

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА ПОСЕЛЕНЬ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 193 – «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2020

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Вулично-дорожня мережа поселень» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладачі: д. т. н., проф. В. В. Артамонов,
старш. викл. М. Г. Василенко,
к. т. н., старш. викл. П. Б. Міхно

Рецензент к. т. н., доц. І. М. Шелковська

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № _____ від _____

Голова методичної ради _____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Перелік практичних робіт.....	6
Практична робота № 1 Проектування траси автодороги загального користування у плані.....	6
Практична робота № 2 Проектування траси автодороги загального користування у повздовжньому профілі.....	8
Практична робота № 3 Проектування траси автодороги загального користування у поперечному профілі.....	11
Практична робота № 4 Гідравлічний розрахунок малих мостів.....	14
Практична робота № 5 Розрахунок отворів водоперепускних труб.....	19
Список літератури.....	24
Додаток А Критерії оцінювання знань студентів.....	25

ВСТУП

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт розроблені відповідно до робочої навчальної програми з навчальної дисципліни «Вулично-дорожня мережа поселень» і визначають методику та порядок їх виконання.

Навчальна дисципліна «Вулично-дорожня мережа поселень» логічно пов'язана із іншими дисциплінами підготовки студентів спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр», такими як: «Планування та забудова поселень», «Архітектура», «Інженерне обладнання територій», «Містобудівельна оцінка міських територій».

Виконання практичних робіт має на меті закріплення теоретичного матеріалу та одержання практичних навичок щодо проектування траси автодороги загального користування у плані, повздовжньому та поперечному профілях, а також гідравлічного розрахунку отворів водоперепускних труб та малих мостів.

Практичні роботи виконують після опрацювання рекомендованої літератури та відповідного лекційного матеріалу.

У результаті виконання практичних робіт з навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- теоретичні основи інженерного забезпечення поселень;
- методи проектування плану, повздовжнього та поперечного профілів автодоріг;
- умови роботи та принципи проектування штучних споруд на автодорогах;

уміти:

- ухвалювати обґрунтовані рішення;
- володіти математичним апаратом галузі геодезії та землеустрою;
- демонструвати знання і розуміння методів і технологій вишукування, проектування і експлуатації інженерних споруд;

- складати план траси автомобільної дороги;
- проектувати повздовжній та поперечний профілі автодороги;
- проектувати водоперепускні споруди на автодорогах.

Отримані навички студенти можуть застосовувати в майбутній професійній діяльності під час проектування автодоріг загального користування. Основні проблеми у цій сфері в Україні пов'язані із станом дорожнього покриття автодоріг. У зв'язку із цим тенденції теоретичних та практичних досліджень вулично-дорожньої мережі поселень полягають у вдосконаленні технології, методів і засобів для ремонту та будівництва автодоріг.

Практичні роботи виконуються після опрацювання рекомендованої літератури та відповідного лекційного матеріалу. Кожен студент отримує електронну версію методичних вказівок і виконує один варіант завдання.

Результати виконання кожної роботи студенти відображають і оформляють у звіті на аркушах форматом А4.

У звіті наводять мету, завдання, вихідні дані, формули, необхідні схеми та креслення, результати розрахунків і висновки.

Оцінка кожної практичної роботи визначається викладачем за якістю розрахунків, графічних побудов, відповідей на контрольні питання.

Критерії оцінювання практичних робіт наведено в додатку А.

Розподіл балів, що отримують студенти за результатами вивчення навчальної дисципліни «Вулично-дорожня мережа поселень», наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл балів за видами робіт

Вид занять	Сума
Лекції	10
Практичні роботи	30
Поточний контроль:	
– модульна контрольна робота № 1;	15
– модульна контрольна робота № 2;	15
– розрахунково-графічна робота	30
Усього:	100

ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Практична робота № 1

Тема. Проектування траси автодороги загального користування у плані

Мета: засвоїти методику проектування траси автодороги загального користування у плані.

Прилади й обладнання: калькулятор, циркуль-вимірювач, масштабна лінійка.

Короткі теоретичні відомості

Трасою лінійної споруди називають проектну вісь лінійної споруди, положення якої визначене на топографічній карті та на місцевості. У плані траса складається із прямих ділянок, з'єднаних горизонтальними кривими.

Проектування траси лінійної споруди на топографічних картах і планах називають камеральним трасуванням. Положення траси на місцевості визначається рельєфом та контурними перешкодами.

Під час трасування дотримуються таких вимог:

- трасу прокладають по найкоротшій лінії між суміжними перешкодами, вздовж меж землекористувань, угідь, полів сівозмін та робочих ділянок;
- вершини кутів повороту вибирають по середині між перешкодами, виходячи із дотримання граничного ухилу ($i = 30 \text{ ‰}$) на кожній ділянці траси;
- лінійні водні перешкоди, наявні автомобільні та залізничні шляхи перетинають під кутом близько 90° (з можливим відхиленням у межах 30°);
- контурні перешкоди перетинають у найвужчому місці;
- радіуси кругових кривих бажано приймати: $R \geq 2000 \text{ м}$.

Завдання до теми

Запроектувати на топографічній карті (рис. 1.1) у масштабі 1:25000 варіант траси автомобільної дороги загального користування за найкоротшим і найкращим напрямком з урахуванням наведених вище вимог; визначити значення основних елементів траси та техніко-експлуатаційні показники

дороги: довжину траси, середню величину кута повороту, граничний ухил траси, кількість перетинань із перешкодами, довжину ділянки траси із максимальним повздовжнім ухилом, довжину ділянки, що проходить через ліс.

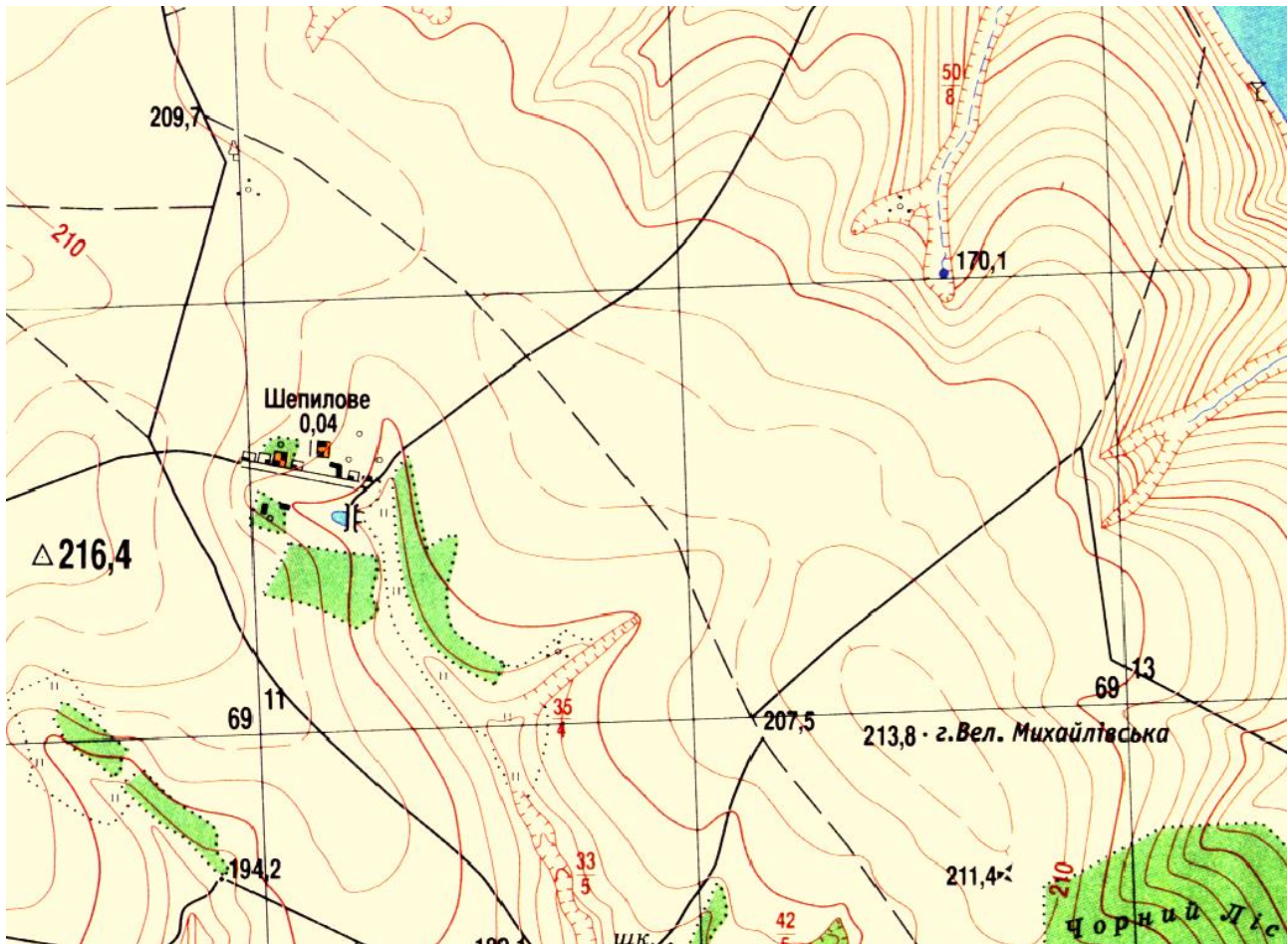


Рисунок 1.1 – Фрагмент навчальної топографічної карти масштабу 1:25000

Прямі ділянки траси вимірюють на карті масштабною лінійкою із точністю 2,5 м. Кути повороту та азимути прямих ділянок траси вимірюють геодезичним транспортиром із точністю 0,5°.

Контрольні питання

1. Поняття траси автомобільної дороги.
2. Елементи траси автомобільної дороги.
3. Техніко-експлуатаційні показники автомобільної дороги.
4. Порівняння варіантів траси автомобільної дороги.
5. Способи проектування траси автодороги у плані.

Література: [1; 3; 5, с. 114–130].

Практична робота № 2

Тема. Проектування траси автодороги загального користування у повздовжньому профілі

Мета: навчитися проектувати трасу автодороги загального користування у повздовжньому профілі.

Прилади й обладнання: калькулятор.

Короткі теоретичні відомості

Повздовжнім профілем дороги є розріз земельного полотна вертикальною площиною, проведеною через вісь дороги.

У повздовжньому профілі траса складається із ліній різного ухилу. Для забезпечення видимості та плавності руху суміжні прямі ділянки траси сполучають між собою вертикальними кривими за алгебраїчної різниці ухилів більше 5 ‰ (для доріг I та II категорій), 10 ‰ (для доріг III категорії), 20 ‰ (для IV і V категорій).

Повздовжній профіль складають на підставі пікетажного журналу, журналу технічного нівелювання, матеріалів топографічного знімання смуги місцевості вздовж дороги (по 50 м у кожний бік від осі дороги), геологічного обстеження ґрунтів.

Повздовжній профіль доріг оформляють на міліметровому папері переважно у масштабах: 1:2000 (горизонтальний), 1:200 (вертикальний).

На поздовжній профіль наносять: лінію фізичної поверхні землі за віссю дороги (чорну), позначки пікетів і характерних точок місцевості (перегинів рельєфу, урізів води, перетинань з межами різних угідь), проектну лінію бровок земляного полотна (червону), ухили та позначки проектної лінії, робочі позначки, розріз ґрунту за віссю дороги із зазначенням товщини ґрунтового шару, рівня ґрунтових вод, типу місцевості за зволоженням тощо.

Поздовжній профіль оформляють на міліметровому папері так, щоб вертикальна лінія штампа сітки профілю праворуч і верхня горизонтальна лінія співпадали з жирними лініями сітки міліметрівки. Умовний рівень для накреслення профілю лінії землі поєднують з верхньою лінією сітки

повздожнього профілю. Значення умовного рівня приймають кратним 5 м для забезпечення зручності накреслення лінії поверхні землі та проектної лінії.

Під час нанесення проектної лінії на повздожній профіль дотримуються таких вимог:

- проектну лінію суміщують із позначками початку і кінця траси, мінімальними позначками бровки земляного полотна на перетині мостів, труб, шляхопроводів тощо);

- ухил проектної лінії на окремих ділянках не повинен перевищувати гранично допустимого нормативного повздожнього ухилу, у виїмці ухил не має бути менше 5 ‰;

- точки зміни ухилів мають збігатися з пікетами або плюсовими точками;

- на рівнинній місцевості проектну лінію прокладають у насипі з дотриманням певних вимог та врахуванням товщини снігового покриття;

- радіуси опуклих та увігнутих вертикальних кривих у повздожньому профілі мають відповідати нормативним вимогам;

- проектну лінію наносять із урахуванням балансу нульових робіт, за якого об'єм виїмки приблизно дорівнює об'єму насипу на суміжних ділянках та в цілому по трасі;

- об'єм земляних робіт має бути мінімально можливим;

- між спусками та підйомами необхідно проектувати горизонтальні ділянки, довжиною не менше 100 м.

Точки, у яких лінія профілю місцевості перетинається з проектною лінією і в яких не виконують земляних робіт, називаються точками нульових робіт. На місцевості положення таких точок визначається відстанями до найближчих пікетів або плюсових точок.

Завдання до теми

На підставі плану траси автомобільної дороги, запроєктованого у практичній роботі № 1, скласти повздожній профіль за прикладом рис. 2.1. Позначки поверхні землі у пікетах і характерних точках визначити за горизонталями (рис. 1.1) методом інтерполяції. Для зручності і точності

обчислень проектні позначки кінців окремих ділянок траси вибрати так, щоб ухили цих ділянок були кратні тисячним.

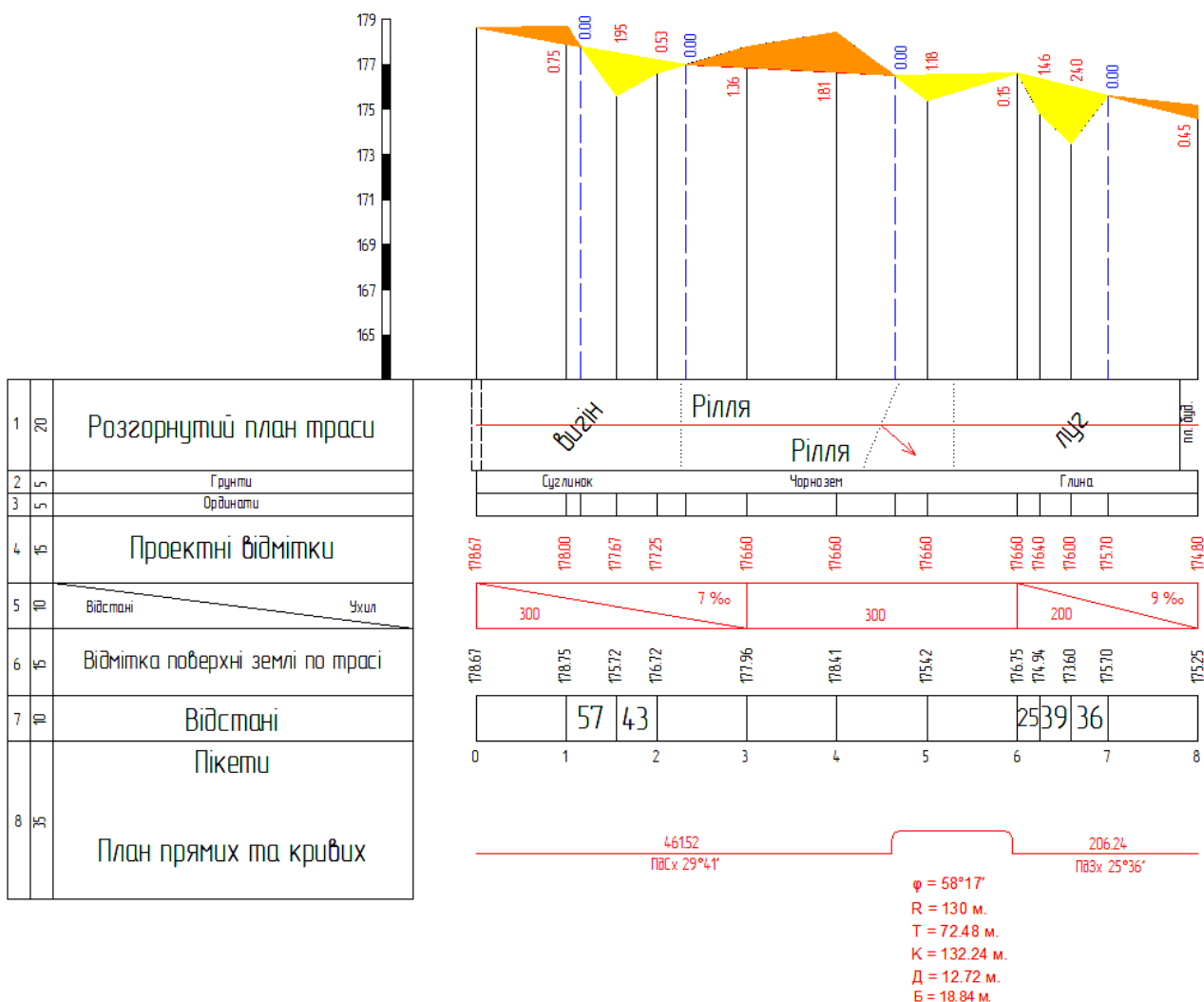


Рисунок 2.1 – Приклад оформлення повздовжнього профілю траси дороги

Розрахунок червоних позначок, ухилів, робочих позначок, відстаней до точок нульових робіт здійснюють за формулами, наведеними в Методичних вказівках [7].

Контрольні питання

1. Елементи повздовжнього профілю.
2. Вимоги до нанесення проектної лінії на повздовжній профілю.
3. Сутність методу інтерполяції.
4. Оформлення повздовжнього профілю.
5. Вихідні дані для складання повздовжнього профілю.

Література: [3; 4, с. 203–215; 7].

Практична робота № 3

Тема. Проектування траси автодороги загального користування у поперечному профілі

Мета: навчитися проектувати поперечний профіль траси автодороги загального користування.

Прилади й обладнання: калькулятор, циркуль-вимірювач.

Короткі теоретичні відомості

Поперечний профіль траси – це лінія перетину траси вертикальною площиною, перпендикулярною до її поздовжньої осі. Основними елементами поперечного профілю траси автодороги є характерні елементи земляного полотна. На поперечному профілі розміщують такі основні елементи (рис. 3.1):

1) *проїзну частину* – головний конструктивний елемент дороги, покритий дорожнім одягом;

2) *узбіччя* – бокові смуги, що примикають до проїзної частини, є упором для дорожнього одягу, та призначені для короткочасної вимушеної зупинки автомобіля та розміщення будівельних матеріалів під час ремонту дороги;

3) *водовідвідні споруди* – поздовжні рови (кювети, кювети-резерви і резерви), призначені для відведення від земляного полотна поверхневої води;

4) *обрізи* – крайні смуги між водовідвідними спорудами та межами смуг відведення землі під дорогу; призначені для влаштування об'їзного шляху, складання будівельних матеріалів, розміщення захисних насаджень;

5) *смуга відводу* – ділянка землі, відведена під будівництво дороги.

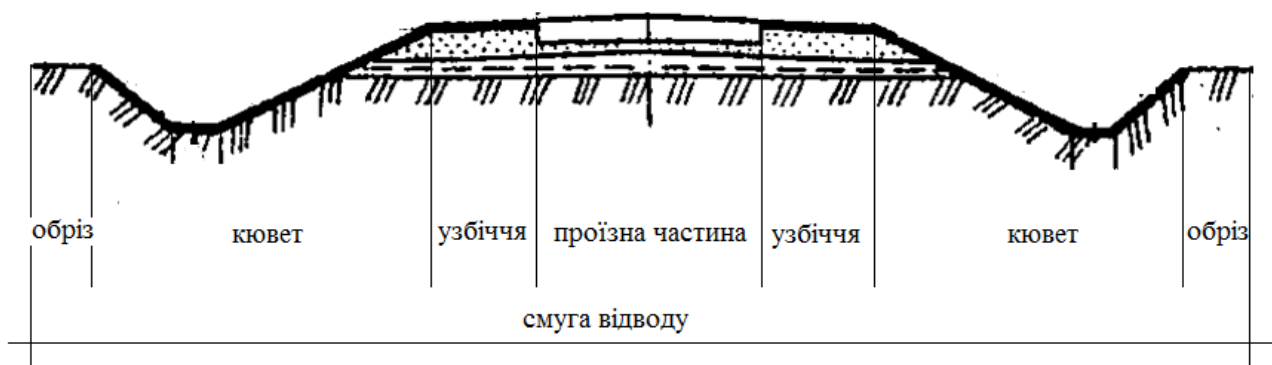


Рисунок 3.1 – Схема основних елементів земляного полотна автодороги

На поперечному профілі дороги також позначають лінію профілю місцевості, позначки фізичної поверхні землі, проектні позначки, робочі позначки, відстані до точки нульових робіт, відстані до перпендикулярів поперечника, проектні ухили (рис. 3.2) [10].

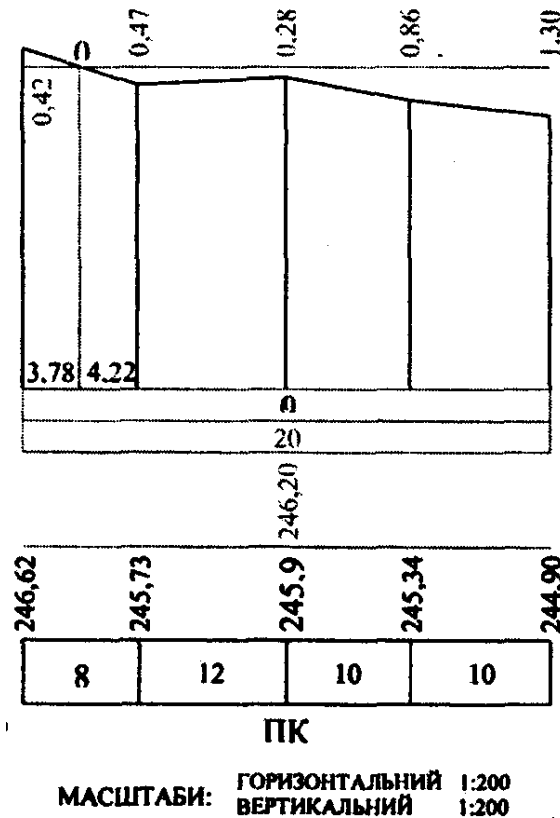


Рисунок 3.2 – Приклад поперечного профілю автомобільної дороги

Поперечний ухил проїзної частини дороги у типових профілях при двоскатному ухилі беруть залежно від типу дорожнього покриття [3]:

- цементно-асфальтобетонний – 15–20 ‰;
- бруківка, мозаїкові, клінкерні, бруківка – 20–25 ‰;
- щебневі, гравійні матеріали, оброблені органічними в'язучими матеріалами – 20–25 ‰;
- бруківки з колотого та брукового каменю, ґрунт, укріплений місцевими матеріалами – 30–40 ‰.

При двоскатному поперечному профілі поперечні ухили узбіч беруть на 10–30 ‰ більшими від поперечних ухилів проїзної частини.

Залежно від матеріалу укріплення узбіч беруть такі поперечні ухили узбіч:

- в'язучі матеріали – 30–40 %;
- гравій, щебінь, шлак, кам'яні матеріали та бетонні плити – 40–60 %;
- дернування або засівання трав – 50–60 %.

Параметри смуг руху автомобільних доріг загального користування і під'їздів до промислових підприємств беруть за ДБН В.2.3-4:2015 [3].

Таблиця 3.1 – Параметри смуг руху автомобільних доріг

№ пор.	Показник	Категорії доріг					
		I-а	I-б	II	III	IV	V
1	Кількість смуг руху	4; 6; 8	4; 6	2	2	2	1
2	Ширина смуги руху, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	–
3	Ширина узбіччя, в тому числі, м: зупинкової смуги разом з укріпленою смугою узбіччя, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
	укріпленої смуги узбіччя, м	2,5	2,5	2,5	–	–	–
	розділювальної смуги, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	–
	укріпленої смуги на розділювальній смугі, м	6,0	3,0	–	–	–	–
		0,75	0,5	–	–	–	–

Завдання до теми

Завдання. З урахуванням характеру рельєфу вздовж траси, запроектованої у завданнях 1 і 2 дороги III класу, підібрати тип дорожнього покриття, матеріали укріплення, тип поперечного профілю, поперечні ухили проектних елементів поперечного профілю. Скласти поперечний профіль траси для ПК 3.

Контрольні питання

1. Що позначає точка нульових робіт?
2. Як визначають проектні ухили прямих ділянок траси або елементів земляного полотна?
3. Що позначає робоча позначка?
4. Як визначають проектні та робочі позначки пікетів та плюсових точок?
5. Основні елементи земляного полотна автодороги.
6. Елементи поперечного профілю автодороги.

7. Як наносять проектну лінію на поперечний профіль?
8. Оформлення поперечного профілю.
9. Вихідні дані для складання поперечного профілю.
10. Як визначають відстань до точки нульових робіт?

Література: [3; 4, с. 28–34; 9].

Практична робота № 4

Тема. Розрахунок отворів водоперепускних труб

Мета: навчитися обчислювати.

Прилади й обладнання: калькулятор.

Короткі теоретичні відомості

Для забезпечення стоку періодичних і талих водотоків з малих водозбірних басейнів на ділянках прокладання дороги застосовують малі водоперепускні споруди, які є найбільш складними і важливими з дорожніх споруд.

Основною метою гідравлічних розрахунків малих водопропускних споруд на дорогах є визначення їх отвору та напору перед ним для запобігання підмивання конструкцій.

Отвором водоперепускної споруди називається її найбільший горизонтальний розмір у світлі в площині, перпендикулярній напрямку руху потоку. Для круглих труб отвір дорівнює їх внутрішньому діаметру; для багатоочкових – сумі внутрішніх діаметрів усіх труб; для мосту – ширині потоку по вільній поверхні в розрахунковому перерізі підмостового русла.

Водопропускні труби на розрахункові витрати проектують, зазвичай, для безнапірного режиму роботи. Допускаються напівнапірний і напірний режими роботи водопропускних труб. Тоді під оголовками і ланками треба передбачати фундаменти, або навіть протифільтраційні екрани.

Отвір (висота у просвіті) труби призначається не менше:

– 1,0 м – за довжини труби (або за відстані між оглядовими колодязями, між коліями на станціях) до 20 м;

- 1,25 м – за довжини труби від 20 м до 30 м;
- не менше ніж 0,8 м – на з'їздах і дорогах III категорії та нижче, у разі влаштування в межах труби бистротоку (ухил 10 % і більше) та огорожі на вході.

За довжини труби більше 30 м виконується індивідуальний розрахунок отвору. При цьому отвір приймається не меншим за 1,25 м.

Водоперепускні труби проектують у такій послідовності: встановлюють вихідні дані для визначення витрат води; визначають витрати від злив і сніготанення, обчислюють розрахункову витрату; підбирають найбільш економічний отвір типової труби; визначають мінімальну висоту насипу біля труби, обчислюють довжину труби за фактичної висоти насипу (робочої позначки на поздовжньому профілі).

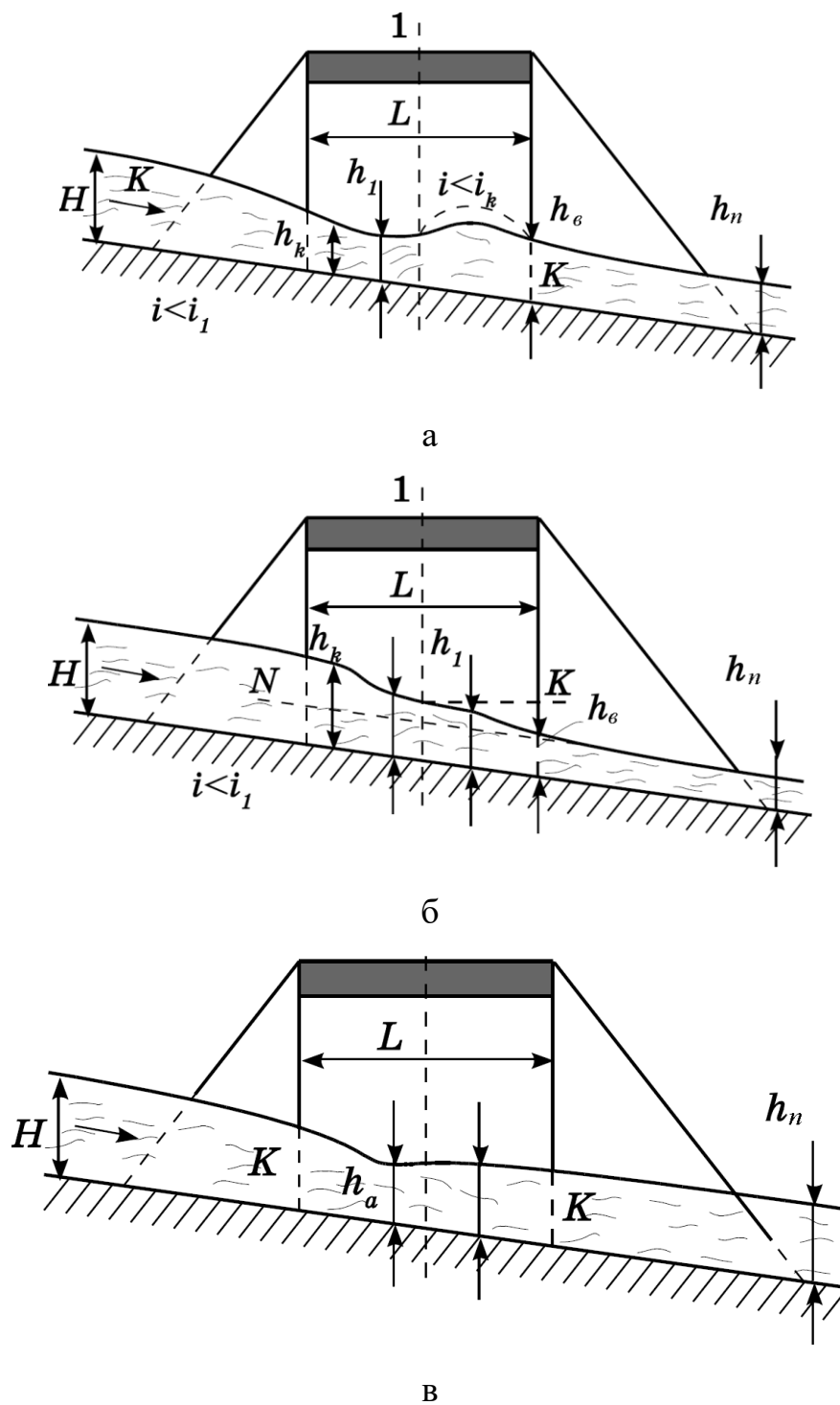
Допускається влаштування одно-, дво- або тричкових труб.

Режим протікання води в трубах (рис. 4.1 [8]) може бути:

- *безнапірний*, якщо $H \leq 1,2 \cdot h_{mp}$ (H – напір води перед трубою, h_{mp} – висота труби) і по всій довжині труби є вільна поверхня;
- *напівнапірний*, якщо $1,2 \cdot h_{mp} < H \leq 1,4 \cdot h_{mp}$ і тільки на вхідній ділянці є цілий переріз, заповнений водою;
- *напірний*, якщо $H > 1,4 \cdot h_{mp}$ і тільки на невеличкій ділянці при виході є вільна поверхня, а на більшій частині переріз труби заповнений водою.

Труби, зазвичай, проектують для безнапірного режиму, за якого не затоплюються сільськогосподарські угіддя та зменшуються обсяги земляних робіт на рівнинній місцевості. Труби з напівнапірним і напірним режимами влаштовують у гірській місцевості, а також за наявності ярів.

Безнапірні труби для зменшення обсягу земляних робіт під час облаштування доцільно встановлювати під ухилом, який дорівнює ухилу русла, але не менше 0,003...0,005, щоб запобігти замуленню. Розміри отворів труб вибирають відповідно до результатів гідравлічного розрахунку. Порядок виконання гідравлічного розрахунку прямокутних безнапірних труб не відрізняється від розрахунку отворів малих мостів.



а – безнапірна труба; б – напівнапірна труба; в – напірна труба

Рисунок 4.1 – Схеми режимів протікання води в трубі та визначення мінімальної висоти насипу біля труби

Завдання до теми

Завдання 4.1. Підібрати отвір круглої водоперепускної тричкової труби для безнапірного режиму.

Вихідні дані: розрахункова витрата $Q_{розр} = 12,48 + i,j$ (м³/с), де i,j – дві останні цифри номера залікової книжки студента.

Для підбору труби використовують гідравлічні характеристики круглих труб (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Гідравлічні характеристики типових круглих труб з безнапірним режимом

Тип оголовка	Діаметр отвору, м	Витрата води, м ³ /с	Глибина води перед трубою, м	Швидкість води на виході з труби, м,с
1	2	3	4	5
Розтрубний з нормальним вхідним кільцем	1	0,6	0,68	2,1
		0,8	0,81	2,3
		1	0,93	2,4
		1,2	1,05	2,6
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	1	0,8	0,57	1,4
		1	0,84	2,4
		1,4	1,03	2,7
		1,65	1,14	2,9
		2	1,31	3,3
		2,2	1,39	3,4
	1,25	1	0,77	2,2
		1,5	0,95	2,5
		2	1,13	2,7
		2,5	1,29	3
	1,5	2,7	1,37	3,2
		3	1,46	3,3
		3,5	1,61	3,5
		3,9	1,74	3,8
		4,2	1,93	3,8
		4,5	2,1	3,9
	1,75	2,5	1,19	2,9
		2,8	1,27	3
		3	1,32	3
		3,5	1,45	3,2
		3,9	1,54	3,3
		4,25	1,63	3,5
		4,7	1,75	3,7
		5	1,81	3,7
	6	2,08	4,1	

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Розтрубний з конічним вхідним кільцем	2	4,5	1,47	3,2
		5	1,55	3,3
		5,5	1,65	3,4
		6,5	1,81	3,6
		7	1,9	3,7
		7,5	1,98	3,8
		8	2,06	3,9
		8,5	2,14	4
		9	2,22	4,1
		9,5	2,31	4,2
		10	2,38	4,3
		10,5	2,46	4,4
		11	2,54	4,5
12,5	2,78	4,8		

Конусність вхідного кільця збільшує висоту труби на 0,2 м (якщо $d = 1$ м); 0,25 м ($d = 1,25$ м); 0,3 м ($d = 1,5$ м); 0,4 м ($d = 2$ м).

Якщо узяти тричкову трубу з діаметром отвору 1,5 м з витратою 4,2 м³/с для кожного отвору, тоді $Q = 12,6$ м³/с. Розходження із заданою розрахунковою витратою $Q_{розр} = 12,48$ м³/с становить 0,12 м³/с, що не перевищує допустимої величини у 5 %. При цьому глибина води перед трубою $H = 1,93$ м $< 1,2 \cdot h_{тр}$ (де $h_{тр} = 1,5 + 0,3 = 1,8$ м), що відповідає безнапірному режиму протікання води у трубі. Тоді швидкість води при виході з труби становить $v = 3,8$ м/с.

Мінімальну висоту насипу біля труби обчислюють за формулою:

$$h_{\min} = \alpha + \delta + \Delta, \quad (4.1)$$

де α – внутрішній діаметр труби; δ – товщина стінки труби ($\delta = 0,24$ м); Δ – мінімальна товщина шару ґрунту над трубою ($\Delta = 0,5$ м).

Тоді у прикладі розрахунку $h_{\min} = 1,5 + 0,24 + 0,5 = 2,24$ м.

Контрольні питання

1. Призначення водоперепускних споруд.
2. Поняття отвору водоперепускної споруди.
3. Порядок проектування водоперепускних труб.
4. Режими протікання води в трубах.

5. Сутність підбору отворів труб за результатами гідравлічних розрахунків.

Література: [2; 4, с. 154–171; 6, с. 24–27].

Практична робота № 5

Тема. Гідравлічний розрахунок малих мостів

Мета: навчитися виконувати гідравлічний розрахунок малих мостів.

Прилади й обладнання: калькулятор.

Короткі теоретичні відомості

За довжиною мости поділяють на:

- малі – до 25 м;
- середні – від 25 м до 100 м;
- великі – понад 100 м.

Малі мости з прогонами 3–18 м споруджують у випадках, коли висота насипу незначна і в його тілі не можна влаштувати трубу, та в місцевості, де спостерігаються льодо- і корчоходи.

Розрахунок мостів і труб на дію водного потоку виконують, зазвичай, за гідрографами і водомірними графіками розрахункових паводків. За їх відсутності розрахунок на дію водного потоку допускається здійснювати за максимальними витратами і відповідними їм рівнями розрахункових і найбільших паводків.

Розміри отворів малих мостів і труб допускається визначати за середніми швидкостями течії води, допустимими для ґрунтів русла (в тому числі на вході та виході зі споруди).

Для малих мостів і труб у випадку визначення їх отворів за зливовим стоком допускається враховувати акумуляцію води перед спорудою. Зменшення витрат у споруді внаслідок урахування акумуляції допускається не більше ніж у 3 рази.

Розрахунок малого мосту передбачає:

- визначення побутових умов протікання води у руслі;

- розрахунок отвору малого мосту;
- визначення мінімальної висоти мосту.

Завдання до теми

Завдання 5.1. Визначити побутові умови протікання води у руслі. Вихідні дані: розрахункова витрата $Q_{розр} = 12,86 \text{ м}^3/\text{с}$ (за вільної схеми протікання води під мостом прямим чистим руслом без урахування акумуляції); $m_1 = 8$, $m_2 = 10$; ухил русла біля мосту (на ділянці 200 м перед і 100 м за мостом) $i_c = 30 \text{ ‰}$.

Побутові умови за заданої витрати $Q_{розр}$ визначають графоаналітичним способом. Для поперечного перетину потоку у створі малого мосту будують криву витрат $Q = f(h)$, координати точок якої знаходять завдяки розрахунку витрат для декількох глибин потоку.

Порядок розрахунку побутових умов протікання води у руслі.

1. Беруть три довільні значення глибин русла (від 0,2 до 2,5 м);
2. Для кожної глибини h_i визначають витрату Q_i за формулою:

$$Q_i = \frac{R_i^{2/3} \cdot \omega_i \cdot i_c}{n}, \quad (5.1)$$

де ω_i – площа живого перерізу потоку за глибини h_i , м^2 ; R_i – гідравлічний радіус, м; n – коефіцієнт шорсткості русла (табл. 5.1); i_c – ухил річки поблизу споруди;

$$\omega_i = \frac{m_1 + m_2}{2} \cdot h_i^2, \quad (5.2)$$

де m_1, m_2 – закладання укосів схилу;

$$R_i = \frac{\omega_i}{\chi_i}, \quad (5.3)$$

де χ_i – змочуваний периметр, м;

$$\chi_i = h_i \cdot (\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2}). \quad (5.4)$$

3. За отриманими значеннями h_i і Q_i , використовуючи їх як координати, будують графік. Графічно за отриманою кривою (рис. 5.1) визначають побутову глибину h_n для розрахункової витрати $Q_{розр}$.

Таблиця 5.1 – Значення коефіцієнта шорсткості залежно від типу водотоку і поверхні русла

№ пор.	Тип водотоку і поверхні русла	Коефіцієнт шорсткості, n
1	Прямі чисті русла	0,03
2	Прямі каменисті русла	0,035
3	Звивисті чисті русла	0,04
4	Звивисті чисті каменисті русла	0,045
5	Русла з повільною течією, заростями та омутами	0,07
6	Русла із зарослими ділянками і завалами дерев	0,10

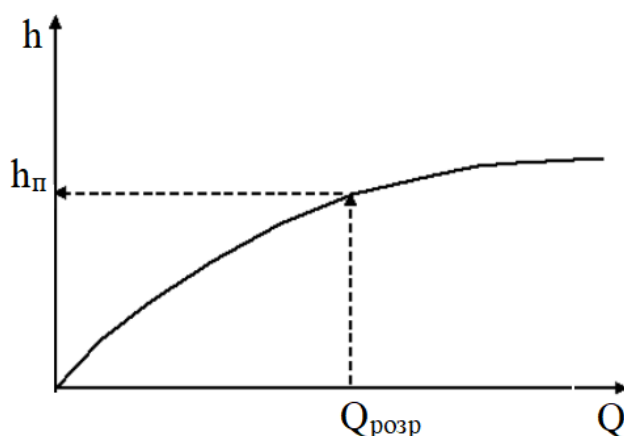


Рисунок 5.1 – Графік витрат

Завдання 5.2. Визначити отвір малого мосту. Вихідні дані: результати виконання завдання 5.1.

Розрахунок отвору малого мосту виконують у такій послідовності.

1. Призначають тип укріплення підмостового русла і відповідну йому швидкість течії води (табл. 5.2).

2. Визначають критичну глибину потоку за формулою:

$$h_k = \frac{v_d^2}{g}, \quad (5.5)$$

де g – прискорення сили тяжіння ($9,81 \text{ м/с}^2$).

3. Установлюють режим протікання потоку під мостом: вільне протікання (за $1.3 \cdot h_k \geq h_g$), примусове (за $1.3 \cdot h_k < h_g$).

Таблиця 5.2 – Нерозмивні швидкості течії води, м/с

Грунт або тип укріплення	Нерозмивні швидкості течії води у розрізі глибини потоку			
	0,4 м	1 м	2 м	3 м
Пісок (розміром 0,25–1 мм)	0,4	0,5	0,6	0,7
Гравій (розміром 5–10 мм)	0,8	0,9	1,1	1,2
Галька (розміром 25–40 мм)	1,3	1,6	1,8	2,0
Камінне накидання буличника (розміром 100–150 мм)	2,8	3,0	3,6	3,8
Лесовидні ґрунти	0,8	1,0	1,2	1,3
Супіски: середньощільні щільні	0,3	0,4	0,45	0,5
	0,4	0,5	0,55	0,6
Глини, важкі суглинки середньої щільності	0,7	0,85	0,95	1,1
Глини: щільні надзвичайно щільні	1,0	1,2	1,4	1,5
	1,4	1,7	1,9	2,1
Дернування: плазом у стінку	0,9	1,1	1,3	1,4
	1,5	1,8	2,0	2,2
Одиночне брукування: на щебені з буличника розміром 150–200 мм: 250 мм з грубоколотого каменю розміром 300 мм	2,5–3,0	3,0–3,5	3,5–4,0	4,0–4,5
	3,5	4,0	4,5	5,0
	4,0	5,0	6,0	6,0
Подвійне брукування на щебені з рваного каменю розміром 50–200 мм	3,5	4,5	5,0	5,5
Бетон класу В15 як одяг	6,0	7,0	8,0	9,0

4. Визначають величину підпору H і отвору мосту B :

за вільного протікання:

$$H = 1.45 \cdot h_k, \quad B = \frac{Q_{розр}}{1.35 \cdot H}, \quad (5.6)$$

за примусового протікання:

$$H = h_n + \frac{h_k}{2\varphi^2}, \quad B = \frac{Q_{расч}}{h_n \cdot v_d}, \quad (5.7)$$

де φ – коефіцієнт швидкості (прийняти $\varphi = 0,85$).

Завдання 5.3. Визначити мінімальну висоту малого мосту. Вихідні дані: результати виконання завдання 5.2.

Мінімальну висоту мосту визначають за формулою:

$$h_m = 0.88 \cdot H + \Delta + h_{кон}, \quad (5.8)$$

де Δ – підвищення низу прольотної будівлі над рівнем води, $\Delta = 0,5$ м; $h_{кон}$ – конструктивна висота (табл. 5.3); H – величина підпору.

Таблиця 5.3 – Значення конструктивної висоти залежно від прольоту балки

№ пор.	Прольот балки, м	Довжина балки прольотної будівлі, м	Конструктивна висота, м
1	11,4	12	1,12
2	14,4	15	1,12
3	17,4	18	1,42
4	20,4	21	1,42
5	23,4	24	1,42
6	32,0	33	1,74
7	35,0	36	1,74

Контрольні питання

1. Порядок гідравлічного розрахунку малого мосту.
2. Розрахунок побутових умов протікання води у руслі.
3. Визначення отвору малого мосту.
4. Визначення мінімальної висоти малого мосту.

Література: [2; 3; 4, с. 172–177; 5, с. 19–48; 6; с. 28–37; 8].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. [Чинний від 2018-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 55 с.
2. ДБН В.2.3-14-2006. Мости та труби. Правила проектування. [Чинний від 2006-05-06]. Вид. офіц. Київ: Мінбудархітектури, 2006. 217 с.
3. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2015. 91 с.
4. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Часть I: учебник. М.: Транспорт, 1979. 367 с.
5. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог. Часть II: учебник. М.: Транспорт, 1979. 407 с.
6. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних та практичних робіт з дисципліни «Вулично-дорожня мережа поселень» для студентів зі спеціальності 7.070904 – «Землепорядкування та кадастр» / М. С. Жорняк, О. М. Клюка. Кременчук, 2002. 58 с.
7. Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Вулично-дорожня мережа поселень» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр» / В. В. Артамонов, М. Г. Василенко, П. Б. Міхно. Кременчук: КрНУ, 2017. 25 с.
8. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» по профилю «Автомобильные дороги» и «Автодорожные мосты» / О. А. Логинова. Казань: КГАСУ, 2012. 13 с.
9. Островський А. Л. Геодезія. Частина перша: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 440 с.

Таблиця А.1 – Критерії оцінювання знань студентів

Номер роботи	Тема	Критерії оцінювання	Оцінки у балах	Максимальний бал
1	Проектування траси автодороги загального користування у плані	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	2 2 2	6
2	Проектування траси автодороги загального користування у повздожньому профілі	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	2 2 2	6
3	Проектування траси автодороги загального користування у поперечному профілі	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	2 2 2	6
4	Гідравлічний розрахунок отворів водоперепускних труб	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	2 2 2	6
5	Гідравлічний розрахунок малих мостів	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	2 2 2	6

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Вулично-дорожня мережа поселень» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладачі: д. т. н., проф. В. В. Артамонов,
старш. викл. М. Г. Василенко,
к. т. н., старш. викл. П. Б. Міхно

Відповідальний за випуск завідувач кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру В. В. Артамонов

Підп. до др. _____. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.
Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Редакційно-видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600