

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Кафедра промислового, цивільного та міського будівництва

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
на тему: «*Механізована розробка котловану*»
з дисципліни: «Технологія будівельного виробництва»
для студентів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
усіх форм навчання

м. Кривий Ріг
2018 р.

Укладач: Попруга Д. В., канд.техн.наук, доцент

Відповідальний за випуск: Валовой О. І., канд.техн.наук, професор

Рецензент: Герб П. І., канд.техн.наук, доцент

У методичних вказівках викладені питання з проектування технології розробки котловану комплектом землерийно-транспортних механізмів. Наведені індивідуальні завдання, методика виконання робіт і необхідні довідникові дані.

Розглянуто на засіданні
кафедри ПЦМБ
Протокол № 1
від 04.09.18

Схвалено на вченій раді
будівельного факультету
Протокол № 2
від 26.10.18

ВСТУП

Дані методичні вказівки до виконання лабораторних робіт мають за мету ознайомити студентів з накопиченим досвідом та надати практичні навички з проектування технології земляних робіт.

Заняття побудовані у вигляді послідовно виконуваних, окремо розв'язаних та поєднаних між собою інженерно-технічних завдань, що наприкінці складають невід'ємну частину єдиного документу – проекту виробництва робіт з механізованої розробки котловану.

Студенти виконують кожену роботу індивідуально, приймаючи до уваги варіанти вихідних даних за існуючим порядковим номером з журналу академічної групи.

Захист роботи відбувається в кінці заняття, для чого кожен студент повинен завчасно надати роботу на перевірку викладачу, відповісти на теоретичні питання.

Критерієм оцінки служить вірність отриманих розрахунків та повнота відповідей на теоретичні питання.

Теми лабораторних робіт:

1. Визначення обсягів земляних робіт при розробці котловану.
2. Формування варіантів механізації робіт при розробці котловану.
3. Порівняння варіантів механізації робіт.
4. Визначення схеми розробки котловану однокішшею екскаватором. Розрахунок граничних параметрів роботи екскаватора. Побудова графіку руху автотранспорту.
5. Калькуляція трудових та грошових витрат при розробці котловану.
6. Технологічний розрахунок розробки котловану.
7. Складання відомостей потреби. Техніко-економічні показники.

Лабораторна робота № 1 (2 години).

Визначення обсягів земляних робіт при розробці котловану.

Мета: Надбання навичок у підрахунку обсягів земляних робіт.

Контрольні питання: Яким чином виконується підрахунок чорних, проектних та робочих позначок? Для чого розробляється в'їзна траншея?

Методика виконання.

Згідно завдання до лабораторних робіт (додаток 1) необхідно накреслити у масштабі (1:500) котлован, нанести на котлован в довільному вигляді горизонталі з кроком 0,5-1 м.

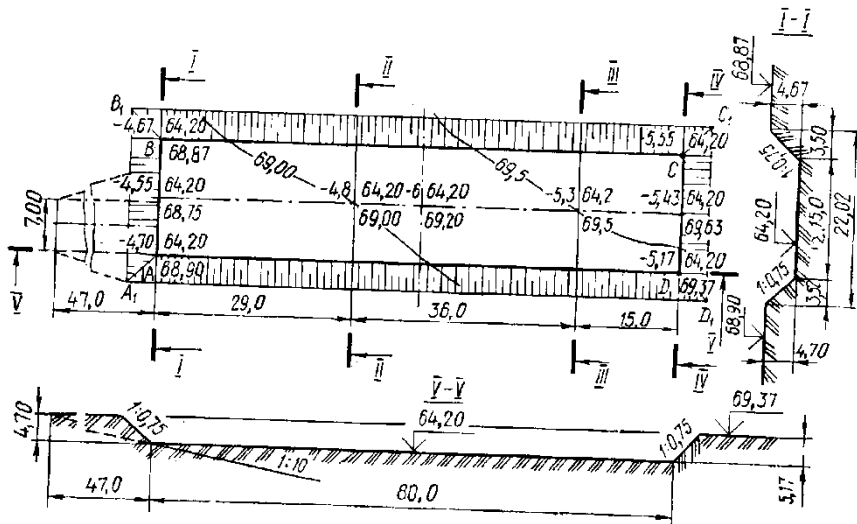


Рис. 1. План і розрізи котловану.

Для визначення обсягів земляних робіт при розробці котловану необхідно розрахувати чорні, проектні (червоні) та робочі позначки. Після розрахунку вони наносяться на план котловану.

Чорні позначки (H_u) розраховуються методом інтерполяції.

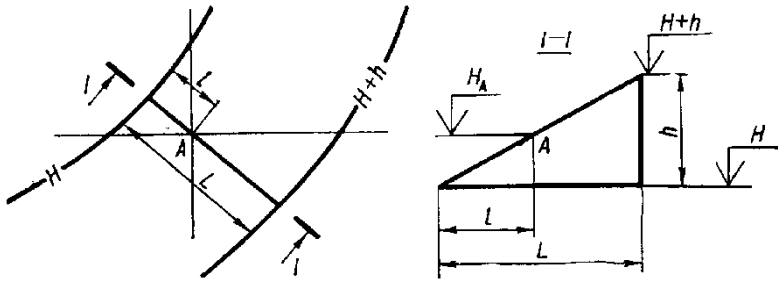


Рис. 2. Визначення чорних позначок вершин методом інтерполяції.

$$H^A_{ч} = H + hl/L, \quad (1)$$

де H – позначка меншої горизонталі, м; h – перевищення однієї горизонталі над іншою, м; l – відстань від горизонталі з меншою позначкою до точки A , м; L – відстань між двома горизонталями у плані, м.

Проектна позначка (H_{np}) визначається в залежності від глибини котловану.

$$H_{np} = H^{min}_{ч} - n, \quad (2)$$

де $H^{min}_{ч}$ – найменша за значенням чорна позначка, м; n – глибина котловану, м.

Робочі позначки розраховуються за наступною формулою:

$$\pm h = H_{np} - H^i_{ч} \quad (3)$$

Методика підрахунку обсягів земляних робіт у табличній формі наведена в таблицях 1, 2, 3.

При розрахунку обсягів земляних робіт необхідно використовувати коефіцієнт закладання укосів m , що приймається по таблиці 1 [3].

Таблиця 1.

Підрахунок обсягів земляних робіт при улаштуванні
котловану

№ п/п	Переріз	Робоча позначка по осі h , м	Ширина котловану по дну B , м	Площа поперечного перерізу $F=(B+hm)h$, м ²	Півсума площ $(F_1+F_2)/2$, м ²	Відстань між поперечниками l , м	Обсяг робіт $V=(F_1+F_2)l/2$, м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	I-I	4,55	15	83,78	86,53	29	2509
2	II-II	4,80	15	89,28			
3	II-II	4,80	15	89,28	94,93	36	3418
4	III-III	5,30	15	100,57			
5	III-III	5,30	15	100,57	102,07	15	1531
6	IV-IV	5,43	15	103,56			

Обсяг ділянок: 7458 м³Обсяг схилів: 383 м³Разом (V_k): 7841 м³

Таблиця 2.

Підрахунок обсягів земляних мас торцевих укосів

№ п/п	Грань	Переріз	Робоча позначка по висі перерізу h , м	Площа поперечного перерізу $F=mh^2/2$, м ²	Півсума площ $(F_1+F_2)/2$, м ²	Відстань між поперечниками l , м	Обсяг робіт $V=(F_1+F_2)l/2$, м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	AB	AA ₁	4,70	8,28	8,23	15	124
2		BB ₁	4,67	8,18			
3	CD	CC ₁	5,55	11,55	10,79	15	162
4		DD ₁	5,17	10,02			

Разом: 286 м³

Таблиця 3.

Підрахунок обсягів земляних мас в кутових укосах котловану

№ п/п	Кут	Робоча позначка h , м	Об'єм $\left(\frac{m^2 h^3}{3}\right)$, м ³
1	2	3	4
1	<i>A</i>	4,70	19,50
2	<i>B</i>	4,67	19,10
3	<i>C</i>	5,55	32,10
4	<i>D</i>	5,17	25,90

Разом: 96,60 м³

Для переміщення у забій екскаватора (переважно пряма лопата), автомобільного транспорту та подальшого будівництва необхідно розробити в'їзну траншею. Обсяг земляних робіт при розробці в'їзної траншеї визначається за формулою:

$$V_{\text{в.м.}} = \frac{h^2}{6} \left(3b + 2mh \frac{m' - m}{m'} \right) (m' - m) \quad (4)$$

де h – глибина котловану по осі в'їзної траншеї, м; b – ширина в'їзної траншеї по дну (односторонній рух – 3,5 м, двосторонній – 7 м), м; m' – коеф. закладення дна траншеї (10 – 15); m – коеф. закладення укосів траншеї (табл. 1, [3]).

Загальний обсяг розробки ґрунту становить:

$$V = V_k + V_{\text{в.м.}} \quad (5)$$

де V_k – обсяг котловану, м³; $V_{\text{в.м.}}$ – обсяг в'їзної траншеї, м³.

Лабораторна робота № 2 (4 години).

Формування варіантів механізації робіт при розробці котловану.

Мета: Надбання навичок у підборі та комплектуванні варіантів механізації робіт при розробці котловану.

Контрольні питання: З чого складається комплект механізації робіт для розробки котловану? За допомогою якого механізму

розробляється недобор? Від чого залежить кількість автосамоскидів?

Методика виконання.

Технологічний процес улаштування котловану включає механізовану розробку ґрунту, його завантаження і переміщення чи укладання у відвал, а також підчистку дна котловану і планування схилів.

Такий комплексний процес виконують єдиним потоком за допомогою системи взаємозв'язаних машин чи окремими потоками, кількома комплектами машин, які працюють послідовно чи паралельно і незалежно один від одного. У склад кожного комплекту входить ведуча машина, за параметрами і продуктивністю якої ув'язують роботу всіх інших машин (комплектуючих).

Найбільш поширеною ведучою машиною є екскаватор. Для підчистки котловану найчастіше використовують бульдозери. Переміщення ґрунту зазвичай виконують за допомогою автосамоскидів, а ущільнення ґрунту на відвалі виконують за допомогою котків.

За рис. 39 [3] виконують попередній вибір екскаватора, спираючись на обсяг ґрунту, робочі позначки забою та рівень ґрунтових вод.

По обраним критеріям (рис. 39, [3]) призначають конкретну марку екскаватора використовуючи таблицю 9 [3].

Для попереднього вибору допоміжних механізмів, спираючись на обсяг ковша екскаватора, використовують рисунок 3 [3].

Конкретну марку бульдозера приймають по таблиці 7 [3]. Котки приймають по таблицям 28, 29 [3] та по ЕНІР [4]. Автосамоскиди приймають по таблиці 11 [3].

Для визначення тривалості розробки котловану екскаватором та ув'язки її з тривалістю роботи допоміжних машин необхідно спочатку розрахувати експлуатаційну та нормативну продуктивності екскаватора за формулами:

Експлуатаційна продуктивність роботи екскаватора, $m^3/зм$:

$$P_e = \frac{3600cqK_eK_g}{t_u} \quad (6)$$

де 3600 – показник переводу години в секунди; c – кількість годин у зміні (8 годин); q – місткість ковша екскаватора, m^3 ; K_e – коеф. використання місткості ковша, що дорівнює

$$K_e = K_n / K_p \quad (7)$$

де K_n – коеф. наповнення ковша табл. 21 [3]; K_p – коеф. початкового розпушення ґрунту табл. 32 [3]; K_g – коеф. використання за часом додаток 3 [4]; t_u – тривалість циклу, с (табл. 9, табл. 21 [3]).

Нормативна продуктивність землерійно-транспортних машин, $m^3/зм$

$$P_n = \frac{a_e c}{H_{н.в.}} \quad (8)$$

де a_e – одиниця об'єму згідно ЕНіР; c – тривалість зміни, год.; $H_{н.в.}$ – норма витрат машинного часу по ЕНіР, маш.-год. [4].

Нормативна тривалість роботи землерійно-транспортної машини, змін:

$$T = \frac{V}{P_e} + \sum_{j=1}^n T_j \quad (9)$$

де V – загальний обсяг земляних робіт, m^3 ; P_e – експлуатаційна продуктивність ведучої машини; $\sum_{j=1}^n T_j$ – сумарна тривалість виконання різних видів підготовчих, допоміжних та інших робіт.

Кількість транспортних засобів при роботі екскаватора у транспорт визначається за формулою:

$$N_{mp} = \frac{T_u}{t_n} \quad (10)$$

де $T_{ц}$ – тривалість циклу роботи автосамоскида, хв; t_n – тривалість завантаження автосамоскида, хв.

Методика і алгоритм визначення $T_{ц}$, t_n наведені на сторінках 72 – 74 [3].

При розрахунку необхідно враховувати ряд припущень:

- 1) Після порівняння отриманих значень експлуатаційної та нормативної продуктивності роботи екскаватора приймаємо більше з отриманих значень.
- 2) Продуктивність екскаватори при розробці в'їзної траншеї становить 50% від прийнятої продуктивності.
- 3) Тривалість роботи автосамоскидів відповідає роботі ведучої машини.
- 4) Тривалість роботи бульдозера складається з:
 - робота на відвалі;
 - переміщення до котловану;
 - розробка недобору в котловані;
 - переміщення до відвала.
- 5) Величина недобору становить 0,1 м.
- 6) Каток ущільнює ґрунт шаром 0,2 м.

Лабораторна робота № 3 (2 години).

Порівняння варіантів механізації робіт.

Мета: Надбання навичок у визначення найбільш ефективного варіанту механізації робіт спираючись на техніко-економічні показники.

Контрольні питання: Яким чином визначається вартість машино-години конкретного механізму? Як скоректувати вартість машино-години по актуальність вартості палива?

Методика виконання.

Для визначення найбільш економічно доцільного комплексу механізації робіт необхідно сформулювати декілька варіантів та виконати їх порівняння. Основними критеріями порівняння варіантів є: приведена собівартість та тривалість виконання робіт.

Приведену собівартість механізованих робіт визначаємо за формулою:

$$C_0 = \frac{1.08 \cdot (\sum C_{\text{маш-год}} \cdot T_i + C_{\text{доод}})}{V} \quad (\text{грн}) \quad (11)$$

де $C_{\text{маш-год}}$ – вартість експлуатації однієї машино-години механізму, грн.; T_i – тривалість роботи i -того механізму (приймаємо за ЛР № 2), зм.; $C_{\text{доод}}$ – додаткові витрати, які пов'язані з організацією механізованих робіт і які не враховані собівартістю машино-годин по виконанню даного процесу, грн.; V – загальний обсяг ґрунту, м³.

При визначенні вартості експлуатації однієї машино-години механізму необхідно використовувати довідкову літературу [5]. Для більш реальної вартості $C_{\text{маш-год}}$ необхідно її скорегувати по сучасній вартості дизельного палива або бензину.

Лабораторна робота № 4 (4 години).

Визначення схеми розробки котловану одноківшеvim екскаватором. Розрахунок граничних параметрів роботи екскаватора. Побудова графіку руху автотранспорту.

Мета: Надбання навичок у проектуванні схеми розробки котловану одноківшеvim екскаваторами та побудові графіку руху автотранспорту.

Контрольні питання: Яким чином вибрати схему розробки ґрунту екскаватором? Послідовність побудови графіку руху автотранспорту?

Методика виконання.

Після підбору конкретної марки екскаватора необхідно визначити схему розробки котловану. Враховуючи ширину котловану та максимальний робочий радіус екскаватора за алгоритмом наведеним на рисунку 40 [3], обираємо схему розробки котловану за рисунком 41 [3].

Після визначення схеми розробки котловану, приймають схему забою роботи екскаватора (рис. 42, [3]).

Для конкретної марки екскаватора необхідно визначити граничні параметри роботи (ширина проходок, глибина копання, висота вивантаження, довжина робочого пересування, максимальний і мінімальний радіуси копання та ін.).

Алгоритм визначення граничних параметрів для екскаватора пряма лопата наведений на сторінках 69 – 70 [3].

Алгоритм визначення граничних параметрів для екскаваторів зворотна лопата і драглайн наведений на сторінках 70 – 71 [3].

Для обраного комплекту механізації робіт будуємо графік руху автотранспорту згідно тривалості циклу роботи автосамоскида (рис. 3). Алгоритм побудови графіку наведений на сторінках 73 – 74 [3].

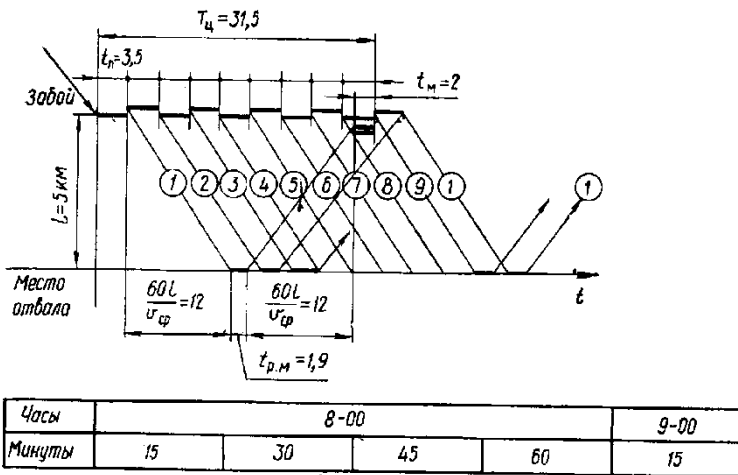


Рис. 3. Графік руху автотранспорту.

Лабораторна робота № 5 (2 години).
Калькуляція трудових та грошових витрат при розробці котловану.

Мета: Надбання навичок у складанні калькуляції трудових та грошових витрат.

Контрольні питання: Яким чином приймається норма часу? Як визначається розцінка?

Методика виконання.

Калькуляцію трудових та грошових витрат (табл. 4) складають для усіх землерійно-транспортних машин для остаточно прийнятого варіанту проведення робіт у відповідності з установленою структурою процесу на основі ЕНиР.

Алгоритм розрахунку калькуляції наведений на сторінках 109 – 111 [3].

Рекомендується використовувати наведений перелік процесів при складанні калькуляції:

- 1) Розбивка котловану.
- 2) Розробка котловану екскаватором з завантаженням ґрунту в автосамоскиди.
- 3) Розробка в'їзної траншеї екскаватором з завантаженням в автосамоскиди.
- 4) Транспортування ґрунту автосамоскидом.
- 5) Розробка недобору бульдозером.
- 6) Розрівнювання ґрунту на відвалі бульдозером.
- 7) Ущільнення ґрунту на відвалі катком.

Таблиця 4.

№ п/п	Параграф ЕНиР	Найменування процесу	Одиниця виміру	Обсяг робіт	На одиницю виміру		На весь обсяг		Склад бригади
					Норма часу, люд.-г./ маш.-г.	Розцінка, грн.	Витрати праці, люд.-г./ маш.-г.	Зарплата, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Лабораторна робота № 6 (2 години).
Технологічний розрахунок розробки котловану.

Мета: Надбання навичок у складанні технологічного розрахунку виконання земляних робіт.

Контрольні питання: Яким чином визначаються прийняті витрати праці? Як визначається тривалість виконання роботи?

Методика виконання.

Технологічний розрахунок виконується у вигляді таблиці (табл. 5) з урахуванням усіх виконаних розрахунків і зокрема калькуляції трудових витрат. Таблиця технологічного розрахунку є документом, на підставі якого будують графік проведення робіт.

Перелік робіт, які виконуються одночасно одною бригадою (чи машиною) рекомендується вносити під однією назвою, посилаючись на відповідну групу пунктів калькуляції. При цьому в графу „Витрати праці” записуємо сумарну трудомісткість по усім видам робіт, які увійшли в даний загальний процес.

Таблиця 5.

№ п/п	Посилання на пункт калькуляції по ЕНПР	Найменування процесу	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Виробіт ок за зміну		Витрати праці, люд.-зм./ маш.-зм.		Машини і механізми		Склад бригади	Кількість змін на добу	Тривалість роботи, змін	Поток робіт за зміну	Виконання норми	Рік				
					нормат.	прійм.	нормат.	прійм.	марка	кількість						Місяць				
																Календ. дні				
																Порядк. дні				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5											
17																				

Лабораторна робота № 7 (2 години).
Складання відомостей потреби. Техніко-економічні показники.

Мета: Надбання навичок у складанні відомостей потреби та техніко-економічних показників.

Контрольні питання: На основі чого складається відомість потреби в матеріально-технічних ресурсах? Які показники відносяться до техніко-економічних?

Методика виконання.

Після складання технологічного розрахунку заповнюють відомість потреби в матеріально-технічних ресурсах та чисельно-кваліфікаційний склад бригад та ланок.

В якості допоміжної літератури для складання відомості потреби в матеріально-технічних ресурсах можна використати довідник [3].

Таблиця 6.

Відомість потреби в матеріально-технічних ресурсах

№ п/п	Машини, обладнання, інвентар	Кількість, шт.	Інструмент, пристрої	Кількість, шт.
1	2	3	4	5

Таблиця 7.

Чисельно-кваліфікаційний склад бригад та ланок

№ п/п	Номер бригади	Номер ланки	Спеціальність	Розряд	Кількість робітників		
					даного розряду	у ланці	у бригаді
1	2	3	4	5	6	7	8

До техніко-економічних показників відносяться:

- 1) Приведена собівартість з урахуванням зарплати.
- 2) Приведена трудомісткість по калькуляції трудових та грошових витрат.
- 3) Тривалість виконання робіт по графіку проведення робіт.

Варіанти завдань

№ варіанту	Розміри котловану, м			Вид ґрунту	Рівень ґрунтових вод, м	Відстань до відвалу, км
	довжина	ширина	глибина			
1	2	3	4	5	6	7
1	70	38	3,0	пісок	5,0	2
2	74	39	3,3	глина	2,0	3
3	81	52	3,5	супісок	6,0	4
4	66	31	2,9	суглинок	2,0	5
5	77	42	3,2	суглинок	5,0	6
6	95	39	3,4	супісок	2,5	4
7	102	63	3,8	глина	5,5	3
8	110	71	4,2	пісок	3,0	5
9	74	51	4,4	глина	5,0	2
10	83	47	2,8	пісок	2,0	6
11	79	38	3,4	суглинок	7,0	5
12	85	35	4,1	супісок	3,0	4
13	66	28	3,0	суглинок	6,0	4
14	69	24	2,7	глина	2,5	3
15	72	35	2,8	суглинок	4,5	2
16	81	40	3,3	пісок	3,0	4
17	76	34	3,2	глина	5,2	4
18	92	44	3,8	супісок	3,5	5
19	94	45	3,6	суглинок	4,5	5
20	99	30	3,1	суглинок	2,5	3
21	73	33	3,9	глина	5,0	3
22	88	26	4,0	пісок	3,5	2
23	100	50	3,4	супісок	4,1	6
24	74	43	3,0	глина	3,0	5
25	67	37	2,7	суглинок	4,5	4
26	69	39	2,9	пісок	2,5	3
27	84	24	2,4	глина	4,0	2
28	95	35	3,6	супісок	2,5	4
29	105	63	3,5	глина	5,5	3
30	110	75	4,0	пісок	3,0	4

Додаток 2.

Усереднена вартість люд.-год. за розрядами робіт у будівництві

Розряд робіт, що виконується	Вартість люд.-год, грн.	Розряд робіт, що виконується	Вартість люд.-год., грн.	Розряд робіт, що виконується	Вартість люд.-год., грн.
1	2	3	4	5	6
1	15.563	2.7	17.958	4.4	22.096
1.1	15.682	2.8	18.135	4.5	22.421
1.2	15.815	2.9	18.283	4.6	22.732
1.3	15.933	3	18.460	4.7	23.042
1.4	16.022	3.1	18.697	4.8	23.367
1.5	16.184	3.2	18.948	4.9	23.692
1.6	16.317	3.3	19.131	5	24.003
1.7	16.435	3.4	19.406	5.1	24.402
1.8	16.554	3.5	19.657	5.2	24.786
1.9	16.687	3.6	19.894	5.3	25.200
2	16.805	3.7	20.130	5.4	25.584
2.1	16.982	3.8	20.352	5.5	25.998
2.2	17.130	3.9	20.603	5.6	26.382
2.3	17.307	4	20.840	5.7	26.781
2.4	17.455	4.1	21.150	5.8	27.180
2.5	17.632	4.2	21.475	5.9	27.579
2.6	17.810	4.3	21.786	5	24.003

Література:

1. Валовой О.І. Технологія зведення будівель і споруд т.3, т.4 / О. І. Валовой. – Кривий Ріг: Видавничий дом, 2008.
2. Черненко В. К. Технологія будівельного виробництва / В. К. Черненко, М. Г. Єрмоленко, Г.М. Батура та ін. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.
3. Черненко В. К. Проектирование земляных работ. Программированное пособие / В. К. Черненко, В. А. Галимуллин, Л. С. Чебанов. – К.: Вища шк., 1989. – 159 с.
4. ЕНиР сборник 2. Земляные работы, 1987.
5. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів / А.В. Беркута, П.І. Губань, В.Г. Іванькіна. – К., 2001.-248 с.

Зміст:

1. Визначення обсягів земляних робіт при розробці котловану....	4
2. Формування варіантів механізації робіт при розробці котловану.....	7
3. Порівняння варіантів механізації робіт.....	10
4. Визначення схеми розробки котловану одноківшеvim екскаватором. Розрахунок граничних параметрів роботи екскаватора. Побудова графіку руху автотранспорту.....	11
5. Калькуляція трудових та грошових витрат при розробці котловану.....	13
6. Технологічний розрахунок розробки котловану.....	14
7. Складання відомостей потреби. Техніко-економічні показники. Додаток 1.....	16
Додаток 2.....	17

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт на тему:
«Механізована розробка котловану» з дисципліни: «Технологія
будівельного виробництва» для студентів спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання

УКЛАДАЧ: Попруга Дмитро Вікторович

Реєстраційний № _____

Підписано до друку _____ 2018 р.

Формат А5

Обсяг 20 стор

Тираж прим.

Видавничий центр ДВНЗ «КНУ»,
вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг.