перевищенням поверхні покриття над рівнем ґрунтових і поверхневих вод, а також над рівнем поверхні землі з незабезпеченим поверхневим стоком. У відкритих степових місцях рекомендовану відмітку визначають з умов перевищення бровки насипу над рівнем снігового покриву на 1,2м для доріг I категорії; 0,7м для доріг II категорії; 0,6 для доріг III категорії; 0,5м для доріг IV категорії і 0,4 для доріг V категорії. При визначенні рекомендованої робочої відмітки слід керуватись вимогами табл. 6.1 [5].

### 6.3 Поздовжній профіль

Основною і самою відповідальною роботою, що виконується при проектуванні поздовжнього профілю, являється нанесення проектної лінії. При нанесенні проектної лінії необхідно забезпечити:

плавність шляху і допустиму величину позовжних похилів(уклонів), дозволяючих автомобілям розвивати високі швидкості;  
відвід води від земляного полотна і осушення смуги відводу;  
проходження дороги через контрольні точки, що мають задані висотні відмітки (підрозділ 6.2);  
зручність механізованого виконання земляних робіт .

Проектну лінію слід наносити в залежності від категорії дороги і складності рельєфу за обгортальною чи січною, використовуючи шаблони вертикальних кривих і таблиці М.М.Антонова [7]. Допускається нанесення проектної лінії у вигляді ломаної з наступним вписанням вертикальних кривих. Вертикальні криві вписуються при алгебраїчній різниці похилів на переломах проектної лінії 5‰ і більше на дорогах I і II категорій , 10‰ і більше - на дорогах IV категорії, і 20‰ і більше на дорогах IV і V категорій.

В пояснювальній записці необхідно відмітити місця з мінімальними радіусами і максимальними похилами, пояснити причини їх використання.

#### 6.4 Поперечні профілі земляного полотна

В пояснювальній записці необхідно навести опис типів поперечних профілів, що призначаються в залежності від висоти насипу чи глибини виїмки. Типи поперечних профілів призначаються відповідно з таблицями М.О.Мітіна [8]. Прийняті типи поперечних профілів креслять на ватмані чи на міліметровці в масштабі 1:100. Наводяться довжини ділянок з різними типами поперечників

#### 6.5 Об'єми земляних робіт

В курсовому проекті об'єми земляних робіт визначаються за таблицями [8] або розраховуються за формулами у відповідності з прийнятими типами поперечних профілів по середній відмітці на ділянці дороги.

В дипломному проекті об'єми земляних робіт необхідно розраховувати на ПЕОМ користуючись програмою "volum.exe", яка знаходиться в каталозі "ОВЈОМ".

## 7. ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

При проектуванні автомобільних доріг варіанти дороги, які розглядаються, порівнюються за експлуатаційно-технічними та економічними показниками. Найкращим буде варіант, який забезпечує кращі дорожні умови для роботи транспортних засобів та буде більш економічним.

### 7.1 Порівняння варіантів дороги за експлуатаційно–технічними показниками

Експлуатаційно – технічні показники (табл.7.1) впливають на швидкість та продуктивність автомобілей. Високі показники запроєктованої дороги дозволяють зробити роботу автотранспорту більш економічною. Найдоцільнішим буде той варіант, в якого більше переваг по показниках за таблицею 7.1.

Таблиця 7.1-Експлуатаційно-технічні показники

№ п/п	Показники	Варіант		Переваги варіанту	
		I	II	I	II
1	Довжина траси ,км				
2	Коефіцієнт подовження				
3	Кількість кутів повороту				
4	Середня величина кута поворота				
5	Мінімальний радіус повороту				
6	Забезпечення видимості ,м				
7	Найбільший поздовжній похил, ‰				
8	Довжина ділянки з найбільшим похилом , ‰				
9	Мінімальний радіус вертикальних кривих, м: випуклих увігнутих				
10	Кількість пересічень в одному рівні, шт				
11	Довжина ділянок, що проходять по болоту, км				
12	Довжина ділянок, що проходять у лісі, км				
13	Довжина ділянок на сільськогосподарських землях, км				
14	Кількість труб, шт./м: $d_1=$ $d_2=$				
15	Кількість мостів, шт./м				
16	Об'єми земляних робіт, м <sup>3</sup> насипи виймки				

## 7.2 Економічне порівняння варіантів дороги

Порівняння варіантів проводиться на основі зіставлення сумарних зведених витрат. Період порівняння варіантів  $t_c$  беруть рівним терміну служби дороги—20 рокам. Зведені витрати за період порівняння варіантів визначають за формулою:

$$P_{\text{пр}} = \frac{E_n}{E_{\text{нп}}} \cdot K_{\text{пр}} + \sum_1^t \frac{C_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (7.1)$$

де  $E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності для дорожнього будівництва  $E_n=0,14$ ;

$E_{\text{нп}}$  - нормативний коефіцієнт ефективності для приведення різноманітних витрат до базового періоду  $E_{\text{нп}}=0,08$ ;

$K_{\text{пр}}$  - зведені одноразові витрати для кожного варіанта, знаходять за формулою 7.2;

$\sum_1^t \frac{C_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t}$  - поточні щорічні витрати, які визначають за формулою 7.3.

Зведені до одного базового часу одноразові витрати визначають за формулою

$$K_{\text{пр}} = K + \sum_1^{\bar{h}} \frac{K_{\text{кр}}}{(1 + E_{\text{нп}})^{t_{\text{кр}}}}, \quad (7.2)$$

де  $K$  - капітальні вкладення в будівництво дороги, тис.грив. (табл.7.4);

$K_{\text{кр}}$  - витрати на капітальний ремонт (табл.7.3);

$p$  - кількість капітальних ремонтів за строк порівняння ;

$t_{\text{кр}}$  - строк між капітальними ремонтами (табл.5.2).

Поточні щорічні витрати визначають за формулою:

$$\sum_1^t \frac{C_t}{(1 + E_{\text{нп}})^t} = \sum_1^m \frac{C_{\text{сер.р}}}{(1 + E_{\text{нп}})^t} + \sum_1^{t_c} \frac{C_{\text{пр}}}{(1 + E_{\text{нп}})^t} + \sum_1^{t_c} \frac{T_p(1+b)^t \cdot S}{1000 \cdot (1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (7.3)$$

де  $C_{\text{сер.р}}$  - витрати на середній ремонт (табл 7.3);

$C_{\text{пр}}$  - витрати на поточний ремонт (табл 7.3);

$m$  - кількість середніх ремонтів за строк порівняння ;

$b$  - відсоток щорічного приросту інтенсивності руху;

$S$  - середня собівартість перевезень (табл.2.1);

$T_p$  - транспортна робота у вихідному році.

$$T_p = D \cdot N_o \cdot \Gamma \cdot \beta \cdot \gamma \cdot L, \quad (7.4)$$

де  $D$  - кількість робочих днів у році;

$N_o$  - інтенсивність вантажного руху;  
 $\Gamma_{\text{сер}}$  - середня вантажопідйомність автомобіля, кН;  
 $\beta$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності, що приймається 0,9-0,95;  
 $\gamma$  - коефіцієнт використання пробігу, що приймається 0,6-0,7;  
 $L$  - довжина варіанту дороги;

Постійні величини  $C_{\text{сер.р.}}$ ,  $C_{\text{пр.}}$ ,  $\frac{T_p}{1000}$  у формулі (7.3) можуть бути винесені за знак суми і тоді формула 7.3 приймає вигляд

$$\sum_1^t \frac{C_t}{(1+E_{\text{нп}})^t} = C_{\text{сер.р.}} \sum_1^m \frac{1}{(1+E_{\text{нп}})^t} + C_{\text{пр.}} \sum_1^{t_0} \frac{1}{(1+E_{\text{нп}})^t} + \frac{T_p \cdot S}{1000} \cdot \sum_1^{t_c} \frac{(1+b)^t}{(1+E_{\text{нп}})^t}. \quad (7.5)$$

Значення коефіцієнтів приведення  $\frac{1}{(1+E_{\text{нп}})^t}$ ,  $\sum_1^{t_0} \frac{1}{(1+E_{\text{нп}})^t}$  наведені в

табл. 5.9, а  $\sum_1^{t_c} \frac{(1+b)^t}{(1+E_{\text{нп}})^t}$  в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 - Коефіцієнти приведення при  $E_{\text{нп}} = 0,08$

b Рік	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02
2	1,81	1,84	1,87	1,90	1,92	1,95	1,97	2,00	2,03	2,06
3	2,63	2,68	2,75	2,79	2,84	2,90	2,95	3,00	3,06	3,11
4	3,39	3,47	3,58	3,65	3,74	3,82	3,91	4,00	4,09	4,21
5	4,11	4,23	4,37	4,48	4,61	4,73	4,86	5,00	5,14	5,30
6	4,78	4,94	5,12	5,27	5,45	5,63	5,81	6,00	6,20	6,42
7	5,40	5,61	5,84	6,04	6,27	6,51	6,75	7,00	7,26	7,56
8	5,99	6,24	6,52	6,78	7,07	7,37	7,67	8,00	8,34	8,72
9	6,63	6,84	7,17	7,49	7,85	8,21	8,59	9,00	9,43	9,90
10	7,05	7,40	7,80	8,18	8,60	9,04	9,51	10,00	10,52	11,10
11	7,52	7,93	8,39	8,84	9,33	9,86	10,41	11,00	11,63	12,32
12	7,97	8,44	8,96	9,48	10,05	10,65	11,30	12,00	12,75	13,57
13	8,39	8,91	9,50	10,09	10,74	11,44	12,19	13,00	13,87	14,84
14	8,78	9,36	10,01	10,68	11,42	12,21	13,07	14,00	15,01	16,13
15	9,15	9,79	10,50	11,24	12,07	12,96	13,94	15,00	16,16	17,45

Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	9,49	10,19	10,97	11,79	12,71	13,71	14,80	16,00	17,32	18,79
17	9,81	10,57	10,42	12,32	13,33	14,43	15,65	17,00	18,49	20,15
18	10,11	10,92	11,84	12,82	13,93	15,15	16,50	18,00	19,67	21,54
19	10,39	11,26	12,25	13,31	14,51	15,85	17,34	19,00	20,86	22,96
20	10,65	11,58	12,64	13,78	15,08	16,54	18,17	20,00	22,06	24,41

Витрати на капітальний  $K_{кр}$ , середній  $C_{сер,р}$ , поточний ремонт та утримання  $C_{пр}$  визначають, як частку від капітальних вкладень в будівництво дороги  $K$ . Норми витрат на один ремонт та собівартість автомобільних перевезень в залежності від типу покриття приведені у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Розрахункові показники витрат на капітальний, середній та поточний ремонт, утримання дороги та собівартість перевезень

Покриття	Норма витрат на один ремонт, % до вартості будівництва.			Собівартість перевезень
	капітальний	середній	Поточний та утримання	
1	2	3	4	5
Цементобетонне	3,42	4,1	0,316	0,15-0,25
Асфальтобетонне	42,0	5,1	0,550	
Щебенево, оброблене бітумом	48,7	7,9	0,978	0,25-0,30
Гравійне, оброблене бітумом	49,6	8,4	1,915	0,30-0,35
Грунтове, оброблене органічним в'язучим	50,6	9,0	1,625	0,40
Грунтове покращене	48,5	7,5	1,245	0,45

Капітальні вкладення в будівництво дороги  $K$  у курсовому та дипломному проекті допускається визначати за зведеним кошторисним розрахунком вартості (табл. 7.4).

Таблиця 7.4-Зведенний кошторисний розрахунок вартості

№ п/п	Найменування робіт та витрат	Одиниці виміру	Кількість одиниць виміру	Орієнтовна вартість (грн.)	Загальна кошторисна вартість (грн.)
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Підготовчі роботи					
1.	Відновлення та закріплення траси	км	1	500	
2.	Рекультивация земель, узятих у тимчасове використання	га	1	600	
3.	Валяння дерев твердих порід діаметром до 16 см	100 шт.	1	250	
4.	Корчування вкритих у верхніх шарах торфозалежій пнів та залишків деревини корчувачами роторними на тракторі потужністю 59 кВт (80 л.с.) в торф'яних ґрунтах	га	1	275	
5.	Зрізка середнього чагарника та мілколісся в ґрунтах природного залягання кущорізами на тракторі потужністю 79 кВт (108 л.с.)	га	1	260	
6.	Корчування пнів в ґрунтах природного залягання корчувачами-збирачами на тракторі потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням пнів до 5 м, діаметр пнів до 24 см	100 пнів	1	350	
7.	Трельовка деревини на відстань до 300 м тракторами потужністю 79 кВт (108 к.с.), діаметр стовбурів до 20 см	100 шт.	1	1500	
	Разом по розділу I				

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5	6
Розділ II. Земляне полотна					
а) земляні роботи					
1.	Розробка ґрунту у відвал екскаваторами „драглайн” або „зворотна лопата” об’ємом ковша 0,65 (0,5-1,0) м <sup>3</sup> , I група ґрунтів	1000 м <sup>3</sup>	1	1960	
2.	Розробка ґрунту у відвал екскаваторами „драглайн” або „зворотна лопата” об’ємом ковша 0,65 (0,5-1,0) м <sup>3</sup> , II група ґрунтів	1000 м <sup>3</sup>	1	2470	
3.	Транспортування ґрунту до 5 км	1000 м <sup>3</sup>	1	13390	
4.	Транспортування ґрунту до 10 км	1000 м <sup>3</sup>	1	23160	
5.	Транспортування ґрунту до 15 км	1000 м <sup>3</sup>	1	29380	
6.	Розробка ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) при переміщенні ґрунту до 20 м, група ґрунтів I	1000 м <sup>3</sup>	1	1100	
7.	Розробка ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) при переміщенні ґрунту до 30 м, група ґрунтів I	1000 м <sup>3</sup>	1	1600	
8.	Ущільнення ґрунту причіпними котками на пневмоколесному ході масою 25 т за 6 проходів при товщині шару 30 см	1000 м <sup>3</sup>	1	2190	
9.	Поливка водою при ущільненні ґрунту насипів	1000 м <sup>3</sup>	1	1840	
10.	Планування укосів та полотна насипу механізованим способом, група ґрунтів I	1000 м <sup>2</sup>	1	610	



Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4	5	6
б) укріпні роботи					
11.	Укріплення обочин гравійною сумішшю товщиною 12 см	1000м <sup>2</sup>	1	12530	
12.	Укріплення укосів земляних споруд посівом багаторічних трав механізованим способом з поливкою	100м <sup>2</sup>	10	15780	
13.	Укріплення укосів земляного полотна збірними бетонними плитами товщиною від 8 до 16 см	100м <sup>2</sup>	1	131590	
	Разом по розділу II				
Розділ III. Штучні споруди					
1.	Труби круглі залізобетонні діаметром d, м				
	d=1,0	п.м.	1	4340	
	d=1,25	п.м.	1	5840	
	d=1,50	п.м.	1	8050	
	d=2,0	п.м.	1	11960	
2.	Труби прямокутні зі збірного бетону отвором bхh, м				
	1,5х2,0	п.м.	1	16910	
	2,0х2,0	п.м.	1	18720	
	2,0х3,0	п.м.	1	23600	
	3,0х2,0	п.м.	1	26600	
3.	Малі мости	п.м.	1	38750	
4.	Середні мости	п.м.	1	84970	
5.	Великі мости	п.м.	1	116510	
	Разом по розділу III				
Розділ IV. Дорожній одяг.					
	Конструктивні шари (див. розділ 5)				
	Разом по розділу IV				
Разом по розділу I- IV					

Закінчення таблиці 7.4

1	2	3	4	5	6
Розділ V. Будівлі та споруди дорожньої та автотранспортної служб					
Прийняти 3% від підсумку по розділах I-IV					
Розділ VI. Пересічення та примикання					
Прийняти 2,5% від підсумку по розділах I- IV					
Розділ VII. Обстановка та приладдя дороги					
Прийняти 3% від підсумку по розділах I-IV					
Разом по розділу I-VII					
Розділ VIII. Тимчасові будівлі та споруди					
Прийняти 4,17% від підсумку по розділах I-VIII					
Разом по розділу I-VIII					
Розділ IX. Інші роботи та витрати					
Прийняти 3% від підсумку по розділах I-VIII					
Разом по розділу I-IX					
Розділ X. Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд)					
Прийняти 2,5% від підсумку по розділах I-IX					
Розділ XI. Підготовка експлуатаційних кадрів – не передбачено					
Розділ XII. Проектно-вишукувальні роботи					
Прийняти 4% від підсумку по розділах I-IX					
Разом по розділу I-XII					
Резерв коштів на непередбачені роботи та витрати					
Прийняти 6% від підсумку по розділах I-XII (К).					
Кошти на покриття ризиків усіх учасників будівництва					
Прийняти 2% від підсумку по розділах I-XII (Р)					
Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (И)					
Прийняти 2% від підсумку по розділах I-XII					
Усього (гл. I-XII+K+P+И)					
Податок на додаткову вартість 20% від усього					
Разом з ПДВ					

## 8 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.

Спеціальною частиною проекту можуть бути: розробка умов відносно пропуску нестандартних автомобілів чи автопоїздів; проектування земляного полотна на слабій основі (болота); розрахунок природного укосу з розробкою заходів по його закріпленню; проектування придорожньої греблі; проект пересічення доріг в одному чи різних рівнях; проект примикання під'їзної дороги до магістральної; вертикальне планування ділянки дороги в межах населеного пункту; оцінка варіантів траси за умов безпеки руху, витрати палива, швидкості руху розрахункових автомобілів, тощо .

При розробці спеціальної частини проекту необхідно користуватись спеціальною літературою і методичними рекомендаціями кафедри.

### ВИСНОВКИ

У висновках надаються результати техніко-економічного порівняння варіантів, основні технічні і економічні показники прийнятого варіанту.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Большая Советская Энциклопедия. – М.: Сов.Энциклопедия. – 1970-1978.
2. Украинская Советская Энциклопедия. – Киев: Гл. ред. Укр. Сов. Энциклопедия. – 1978-1985.
3. Справочник по климату СССР. – Л.:Гидрометиздат, 1969. – Вып.10. – Ч.4. – 695с.
4. Строительная климатология и геофизика: СниП 2.01.01-82. – [Действующие от 1982-06-01]. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с. – (Строительные нормы и правила СССР).
5. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-3:2007. [Чинні від 2007-03-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 91 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186-2004. – [Чинні від 2005-01-01]. – К.: Укравтодор, 2004. – 176 с. – (Відомчі будівельні норми України).
7. Антонов Н.М. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах / [Антонов Н.М., Боровков Н.А., Бычков Н.Н., Фриз Ю.Н.] – М.: Транспорт, 1968. – 200 с.
8. Митин Н.М. Таблицы для подсчета объёмов земляного полотна автомобильных дорог / Митин Н.М. – М.: Транспорт, 1977. – 544 с.
9. Ганьшин В.Н. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых / Ганьшин В.Н., Хренов Л.С. – К.: Будівельник. 1974. – 430 с.
10. Ксенодохов В.И. Таблицы для проектирования и разбивки клотоидной трассы автомобильных дорог / Ксенодохов В.И. – М.: Транспорт, 1969. – 296 с.
11. Красильщиков И.В. Проектирование автомобильных дорог / Красильщиков И.В., Елизаров Л.В. – М.: Транспорт, 1985. – 216 с.
12. Проектирование автомобильных дорог. Справочник инженера дорожника [ Федотов Г.А., Григорьев М.А., Федоров В.И. и др.] под ред.Г.А.Федотова. – М.: Транспорт, 1989. – 437 с.
13. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог. Ч.1: [Учебн. для студ. высш. учебн. завед.] / Бабков В.Ф., Андреев О.В. – М.: Транспорт, 1987. – 368 с.
14. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог. Ч.2: [Учебн. для студ. высш. учебн. завед.] / Бабков В.Ф., Андреев О.В. – М.: Транспорт, 1987. – 415 с.
15. Білятинський О.А. Проектування автомобільних доріг. Ч.1: [Підруч. для вищих навч. закл.] /Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старавойда В.П. Хом'як Я.В. – К.:Вища школа, 1997. – 518 с.

16. Білятинський О.А. Проектування автомобільних доріг. Ч.2: [Підруч. для вищих навч. закл.] /Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старавойда В.П. Хом'як Я.В. – К.:Вища школа, 1997. – 518 с.
17. Система проектной документации для строительства. Автомобильные дороги. Земляное полотно и дорожная одежда. Рабочие чертежи: ГОСТ 21.511-83. – [Действующие от 1985-01-01]. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 26 с. – (Госстандарт СССР).
18. Автомобильные дороги. Примеры проектирования / [Андреев О.В., Бабков В.Ф., Дивочкин О.А. и др.] под ред. В.С. Порожнякова. – М.:Транспорт,1983. – 303 с.
19. Технические указания по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог: ВСН 103-74. – [Действующие от 1975-01-01]. – М.: Транспорт, 1975. – 62 с. – (Ведомственные строительные нормы СССР).
20. Гохман В.А. Пересечения и примыкания автомобильных дорог / Гохман В.А., Визгалов В.М. – М.: Высш.шк., 1977. – 312 с.
21. Лобанов Е.М. Проектирование и изыскания пересечений автомобильных дорог / [Лобанов Е.М., Визгалов В.М., Шевяков А.П. и др.] – М: Транспорт, 1972. – 232 с.
22. Милашечкин А.А. Узлы автомобильных дорог / Милашечкин А.А., Гохман В.А. – М: Транспорт, 1966. – 356 с.
23. Федотов Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог / Федотов Г.А. – М: Транспорт, 1986. – 318 с.
24. Определение расчетных гидрологических характеристик: СНиП 2.01.14-83. – [Действующий от 1983-01-01]. – М: Стройиздат, 1985. – 36 с. – (Строительные нормы и правила СССР).
25. CREDO. Программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог. РАДОН 2.2 – Расчет дорожных одежд. Руководство пользователя. – Минск: Кредо-Диалог, 2006. – 108 с.