

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Український державний університет  
науки і технологій**

---

Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія»

*В авторській редакції*

## **ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ**

Навчально-методичні рекомендації  
до виконання практичних робіт  
здобувачами вищої освіти  
ОПП «Промислове і цивільне будівництво»

*Електронне видання*

ДНІПРО  
2024

УДК 69.056(076.5)  
Т 38

Упорядники:  
*А. М. Нетеса, М. І. Нетеса, А. В. Радкевич*

Електронне видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми  
192 «Промислове та цивільне виробництво»  
Протокол № 8 від 15.01.2024

Т 38 Технологія будівельних процесів : навчально-методичні рекомендації до виконання практичних робіт здобувачами вищої освіти ОПП «Промислове і цивільне будівництво» / упоряд. А. М. Нетеса, М. І. Нетеса, А. В. Радкевич ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2024. – 47 с.

Навчально-методичні рекомендації призначені для використання здобувачами вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», ОПП «Промислове і цивільне будівництво» під час виконання практичних робіт з дисципліни «Технологія будівельних процесів».

Навчально-методичні рекомендації містять рекомендації щодо визначення обсягів та трудомісткості робіт при виконанні різноманітних будівельних процесів, розробленні на їх основі календарного графіка виконуваних робіт. Надано рекомендації щодо визначення для виконання цих робіт необхідних ресурсів, забезпечення їх комплексної механізації, розрахунку техніко-економічних показників, забезпечення якості та безпеки виконання робіт.

© Нетеса А. М. та ін., упорядкування, 2024

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2024

## ЗМІСТ

Основні цілі та задачі виконання практичних робіт.....	4
<b>Практична робота 1</b> 8 год. Підрахунок об'ємів земляних робіт .....	4
<b>Практична робота 2.</b> 6 год. Проектування бульдозерних та екскаваторних робіт.....	13
<b>Практична робота 3.</b> 6 год. Відпрацювання технології влаштування нульового циклу.....	20
<b>Практична робота 4.</b> 8 год. Підрахунок працевитрат .....	25
<b>Практична робота 5.</b> 4 год. Визначення потрібних ресурсів для комплексної механізації бетонування фундаментів.....	33
<b>Практична робота 6</b> 6 год. Складання календарних графіків виконання робіт .....	34
<b>Практична робота 7.</b> 4 год. Контроль якості робіт.....	37
<b>Практична робота 8.</b> 6 год. Безпека праці при виконанні робіт з влаштування нульового циклу. Техніко-економічні показники технологічного проекту.....	39
<b>Практична робота 9.</b> 4 год. Визначення об'ємів мурувальних робіт.....	41
<b>Практична робота 10.</b> 4 год. Розрахунок ресурсів мурувальних робіт.....	41
<b>Практична робота 11.</b> 4 год. Розробка календарного графіка та технології мурувальних робіт.....	41
<b>Практична робота 12.</b> 4 год. Контроль якості та безпека праці мурувальних робіт.....	42
Бібліографічний список .....	43

## Основні цілі та задачі виконання практичних робіт

У процесі виконання практичних робіт з дисципліни «Технологія будівельних процесів» студент має навчитися користуватися нормативними документами [1-32] та, виконуючи їх вимоги, розробляти технологію, контроль якості, безпечні методи виконання робіт різноманітних будівельних процесів. Студенту необхідно навчитися визначати об'єми робіт, вибирати сучасні засоби їх комплексної механізації, підраховувати нормативну трудомісткість робіт та інші ресурси за кошторисними нормами України (далі КНУ) [16 – 18], вибирати раціональну технологію та скласти календарний графік виконання робіт. В процесі та за результатами виконання практичних робіт студент має здобути знання та уміння, визначені наступними компетентностями ЗК3, ЗК5, ЗК6, ЗК7, ЗК10, ЗК12, ФК4, ФК5, ФК11, ФК13, ФК21, ФК22, ПРН4; ПРН7; ПРН8; ПРН14; ПРН16; ПРН17; ПРН22.

### Практична робота 1. 8 год. Підрахунок об'ємів земляних робіт

За заданими природним (горизонталіями) і проектним ухилами навчитися визначати об'єми зрізання та підсипання на будівельному майданчику в процесі планування будівельного майданчика. Завдання може видаватися індивідуально кожному студенту або групі (групам) студентів. Для розрахунку обсягів земляних робіт із планування будівельного майданчика з заданим проектним ухилом необхідно використовувати метод квадратів. Розмір майданчика приймається 75 x 100 м, із сіткою квадратів зі

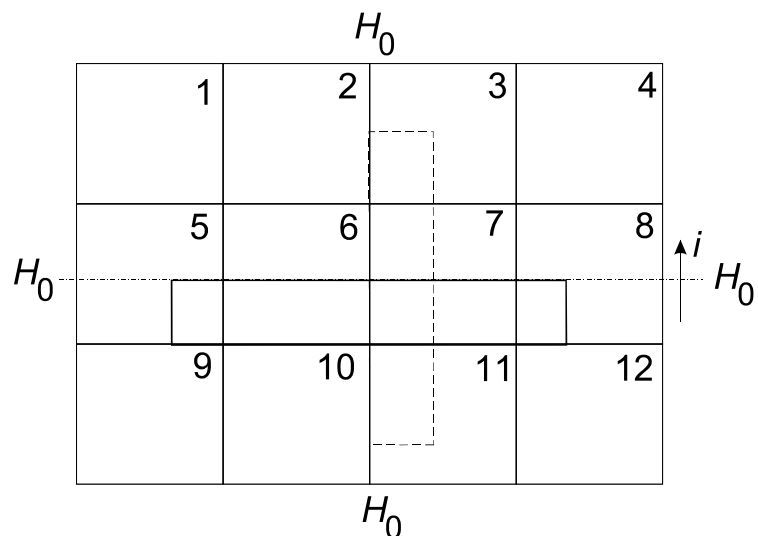


Рис. 1

стороною 25 м. Приклад розміщення квадратів у масштабі 1:1000 відносно варіантів плану будівлі показано на рис. 1. Краще розміщувати будівлю вздовж майданчика. Квадрати нумеруються, як показано на рис. 1. До початку розрахунків чорних позначок кутів квадратів горизонталі слід пронумерувати. Горизонталь, яка знаходиться приблизно посередині плану

майданчика (середня горизонталь), може задавати викладач групі студентів або кожному індивідуально.

Всі інші горизонталі нумеруються через один метр у більшу і меншу сторони від середньої горизонталі. Таким чином уточнюється план майданчика з горизонталями та напрямком природного ухилу майданчика. Цей напрямок слід зберегти і для проектного ухилу. За заданими горизонталями розраховуються чорні позначки кутів квадратів методом інтерполяції суміжних горизонталей за формулою та значеннями величин, наведеними на рис. 2. Ця формула для визначення чорної позначки кута квадрата  $H_{\text{чор}}(x)$  дійсна, якщо  $H_2$  менша ніж  $H_1$ .

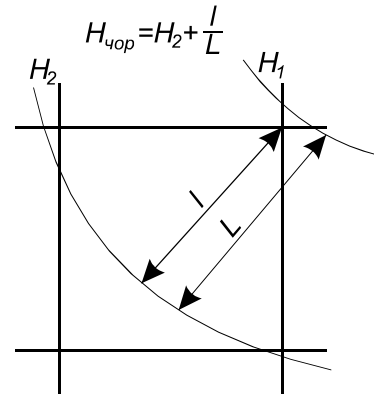
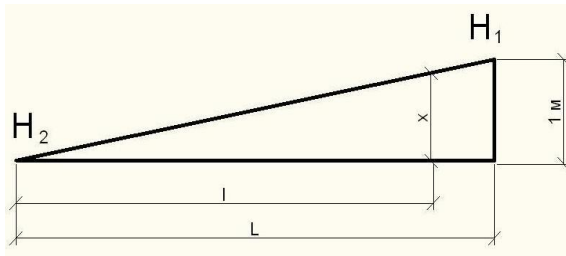


Рис. 2

Визначені таким чином чорні позначки кутів квадратів слід записувати в кожному куті в нижній частині, як це показано на рис 3.

робоча позначка +3,2	червона позначка 31,4
<b>№5</b>	чорна позначка 28,2

Рис. 3

Після визначення чорних позначок усіх кутів квадратів слід знайти їх проектні червоні позначки. Задану геодезичну позначку середньої горизонталі слід записати як червону позначку на кутах середніх квадратів паралельно горизонталям. Наприклад, проектну позначку слід записати однакою для нижніх кутів квадратів 5, 6, 7, 8, якщо горизонталі за завданням приблизно паралельні лінії, яку утворюють ці кути квадратів, або для правих кутів квадратів 2, 6, 10, якщо горизонталі за завданням приблизно паралельні лінії, яку утворюють ці кути квадратів (див. рис. 1). Всі інші червоні позначки кутів квадратів розраховуються за формулою

$$H_{\text{черв.}} = H_0 \pm il_0, \quad (1)$$

де  $H_0$  – задана проектна позначка, м;

$i$  – заданий проектний ухил майданчика, може задавати викладач групі студентів або кожному індивідуально;

$l_0$  – відстань між проектною позначкою і точкою (кут квадрата), для якої

обчислюється червона позначка, м.

Знак приймається залежно від положення точки, проектна висота якої розраховується, відносно точки із відомою проектною висотою (вище + , нижче – ). Напрямок ухилу від більшого до меншого слід приймати як і природний ухил від більшого значення горизонталі до меншого. Всі кути квадратів, які знаходяться на одній лінії, перпендикулярній до ухилу (паралельній до горизонталей), будуть мати однакові червоні позначки. А ті, що знаходяться вздовж ухилу, відрізняються на

$$\nabla H_{\text{черв}} = a \cdot i, \quad (2)$$

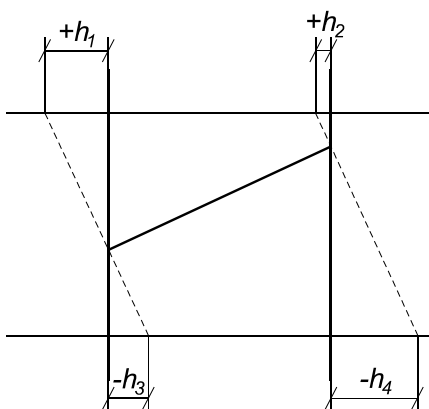
де  $a$  – розмір сторони квадрата, м.

Знайдені чорні та червоні позначки записуються на плані майданчика, як наведено на рис. 3, бажано відповідним кольором: червоні – червоним, а чорні – чорним.

Висота шару ґрунту, який зрізують чи підсипають у кутах квадратів, називається **робочою позначкою** та обчислюється як різниця між червоною і чорною позначками з відповідним знаком. Вона проставляється в кожному куті квадрата з відповідним знаком («+» – підсипання, «-» – зрізання), як це показано на рис. 3.

Після запису робочих позначок з відповідними знаками кутів квадратів можна виявити лінію нульових робіт – межу зрізання та підсипання. Ця лінія завжди проходить через ті квадрати, в яких є різні знаки робочих позначок у кутах (зрізання та підсипання). По кожному такому квадрату вона проходить через дві точки. Отже, це пряма лінія, а через всі квадрати з різними знаками робочих позначок вона проходить як ламана. Положення лінії для кожного квадрата з різними знаками робочих позначок будується графічно, як це зроблено на рис. 4.

Кожна робоча позначка кута квадрата ( $h_1, h_2, h_3, h_4$  на рис. 4) в одному масштабі відкладається в один бік від кута квадрата (наприклад, вліво), якщо має знак «+», і в протилежний (вправо), якщо має знак «-». Відкладені таким чином робочі позначки з'єднують пунктирною лінією, одержуючи за її перетином сторони квадрата точку проходження нульової лінії.



За точками проходження нульової лінії через інші квадрати визначають всю ламану лінію нульових робіт через весь майданчик.

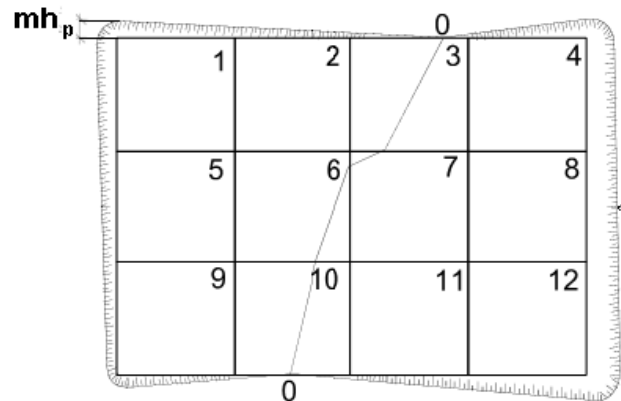
На плані майданчика необхідно також показати укоси зрізання і підсипання, які утворюються під час планування майданчика.

Для цього слід робочі позначки всіх точок, що знаходяться по контуру майданчика ( $h_p$ ), помножити на показник стрімкості укосу  $m$ , який слід прийняти рівним 2,0. Обчислені таким чином значення закладання укосів відкладають на горизонтальних і вертикальних лініях сітки квадратів за межами майданчика в масштабі 1:100, з'єднують лінією межі укосів і показують їх умовними лініями (рис. 5).

Влаштовані укоси, які зображені на подовжньому розрізі майданчика на



Рис. 6



Укоси

рис. 6, залишаються на весь період експлуатації будівлі, і, відповідно майданчика, тому їх обсяги слід також враховувати в загальному обсязі земляних робіт. На рис 7 представлено приклад майданчика з визначеними чорними, червоними (проектними) та робочими позначками, а також побудованою лінією нульових робіт та укосами.

Рис. 5

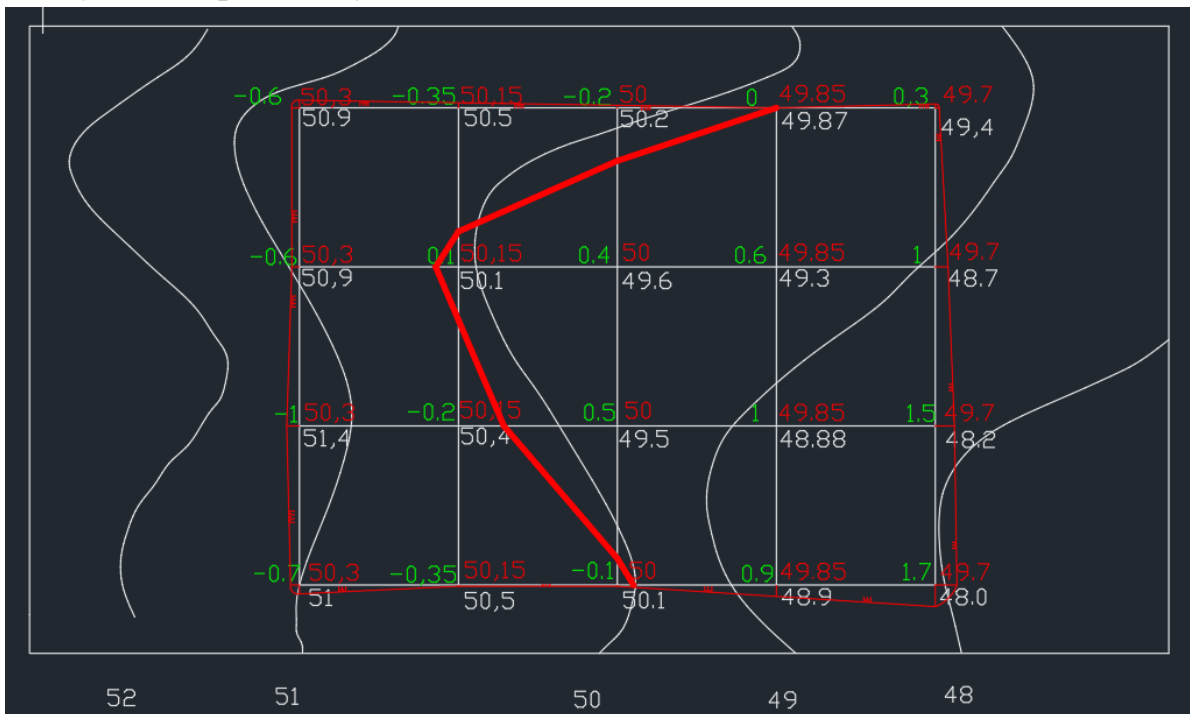


Рис. 7. План майданчика з лінією нульових робіт та укосами

Після визначення всіх названих параметрів зрізання і підсипання можна обчислювати обсяги земляних робіт з планування майданчика з проектним ухилом. Принцип визначення обсягів земляних робіт, як і будь-яких інших обсягів будівельних робіт, полягає в розкладанні загального обсягу на прості геометричні фігури, обсяг яких можна визначати за відомими формулами, та у наступному визначенні суми обсягів цих фігур.

Якщо всі кути квадрата мають робочі позначки одного знака, тобто повністю знаходяться в районі зрізання або підсипання, обсяг земляних робіт у цьому квадраті обчислюється за формулою

$$V = a^2 h_{\text{сер}}, \quad (3)$$

де  $a$  – розмір сторони квадрата (становить 25 м);

$h_{\text{сер}}$  – середня робоча позначка кутів даного квадрата (див. рис. 3)

$$h_{\text{сер}} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}. \quad (4)$$

У квадратах, через які проходить лінія нульових робіт, необхідно окремо обчислити обсяги зрізання і підсипання кожної з двох фігур. Якщо ділянки зрізання або підсипання мають форму трапеції, як на квадратах 3 або 10 (див. рис. 5), тоді обсяг зрізання або підсипання обчислюється за формулою

$$V_{\text{зр}} = a b_{\text{зр}} h_{\text{зр}}, \quad (5)$$

де  $b_{\text{зр}}$  – середня ширина ділянки зрізання (вимірюється на плані у відповідному масштабі);

$h_{\text{зр}}$  – середня робоча позначка ділянки зрізання

$$h_{\text{зр}} = \frac{h_1 + h_2}{4}. \quad (6)$$

Аналогічно обчислюється обсяг підсипання. Якщо ж ділянка зрізання має форму прямокутного трикутника, а ділянка підсипання – п'ятикутника або навпаки (рис. 8), то обсяг трикутної ділянки зрізання визначається за формулою

$$V_{\text{зр}} = \frac{cb}{2} h_{\text{зр}}, \quad (7)$$

де  $c$ ,  $b$  – розміри катетів трикутника (вимірюються на плані у відповідному масштабі);

$h_{\text{зр}}$  – середня робоча позначка зрізання, визначається так:

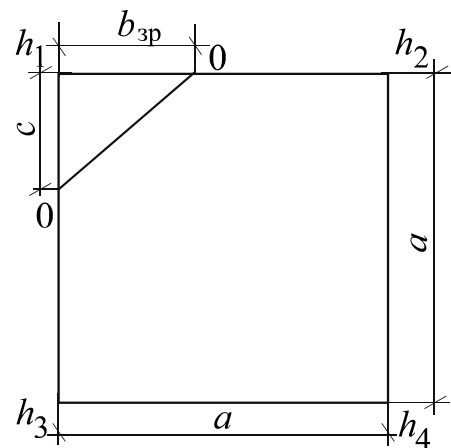


Рис. 8

$$h_{зр} = \frac{h_1}{3}. \quad (8)$$

Обсяг п'ятикутної ділянки підсипання можна обчислити за формулою

$$V_{\Pi} = \left( a^2 - \frac{cb}{2} \right) h_{\Pi}, \quad (9)$$

де  $h_{\Pi}$  – середня робоча позначка підсипання визначається за формулою

$$h_{\Pi} = \frac{h_2 + h_3 + h_4}{5}. \quad (10)$$

Необхідно також визначити обсяги укосів, які біля кожного крайнього квадрата обчислюються за формулою

$$V_y = \frac{am}{4} (h_1^2 + h_2^2), \quad (11)$$

де  $m = 2$  (показник стрімкості укосу приймається рівним 2, бо такий ухил зберігається на весь період наступної експлуатації будівлі та прилеглої до неї території);

$h_1, h_2$  – робочі позначки прилеглих кутів квадрата.

Якщо сторони квадрата розсікаються лінією нульових робіт, то обсяги укосів зрізання і підсипання обчислюються окремо:

$$V_{уз} = \frac{a_3 \cdot m \cdot h_1^2}{6}; \quad V_{уп} = \frac{a_n \cdot m \cdot h_2^2}{6}. \quad (12)$$

Значення величин цих формул наведені на рис. 9.

Обсяги ґрунту укосів додаються до обсягів відповідних фігур, до яких вони прилягають.

Обсяги підсипання необхідно скоректувати на залишкове розпушування ґрунту, оскільки фактичний обсяг необхідного для підсипання ґрунту буде менший, ніж підрахований геометричний обсяг у природному стані

$$V_{пр} = \frac{V_{\Pi}}{\kappa_{зр}}, \quad (13)$$

де  $V_{\Pi}$  – геометричний обсяг підсипання в природному стані;

$\kappa_{зр}$  – коефіцієнт залишкового розпушування ґрунту (додаток Г).

Розрахунки обсягів земляних робіт зручно вести в формі таблиці. Зразок такої форми наведено в табл. 1, де квадрати 1 та 2 – однорідні, а 3 – змішаний

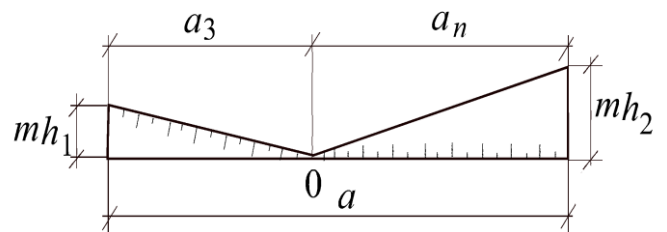


Рис. 9

і складається з двох ( $3^a$  – підсиання та  $3^b$  – зрізання відповідно до записаних окремими рядками). Після заповнення всієї таблиці обчислюються суми обсягів підсиання і зрізання (кожна окремо), які знаходяться відповідно в графах 13 та 14.

Обсяг ґрунту в котловані,  $m^3$ , (рис. 10) визначається за формулою

$$V_K = \frac{H_K}{6} [(2A_1 + A_2)B_1 + (2A_2 + A_1)B_2], \quad (14)$$

де  $H_K$  – глибина котловану, м;

$[A_1 = A_0 + e_t + 0,6]$  – довжина котловану по дну, м;

$[B_1 = B_0 + a_t + 0,6]$  – ширина котловану по дну, м;

$A_0, B_0$  – відстань між осями крайніх фундаментів відповідно до довжини та ширини будівлі (за завданням додаток Б);

$b_T$  – ширина підшви стрічкового фундаменту (додаток В);

$A_2 = A_1 + 2m_0H_K$  – довжина котловану по верху;

$B_2 = B_1 + 2m_0H_K$  – ширина котловану по верху;

$m_0$  – показник стрімкості укосу стінки котловану, приймається в залежності від виду ґрунту, заданого в додатку А, та з табл. 2 значно меншим, ніж для укосу будівельного майданчика, бо це тимчасовий укіс, який експлуатується з початку влаштування фундаменту до зворотної засипки пазух котловану;

$H_K$  – глибина котловану, слід приймати на 0,2 м більшою ніж висота фундаменту (додаток В).

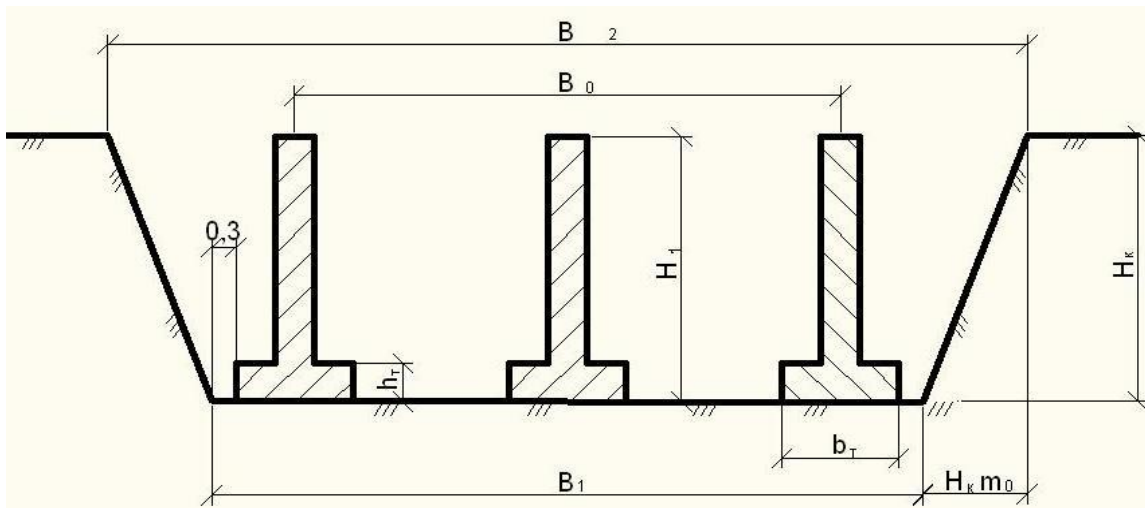


Рис. 10

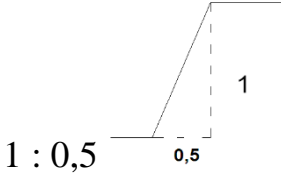
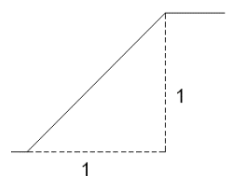
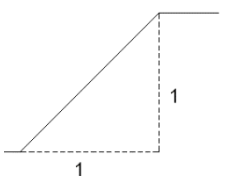
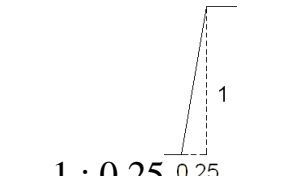
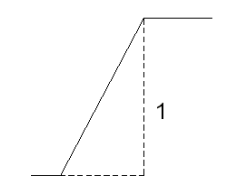
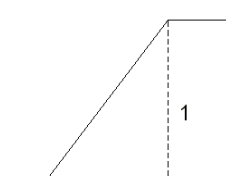
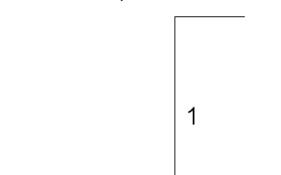
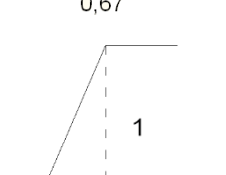
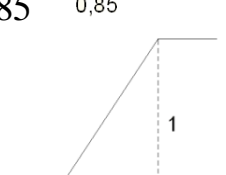
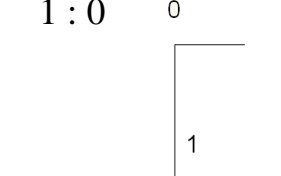
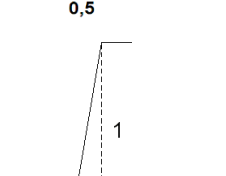
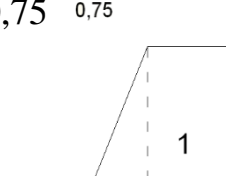
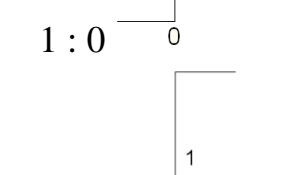
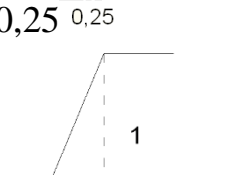
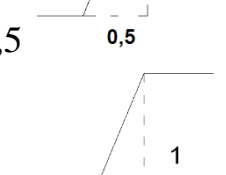
Таблиця 1

## Підрахунок обсягів планування майданчика

Номери фігур	Робочі позначки фігур, м					Середні робочі позначки, м	Площі фігур, м <sup>2</sup>	Геометричні і обсяги, м <sup>3</sup>		Обсяги укосів, м <sup>3</sup>	Сумарні обсяги, м <sup>3</sup>		
	1	2	3	4	5			підси- панн я	зрізання		підсипання		зрізання
											геомет- ричні	з урах. залишк. розпуш.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	+4,21	+3,79	+ 4,12	+ 3,5	–	+ 3,93	625	2 456	–	400	2 856	2 773	–
2	+3,79	+3,40	+ 3,5	+ 3,2	0	+ 3,50	625	2 188	–	325	2 513	2 440	–
3 <sup>a</sup>	+3,40	+2,26	+ 3,21	0	–	+1,77	525	929	90	31	960	932	–
3 <sup>b</sup>	0	0	- 2,70	–		- 0,90	100	–		10	–	–	100

Таблиця 2

Значення стрімкості укосу  $1:m_0$ 

Ґрунт	Глибина котловану, м		
	до 1,5	до 3,0	до 5,0
Пісок	$1 : 0,5$ 	$1 : 1$ 	$1 : 1$ 
Супісок	$1 : 0,25$ 	$1 : 0,67$ 	$1 : 0,85$ 
Суглинок	$1 : 0$ 	$1 : 0,5$ 	$1 : 0,75$ 
Ґлина	$1 : 0$ 	$1 : 0,25$ 	$1 : 0,5$ 
	$1 : 0$ 	$1 : 0,5$ 	$1 : 0,5$ 

Для варіантів зі стрічковими фундаментами (додаток Б, плани 1 та 2)  $a_i$  та  $b_i$  мають однакове значення – це ширина нижньої частини фундаменту, а для варіантів з окремо стоячими фундаментами (додаток Б, плани 3 – 6) відповідні розміри нижньої ступені фундаменту. Для варіантів з окремо стоячими фундаментами (додаток Б, плани 4, 5) краще приймати і розраховувати обсяги окремих котлованів під кожен ряд фундаментів, щоб зменшити непродуктивні витрати на риття котловану значних розмірів. Тоді в наведених формулах  $B_0$  слід приймати рівним нулю. У варіантах завдань 3 та 6 (додаток Б), де крок розміщення фундаментів становить 12 м, краще розробляти (а значить і розраховувати) обсяги окремих котлованів під кожен фундамент. Тоді і  $A_0$  слід у відповідних формулах приймати рівним нулю.

Для розрахунку балансу земляних мас підраховані сумарні обсяги зрізання і підсипання з урахуванням залишкового розпушування ґрунту порівнюють між собою і виявляють більший. До обсягу зрізання додають обсяг ґрунту, що виймається з котловану, крім необхідного для засипання пазух стін підвалу з стрічковими фундаментами:

$$V_{зз} = \frac{V_k - (A_0 + b_2)(B_0 + b_2)H_k}{k_{зр}}, \quad (15)$$

де  $b_2$  – ширина верхньої частини стрічкового фундаменту (див. завдання додаток В);

$k_{зр}$  – коефіцієнт залишкового розпушування ґрунту (додаток Г).

Для варіантів з окремо стоячими фундаментами цей обсяг підраховується як різниця між обсягами котлованів та фундаментів, але отриманий результат слід поділити на коефіцієнт залишкового розпушування ґрунту.

За різницею обсягів зрізання та підсипання з урахуванням невикористаного для зворотного засипання ґрунту, який виймається з котловану (різниця між обсягами котловану та зворотної засипки), визначають обсяг зайвого ґрунту, що транспортується у відвал, або обсяг недостатнього для підсипання ґрунту, який слід довести до майданчика з кар'єру. Розраховується баланс земляних мас. Відстань перевезення ґрунту автосамоскидами може задавати викладач групі студентів або кожному індивідуально.

## **Практична робота 2.** 6 год. Проектування бульдозерних та екскаваторних робіт

Для планування майданчика заданих розмірів (рис. 11) найбільше підходить бульдозер. Для риття котловану краще використовувати одноковшевий екскаватор. Такий самий екскаватор можна використовувати і

для розроблення та навантаження на транспортні засоби ґрунту, якого не вистачає, чи того, який слід вивезти з майданчика.

У такий спосіб вибираються основні або, так звані, ведучі машини. Але для комплексної механізації земляних робіт необхідно підбирати комплект машин та механізмів, щоб максимально уникнути ручних робіт і забезпечити найвищу продуктивність основних машин.

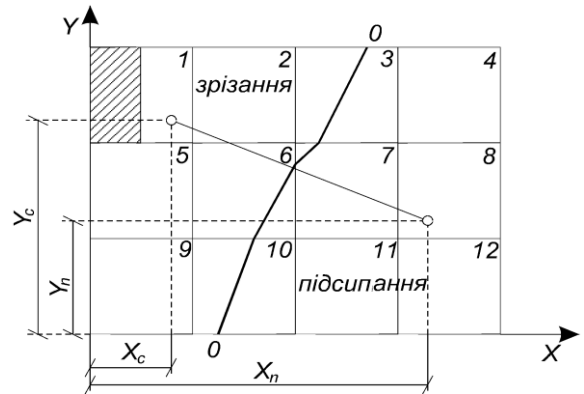


Рис. 11

Так, у комплекті з екскаватором повинні працювати автосамоскиди, а також бульдозер, який зачищає дно котловану, вирівнює тимчасові дороги та під'їзди, розрівнює ґрунт, який вивантажують автосамоскиди, або відгортає від екскаватора під час роботи у відвал та виконує інші допоміжні роботи. Бульдозер підбирається для планування майданчика, а далі цей бульдозер використовується для допоміжних робіт.

Продуктивність бульдозера залежить від його характеристик та відстані, на яку транспортується ґрунт. Середня дальність транспортування (див. рис. 11) визначається як відстань по прямій лінії між центрами ваги обсягів зрізання і підсіпання, збалансованих між собою, без квадратів або їх частин (приймаються найбільш віддалені від лінії нульових робіт), в яких знаходиться зайвий ґрунт або фігури, в які слід підсіпати ґрунт. Координати центрів ваги зрізання  $X_3, Y_3$  та підсіпання  $X_n, Y_n$  обчислюються за такими формулами:

$$X_3 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{3i} x_{3i}}{\sum_{i=1}^n V_{3i}}; \quad Y_3 = \frac{\sum_{i=1}^n V_{3i} y_{3i}}{\sum_{i=1}^n V_{3i}}; \quad (16)$$

$$X_n = \frac{\sum_{j=1}^m V_{nj} x_{nj}}{\sum_{j=1}^m V_{nj}}; \quad Y_n = \frac{\sum_{j=1}^m V_{nj} y_{nj}}{\sum_{j=1}^m V_{nj}},$$

де  $x_{3i}$  та  $y_{3i}$ ;  $x_{nj}$  та  $y_{nj}$  – координати центрів ваги окремих квадратів чи інших фігур зрізання (з) і підсіпання (n).

$V_{3i}$ ;  $V_{nj}$  – обсяги зрізання і підсіпання в окремих квадратах чи інших фігурах.

У формулах (16) суми обсягів зрізання та підсіпання завжди слід приймати однаковими, це менша з сум стовпців 13 або 14 табл. 1. Якщо

меншою є сума підсипання, то слід зрізати і транспортувати тільки той обсяг ґрунту з найближчих фігур, який зрізується та який уміститься у фігурах, які слід підсипати. Ґрунт, що не вміститься в фігурах, що слід підсипати, доведеться вивозити за межі будмайданчику, навантажуючи його на автосамоскиди екскаватором. Транспортувати його по будівельному майданчику бульдозером не потрібно. І навпаки, якщо меншою є сума обсягів зрізання, то немає можливості взяти ґрунт, щоб підсипати всі фігури; слід підсипати найближчі фігури до лінії нульових робіт. Інші фігури підсипатимуться ґрунтом, який вийнятий з котловану за винятком ґрунту, який потрібен для зворотного засипання пазух. Якщо і цього ґрунту буде недостатньо, то доведеться довозити його у ці фігури. Такий баланс ґрунту слід ретельно розрахувати. Фігури, з яких ґрунт не зрізується, якщо більший обсяг зрізання, або в які не підсипається, якщо більший обсяг підсипання, слід на рисунку заштрихувати (див. рис. 11), щоб чітко визначити площі, на яких ведуться роботи з планування майданчика бульдозером зі зрізанням і переміщенням ґрунту та по яких визначається середня відстань переміщення ґрунту бульдозером.

Осями координат вважаються відповідно нижня і ліва межі майданчика (див. рис. 11). Центри ваги окремих цілих квадратів приймають у точках перетинання діагоналей, а інших фігур – орієнтовно.

Середня дальність транспортування ґрунту бульдозером,  $L_c$  м, обчислюється за формулою

$$L_c = \sqrt{(X_{II} - X_3)^2 + (Y_3 - Y_{II})^2}. \quad (17)$$

Цю відстань слід зобразити на плані майданчика жирною лінією з зображенням координат центрів ваги зрізання та підсипання, які використовуються у формулі (17) (див. рис. 11).

Продуктивність бульдозера обчислюють за формулою

$$P_6 = \frac{T_{зм} g_6 k_{ч}}{T_{ц}}, \quad (18)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв., прийняти 480 хв.;

$g_6$  – обсяг ґрунту, який переміщує бульдозер,  $m^3$  береться за його паспортними характеристиками або за формулою  $g_6 = \frac{b_B h_B^2}{2} k_{пр} k_{нв}$ ;

де  $b_B$  – довжина відвалу, м (додаток Д);

$h_B$  – висота відвалу, м (додаток Д);

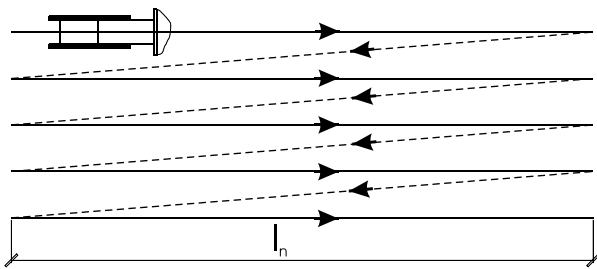
$k_{пр}$  – коефіцієнт первісного розпушування ґрунту (додаток Г);

$k_{нв}$  – коефіцієнт, який характеризує вплив характеристик ґрунту і

геометричних розмірів відвалу, наведений у табл.3 (до незв'язного ґрунту належить пісок та супісок, всі інші прийняті в завданнях ґрунти зв'язні).

Якщо в паспорті бульдозера вказаний обсяг ґрунту, що бульдозер переміщує штовханням (обсяг відвалу), то можна брати це значення без додаткових розрахунків.

$T_{\text{ц}}$  – термін одного циклу бульдозера в хвилини для переміщення ґрунту по зображеній на рис. 12 схемі.  $T_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + \frac{L_{\text{с}}}{v_{\text{н}}} + t_{\text{з}} + \frac{L_{\text{с}}}{v_{\text{п}}}$ ;



де  $t_{\text{н}}$  – термін набору ґрунту, приймається для ґрунту I групи – 0,2 хв., II групи – 0,3 хв., III групи – 0,4 хв.;

$v_{\text{н}}$  – швидкість руху бульдозера з ґрунтом для ґрунту I групи – 47 м/хв., II групи – 45 м/хв., III групи – 44 м/хв.

(групи ґрунтів дивися в технічній частині табл. 1

Рис. 12

КМУ збірник 1, земляні роботи [16]);

$v_{\text{п}}$  – швидкість переміщення порожнього бульдозера – 75 м/хв.;

$t_{\text{з}}$  – витрати часу на зміну напрямку руху – 0,5 хв.;

$\kappa_{\text{ч}}$  – коефіцієнт використання бульдозера за часом приймається 0,8.

Дальність переміщення ґрунту  $L_{\text{с}}$  вважається рівною обчисленій раніше середній дальності транспортування ґрунту бульдозером на майданчику. Така ж дальність переміщення і порожнього (заднього) ходу бульдозера.

Таблиця 3

Коефіцієнти наповнення відвалу бульдозера

$h_{\text{в}}/b_{\text{в}}$	Ґрунт		$h_{\text{в}}/b_{\text{в}}$	Ґрунт	
	зв'язний	незв'язний		зв'язний	незв'язний
0,15	0,7	1,15	0,45	0,9	1,3
0,3	0,8	1,2	0,6	0,95	1,5
0,35	0,85	1,2			

Технічні характеристики найбільш поширених бульдозерів наведено в додатку Д, а також у довідниковій літературі.

У сучасних екскаваторів із робочим оснащенням як зі зворотною, так і прямою лопатою продуктивність практично однакова. Тому найчастіше екскаватор працює зі зворотною лопатою. При такому положенні лопати

екскаватор може копати ґрунт як нижче, так і вище своєї стоянки, тому він і автосамоскиди можуть знаходитися як на поверхні майданчика, так і у котловані. При розробці мокрих ґрунтів екскаватор і самоскиди знаходяться на поверхні майданчика. При одноярусній розробці котловану, коли екскаватор і самоскиди знаходяться на поверхні майданчика, не слід робити в'їзди в котлован, що також спрощує технологію влаштування котловану. Найменшу глибину забою, необхідну для наповнення ковша екскаватора зі зворотною лопатою, наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Мінімальна висота забою, що забезпечує заповнення ковша екскаватора, м

Робоче обладнання екскаватора	Група ґрунту	Місткість ковша екскаватора, м <sup>3</sup>						
		0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3
Зворотна лопата	I,II	1,2	1,5	1,8	2,2	2,4	2,6	–
	III	1,8	2,0	2,0	3,0	3,2	3,4	–

Найбільшу глибину копання наведено в технічних характеристиках екскаватора зі зворотною лопатою (додаток Е).

Котлован розробляється торцевими проходками, якщо виконується умова  $B_2 < 2R_k$ , тоді екскаватор переміщається по прямій лінії (рис. 13), а якщо виконується умова  $2R_k < B_2 < 3,5R_k$ , – зігзагом (рис. 14). Можливі також паралельні прямолінійні проходки. Найбільша відстань від осі екскаватора до верхньої брівки бокового укошу  $f$  обчислюється

за формулою

$$f = \sqrt{R_k^2 - l_n^2}, \quad (19)$$

де  $l_n$  – довжина пересування екскаватора з однієї стоянки на іншу в міру розроблення ґрунту (табл. 5).

Таблиця 5

Довжина пересування екскаватора з однієї стоянки на іншу

Обсяг ковша, м <sup>3</sup>	0,25	0,4	0,65	1,0	1,25
Довжина пересування, м	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8

Величину  $f$  можна скоротити за рахунок зменшення  $R_k$  на 10–20 %.

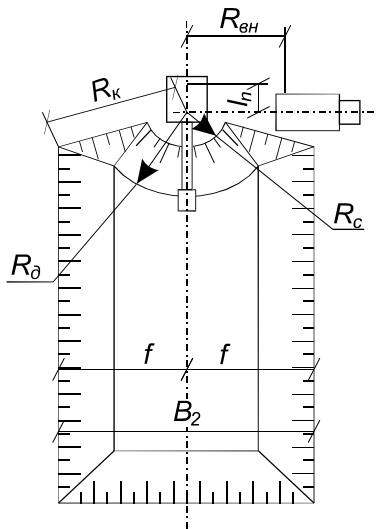


Рис. 13

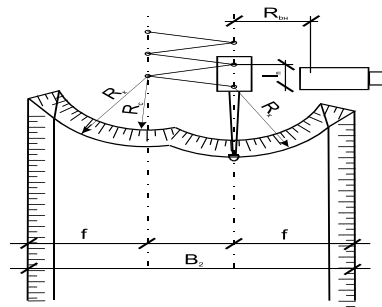


Рис. 14

Залежно від розмірів котловану величина  $f$  може бути зменшеною за рахунок зменшення радіуса копання і кутів повороту стріли екскаватора, а також збільшення довжини пересування екскаватора з однієї стоянки на іншу.

Змінна продуктивність одноковшового екскаватора як із прямою, так і зі зворотною лопатою обчислюється за формулою

$$P_e = T_{зм} g n_{ц} k_o k_{ч} \quad (20)$$

де  $T_{зм}$  – термін роботи екскаватора за зміну, 480 хв.;

$g$  – геометричний обсяг ковша екскаватора,  $m^3$ ;

$n_{ц} = 60/t_{ц}$  – кількість циклів за хвилину;

$t_{ц}$  – термін одного циклу в секундах (додаток Ж); кут повороту стріли екскаватора студент вибирає самостійно залежно від того, де зупинятиметься самоскид під завантаження, що слід показати на схемі (як приклад див рис. 13 та 14);

$k_o$  – коефіцієнт використання обсягу ковша (додаток І);

$k_{ч}$  – коефіцієнт використання екскаватора за часом (0,7).

Обчислена за формулою (20) продуктивність роботи екскаватора може суттєво відрізнятись від тієї, яку можна розрахувати за наведеними нормами часу [16], бо в нормативних документах наведені усереднені нормативні витрати часу на одиницю обсягу продукції, а за формулою (20) розраховується продуктивність екскаватора для конкретних умов його роботи.

Для зачистки дна котловану слід використовувати екскаватор-планувальник, оскільки після роботи зворотної лопати до проектної позначки залишається приблизно 20 см пухкого шару ґрунту. Характеристики одного з таких екскаваторів наведені в додатку Й. Однак таку зачистку можна

виконати і лопатою бульдозера.

Після вибору екскаватора до нього слід підібрати автосамоскиди, які будуть вивозити зайвий або постачати недостатній ґрунт. Спочатку підбирають найбільш відповідний тип автосамоскида за його вантажопідйомністю (т). Це можна зробити за даними табл. 6.

Т а б л и ц я 6

**Межі раціонального поєднання екскаваторів та автосамоскидів**

Обсяг ковша, м <sup>3</sup>	Вантажопідйомність самоскидів, т						
	2,25	3,5	4,5	6	7	10	11
	2	3	4	5	6	7	8
0,15	■						
0,25	■						
0,3	■						
0,35	■						
0,4	■						
0,5		■					
0,65		■					
0,75			■				
0,8			■				
1,0			■				
1,1			■				
1,25			■				

За визначеної таким чином потрібної вантажопідйомності підбирають із додатку К або інших довідникових матеріалів марку самоскида з конкретною вантажопідйомністю. Потім уточнюють фактичну кількість ковшів, необхідних для завантаження вибраного автосамоскида

$$n_{кф} = \frac{Q_{ф}}{g \cdot k_0 \cdot j}, \tag{21}$$

де  $g$  – геометричний обсяг ковша, м<sup>3</sup> (паспортна характеристика);

$k_0$  – коефіцієнт використання обсягу ковша (див. додаток І);

$Q_{ф}$  – фактична вантажопідйомність вибраного автосамоскида, т;

$j$  – середня щільність ґрунту в природному стані, т/м<sup>3</sup> (див. технічну частину, табл. 1 КМУ збірник 1, земляні роботи [16]). Кількість ковшів повинна бути цілою та округленою у менший бік, щоб уникнути

перевантаження автосамоскида.

Необхідна кількість автосамоскидів залежить від відстані, на яку перевозиться ґрунт, і може обчислюватися за формулою

$$N = \frac{120L_{\text{в}}/v + t_{\text{р}} + t_{\text{оч}}}{t_3} + 1, \quad (22)$$

де  $L_{\text{в}}$  – відстань, на яку перевозиться ґрунт, км (див. завдання додаток А);

$v$  – середня швидкість руху машини з ґрунтом і порожньої (30–40 км/год);

$t_{\text{р}}$  – термін розвантаження автосамоскида (приблизно 1 хв.);

$t_{\text{оч}}$  – термін очікування в черзі для завантаження та маневри в забої (можна приймати рівним 2 хв.);

$t_3$  – термін завантаження одного самоскида, хв.,  $t_3 = n_{\text{кф}}/n_{\text{ц}}$ .

Прийняту кількість машин з результату розрахунку округлюють у більшу сторону, щоб уникнути простою екскаватора в очікуванні машини. Автосамоскидів повинно бути не менше ніж два.

### **Практична робота 3.** 6 год. Відпрацювання технології влаштування нульового циклу

У комплекс робіт із влаштування нульового циклу, крім земляних робіт, входить також влаштування монолітних залізобетонних фундаментів. Ці роботи складаються з влаштування опалубки, армування фундаментів, укладання та ущільнення бетонної суміші та розборки опалубки. У свою чергу армування може складатися з виготовлення каркасів та сіток з наступним монтажем у конструкцію фундаменту, або з армування окремими стрижнями. Кожен вид цих робіт виконується робітниками відповідних професій, але, як правило, доручається одній комплексній бригаді, в якій є робітники з потрібними суміжними професіями чи спеціальностями. Крім того, у даному курсовому проекті необхідно також передбачити роботи з влаштування підстильного шару підлоги після ущільнення під ним ґрунту, а також влаштування монолітного залізобетонного перекриття над підвалом у варіантах зі стрічковими фундаментами (варіанти 1, 2) або монолітних залізобетонних фундаментних балок у варіантах із окремо стоячими фундаментами (варіанти 3 – 6).

Розрахунок обсягів цих робіт слід проводити за формою табл. 8 у заданих в ресурсних елементних нормах одиницях вимірювання (КНУ) [17, 18]. Розраховувати обсяги фундаментів слід, розбиваючи їх на прості геометричні фігури, обсяг кожної з яких можна визначити за відомими формулами. У відповідній графі цієї таблиці наводять ескіз кожної з таких фігур, а також формулу, за якою розраховується її обсяг, та значення кожного параметра фігури. Оскільки в ресурсних елементних нормах (КНУ) [17] одиниці вимірювання обсягів робіт з влаштування монолітних залізобетонних фундаментів наведено в  $100 \text{ м}^3$  обсягу фундаментів, то достатньо визначити

обсяг в м<sup>3</sup>.

У табл. 8 слід послідовно записати окремі елементи нижньої та верхньої частин стрічкового фундаменту для 1 та 2 варіантів завдань. Для цих же варіантів слід визначити і обсяг монолітної залізобетонної плити перекриття підвалу, яка опирається на стрічковий фундамент по зовнішньому обрізу. У цій плиті потрібно залишити не забетонований отвір розміром 20 м<sup>2</sup>. Товщина плити перекриття задана в дод. А.

Для варіантів 3 – 6 слід послідовно розрахувати обсяги кожної ступені, а потім визначити їх суму для кожного фундаменту та всіх фундаментів також у м<sup>3</sup>. Крім того, слід визначити обсяги фундаментних балок, розміри яких задано в дод. А. Фундаментні балки розташовані тільки по периметру будівлі. Довжину фундаментних балок слід примати на відповідний розмір верхньої частини фундаменту меншою від відстані між фундаментами в осях.

У табл. 8 слід також розрахувати обсяги улаштування підстильних шарів підлог та ущільнення ґрунту під ними у відповідних одиницях обсягу, наведених у ресурсних нормах (КНУ) [18].

Обсяг арматури слід розрахувати також у табл. 8, помноживши наведені в дод. А завдання витрати арматури на кубометр бетону на обсяг фундаментів, монолітної залізобетонної плити перекриття над стрічковими фундаментами та балок, які опираються на фундаменти, що окремо стоять.

У процесі відпрацювання технології влаштування нульового циклу треба надати конкретні розміри котловану (котлованів) та фундаментів, які влаштовуються в них. Використовуючи ці вихідні матеріали, вимоги відповідних нормативних документів [1, 3, 20, 33] треба опрацювати і описати послідовність, використовуючи відповідні схеми, виконання робіт. Необхідно обов'язково вказувати, які машини, механізми, інструмент, засоби підмоцнення, огороження використовуються. Описання робіт треба вести коротко, стисло, але так, щоб було зрозуміло в якій послідовності, якими машинами та механізмами виконуються роботи в їх технологічній послідовності.

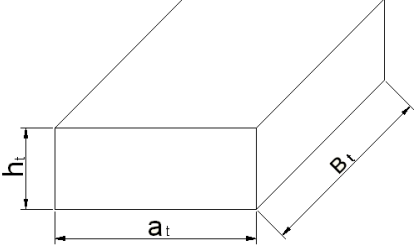
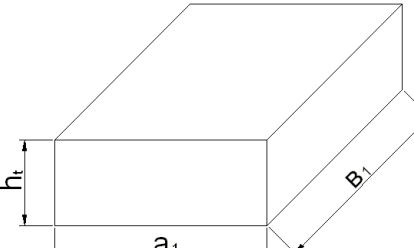
Тому починати треба з описання робіт, які необхідно завершити до початку виконання робіт за технологічною картою, яка розробляється. Зокрема, в даній технології це роботи з закріплення головних осей створними знаками, улаштування обноски навколо котловану, перенесення осей та вертикальної позначки на дно котловану. Треба зазначити, що до початку робіт по влаштуванню фундаментів, він уже влаштований. На схемах у прийнятому масштабі, вказуючи розміри котловану, показати розміщення техніки та напрям розвитку процесу влаштування в котловані опалубки, армування та бетонування фундаментів.

У процесі відпрацювання технології влаштування нульового циклу треба надати конкретні розміри котловану (котлованів) та фундаментів, які влаштовуються в них. Використовуючи ці вихідні матеріали, вимоги відповідних нормативних документів [1, 3, 20, 33] треба опрацювати і описати

послідовність, використовуючи відповідні схеми, виконання робіт. Необхідно обов'язково вказувати, які машини, механізми, інструмент, засоби підмоцвання, огороження використовуються. Описання робіт треба вести коротко, стисло, але так, щоб було зрозуміло в якій послідовності, якими машинами та механізмами виконуються роботи в їх технологічній послідовності.

Таблиця 8

Розрахунок обсягів бетонних робіт

Елементи	Од. вимірювання	Ескіз та формула	Обсяг		Примітки
			окремої частини	всіх	
Нижня частина фундаменту	м <sup>3</sup>	$V_{\text{нижн}} = a_t \times b_t \times h_t = 3,8 \times 2,3 \times 0,3 = 2,62$ 	2,62		У завданні розміри вказані в осях, величина прив'язки «0»
Середня частина фундаменту	м <sup>3</sup>	$V_{\text{сер}} = a_1 \times b_1 \times h_t = 2,5 \times 1,7 \times 0,3 = 1,28$ 	1,28		

У процесі відпрацювання технології влаштування нульового циклу треба надати конкретні розміри котловану (котлованів) та фундаментів, які влаштовуються в них. Використовуючи ці вихідні матеріали, вимоги відповідних нормативних документів [1, 3, 20, 33] треба опрацювати і описати послідовність, використовуючи відповідні схеми, виконання робіт. Необхідно обов'язково вказувати, які машини, механізми, інструмент, засоби підмоцвання, огороження використовуються. Описання робіт треба вести

коротко, стисло, але так, щоб було зрозуміло в якій послідовності, якими машинами та механізмами виконуються роботи в їх технологічній послідовності.

Тому починати треба з описання робіт, які необхідно завершити до початку виконання робіт за технологічною картою, яка розробляється. Зокрема, в даній технології це роботи з закріплення головних осей створними знаками, улаштування обноси навколо котловану, перенесення осей та вертикальної позначки на дно котловану. Треба зазначити, що до початку робіт по влаштуванню фундаментів, він уже влаштований. На схемах у прийнятому масштабі, вказуючи розміри котловану, показати розміщення техніки та напрям розвитку процесу влаштування в котловані опалубки, армування та бетонування фундаментів.

Особливу увагу треба приділити послідовності виконання всіх операцій з установки опалубки, арматури, надійного їх закріплення в проектному положенні, забезпечення захисного шару бетону для запобігання корозії арматури. Необхідно також детально викласти процес бетонування конструкції, починаючи від основних характеристик бетонної суміші та засобів їх забезпечення, послідовності укладання суміші та її ущільнення, закінчуючи доглядом за бетоном, який твердне. Необхідно приділити увагу надійності закріплення опалубки та її захисту від адгезії бетону, правилам улаштування робочих швів, послідовності укладання бетонної суміші для забезпечення монолітності конструкції. На схемах бетонування необхідно зобразити розміщення техніки, засобів підмоцнення, опалубки відносно фундаментів, що бетонуються. Розробляючи технологію виконання робіт, необхідно на планах, розрізах та схемах показувати захватки, на які необхідно розбити нульовий цикл.

Стріловий кран, яким подаються всі необхідні матеріали в котлован, треба вибрати з довідникової літератури за умови, щоб його основні характеристики з вантажопідйомності на потрібних вильоті стріли та висоті підйому крюка дещо перевищували розраховані для найважчого елемента, який необхідно підіймати на найбільшому вильоті на найбільшу висоту. За найважчий елемент треба прийняти бункер із бетонною сумішшю. Потрібну вантажопідйомність крана можна розрахувати за формулою

$$G_k = g \times \kappa_n ,$$

де  $g$  - маса бункера з бетоном;

$\kappa_n$  – коефіцієнт, який враховує масу строповочного пристрою та можливе перевищення маси вантажу, який підіймається (можна прийняти  $\kappa_n = 1,1$ ).

Під час бетонування фундаментів кран треба розміщувати якомога ближче до котловану, але так, щоб відстань від найближчої до котловану його опори до нижньої бровки котловану (початку укусу) не перевищувала мінімально допустимої [2]. Кран повинен пересуватися по периметру котловану, щоб поступово подавати бетон в опалубку. Найбільш віддалені точки подачі бетону в стрічковий фундамент - його центральна поздовжня частина (рис.15).

Тому необхідний виліт стріли треба розраховувати за формулою

$$L_c = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5,$$

де  $l_1$  - половина колії гусеничного крана, а для кранів з виносними опорами відстань від вертикальної осі повороту крана до виносної опори, м;

$l_2$  - мінімальна припустима відстань від нижньої бровки котловану (початку укосу) до найближчої опори крана [2];

$l_3$  - відстань від нижньої бровки котловану до найближчої конструкції;

$l_4$  - відстань від краю конструкції до її осі;

$l_5$  - відстань між осями від найближчої до найбільш віддаленої конструкції, куди подається вантаж краном з однієї стоянки.

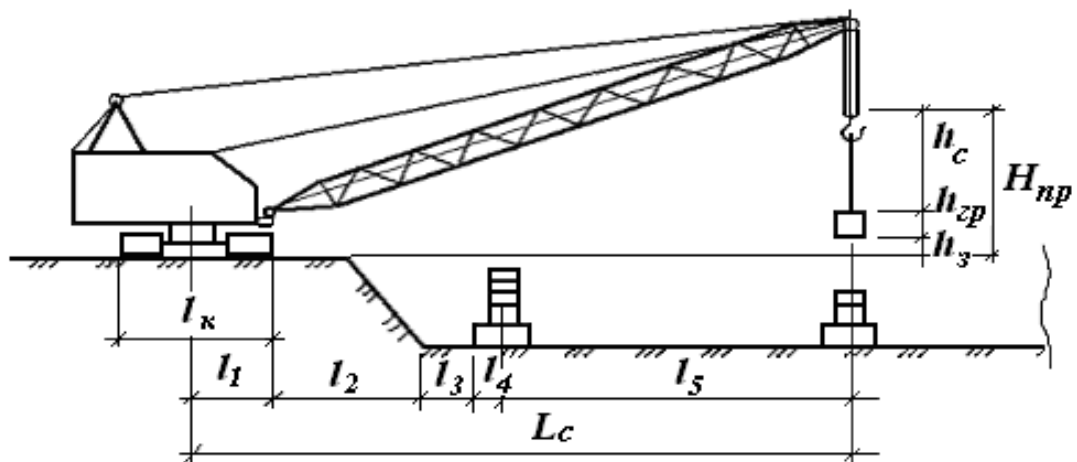


Рис. 15. Схема розміщення крана

Висота підйому крюка крана визначається за формулою

$$H_k = h_0 + h_3 + h_{гр} + h_c, \quad /23/$$

де  $h_0$  - перевищення над опорою, на яку подається елемент над рівнем стоянки крана (у нашому варіанті дорівнює нулю);

$h_3$  - запас по висоті, необхідний за умовами, щоб вантаж, який подається, безпечно переносився через змонтовані раніше конструкції (не менше 0,5 м);

$h_{гр}$  - висота елемента в монтажному положенні (довжина бункера).

$h_c$  - висота стропування, відстань від верху елемента, що подається, до низу гака в робочому положенні, м (можна прийняти 1,0 – 2,0 м).

До схем треба надати необхідні пояснення, щоб детально показати всі технологічні процеси виконання робіт згідно з чинними нормативними

документами ДСТУ Н В.2.1-28 2013.(СНиП 3.02.01-87), ДБН В.1.3.-2:2010, ДБН А.3.2-2-2009 [2, 3, 19].

Необхідно задати годинний потік бетону на основі того, що за зміну треба вкладати в опалубку фундаментів 40-70 кубометрів бетону, отже, за годину 5-9 кубометрів при 8-годинній зміні. Годинна продуктивність машини, якою укладається бетонна суміш, повинна бути в 1,3-1,5 рази більшою від годинного потоку бетонної суміші, який необхідно забезпечити. Продуктивності бетононасосів наведені в довідниках.

Товщину шару бетонної суміші,  $m$  ( $h_0$ ), яку необхідно укласти, треба підрахувати за умови, що раніше ущільнений шар площею  $F$  до початку його тужавіння за максимально припустимий термін часу  $t$  (приймати одну годину) буде перекритим новим шаром і разом ущільненим. Тобто треба забезпечити монолітність конструкції за відомої інтенсивності подавання бетону ( $G_{год} = 5-9 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

$$h_0 \leq \frac{G_{год} t}{F}.$$

Якщо такий розрахунок ведеться для окремо стоячих фундаментів, то  $F$  - це найбільша площа нижчої сходи́ни фундаменту. А якщо аналогічний розрахунок ведеться для стрічкового фундаменту, тоді треба спочатку виділити ділянку (захватку), на якій ведеться бетонування за зміну, або половину зміни. Потім відповідно до розмірів ділянки підраховують площу нижнього ступеню фундаменту, по якому укладається бетонна суміш. Якщо товщина шару  $h_0$  за розрахунком буде меншою 0,15 м, ділянку треба поділити робочим швом на ділянки, розміри (площі) яких дозволяли б вести бетонування шаром не менше ніж 0,15 м.

#### **Практична робота 4.** 8 год. Підрахунок працевитрат

За допомогою калькуляції працевитрат підраховують загальну трудомісткість робіт, що виконуються, а щодо неї і заробітну плату та визначають терміни виконання робіт. Для складання калькуляції використовуються відповідні ресурсні елементні норми КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи [16]. Форму калькуляції наведено в табл. 12.

До калькуляції включаються тільки основні роботи, перелік яких наведено нижче. Трудомісткість робіт з доставки на майданчик засобів механізації, матеріалів і конструкцій з їх навантаженням та вивантаженням включена до нормативної трудомісткості, яка визначається для відповідних робіт за вказаними ресурсними елементними нормами (див. технічну частину цих

норм). Підготовчі роботи з огороження майданчика, місць виконання робіт мають значну трудомісткість і завжди враховуються в реальних умовах, як і багато інших робіт, які виконуються на етапі виконання робіт нульового циклу. Вони не включені, щоб роботу занадто не ускладнювати.

Таблиця 12

**Калькуляція трудомісткості**

Об- грун- тув- ання	Описання робіт	Розряд робіт вартість люд.-год грн	Од. виміру	Обсяг робіт	Норма часу		Трудоміст- кість, люд.- год/маш.- год	Заробітна плата робочих будівель- ників, грн
					люд.- год	маш.- год		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КНУ 1-24- 6 1-24- 14	Розроблення та переміщення грунту 2 групи бульдозером потужністю 108 к.с. на відстань до 50 м	машиніс т 6-го роз ряду - I чол.	1000 м <sup>3</sup>	2,5 6	-	11,58+ 4*9,16 = 48,22	-/123,44	

До калькуляції включаються тільки основні роботи, перелік яких наведено нижче. Трудомісткість робіт з доставки на майданчик засобів механізації, матеріалів і конструкцій з їх навантаженням та вивантаженням включена до нормативної трудомісткості, яка визначається для відповідних робіт за вказаними ресурсними елементними нормами (див. технічну частину цих норм). Підготовчі роботи з огороження майданчика, місць виконання робіт мають значну трудомісткість і завжди враховуються в реальних умовах, як і багато інших робіт, які виконуються на етапі виконання робіт нульового циклу. Вони не включені, щоб роботу занадто не ускладнювати.

Графи 1, 2, 3, 4, 6, 7 заповнюються даними з КНУ [16]. Приклад заповнення таблиці наведено для двох робіт. У технологічній послідовності в таблицю потрібно внести всі основні види робіт, до яких належать такі, як

розроблення і переміщення ґрунту бульдозером (планування майданчика), влаштування котловану (розроблення ґрунту екскаватором у відвал та з навантаженням на транспортні засоби), планування дна котловану та зворотного засипання з ущільненням 20 % ґрунту зворотного засипання з використанням ручних пневматичних трамбівок (біля фундаментів, щоб запобігти їх руйнуванню) та 80 % ґрунту за допомогою котків.

У графі 1 табл. 4 слід вказати не тільки відповідний номер збірника, але й номери групи та шифр роботи в цілому. Для того, щоб визначити ці параметри роботи, слід перш за все уважно ознайомитися з технічною частиною відповідного збірника КНУ. Зокрема, з технічної частини цього збірника (табл. 1) слід визначити групу ґрунту за трудністю його розроблення тією чи іншою машиною. Наприклад, для планування майданчика слід виконувати розробку і переміщення ґрунту бульдозером. Якщо за завданням ґрунт – супісок, то з табл. 1 технічної частини визначаємо, що для бульдозера це група ґрунту 2. У графі 2 слід стисло надати всю інформацію, необхідну для підтвердження правильності обґрунтування нормативних трудовитрат роботи (прийнятий її шифр), наведеного в графі 1. Тобто слід навести всі дані, від яких залежать нормативні трудовитрати для цієї роботи. У наведеному прикладі вони залежать від групи ґрунту, потужності бульдозера, а також відстані переміщення ґрунту. Таким чином, графи 1 та 2 тісно пов'язані між собою та обґрунтовують правильність вибраної норми.

Обсяг робіт у графі 5 приймається в одиницях вимірювання, вказаних у графі 4, які обов'язково повинні відповідати одиницям вимірювання на відповідну роботу в КНУ («вимірник»). Наприклад, якщо в КНУ збірник 1 на земляні роботи [16] на відповідну групу робіт написано «вимірник 1000 кубометрів», то для обсягу ґрунту, що розробляється відповідною машиною 3 450 кубометрів, слід записувати обсяг 3,45. Графа 8 заповнюється добутком показників графи 5 на відповідну норму часу з граф 6 та 7. Вона характеризує загальні нормативні витрати праці робочих і машин відповідно в людино-годинах та машино-годинах. Трудомісткість щодо машиністів підраховувати не потрібно.

Для визначення обсягів земляних робіт кожного виду слід розрахувати баланс земляних мас, які слід переробити відповідними машинами на будівельному майданчику.

Так, у розрахунках трудомісткості планування майданчика слід врахувати визначену за формулою (17) дальність переміщення ґрунту бульдозером, округливши її в більшу сторону до цілих десятків метрів. Обсяг переміщуваного бульдозером ґрунту слід взяти з графи 14 табл. 1, якщо обсяг

зрізання менший, ніж обсяг підсипання, або з графі 13, якщо обсяг підсипання менший, ніж обсяг зрізання. Це обумовлено тим, що коли обсяг зрізання менший ніж підсипання, на розраховану раніше відстань слід перемістити бульдозером тільки цей ґрунт. Інші обсяги підсипання заповнюватимуться ґрунтом з котловану або привезеним додатково, якщо першого не вистачить для підсипання і вирівнювання майданчика з заданим проектним ухилом. Якщо обсяг зрізання більший, ніж обсяг підсипання, слід перемістити тільки той ґрунт, що вміститься в фігурах, які слід підсипати, а ґрунт, що залишиться в фігурах зрізання, потрібно вивозити за межі будівельного майданчика, переміщувати його бульдозером не потрібно.

Нормативні витрати часу в графах 6 та 7 табл. 4 слід розраховувати як суму відповідних норм, взятих з КНУ збірник 1 на земляні роботи [16] для бульдозера прийнятої раніше потужності на перші 10 м та на наступні 10 м. Останню норму слід помножити на відповідну кількість додаткових десятків метрів, на які слід перемістити ґрунт. Наприклад, якщо за завданням ґрунтом є пісок, то, як зазначалося раніше, за табл. 1 технічної частини цього КНУ визначено, що для бульдозера це ґрунт 2-ої групи. Визначаючи продуктивність бульдозера за формулою (18) прийнято бульдозер потужністю 108 кінських сил, а визначена за формулою (17) дальність переміщення ґрунту бульдозером становить 47 м. Тоді за КНУ збірник 1 на земляні роботи [16] визначаємо, що за нормою 1–24–6 норма часу на переміщення 1 000 кубометрів («вимірник») ґрунту цим бульдозером на перші 10 метрів становить 11,58 маш.-год. Ці значення слід записати в графу 6 табл. 7. У графу 7 слід записати норму часу для робітників (якщо вона наведена, для цієї норми її немає). До цих значень потрібно додати відповідні нормативні витрати на переміщення 1 000 кубометрів («вимірник») ґрунту на наступні 10 метрів, які за нормою 1–24–14 становлять 9,16 маш.-год., але ці значення слід помножити на 4 – кількість таких додаткових десятків метрів після округлення в більшу сторону дальності переміщення ґрунту на 47 метрів. Тоді сумарні нормативні витрати часу бульдозера відповідно становитимуть:  $11,58 + 4 * 9,16 = 11,58 + 36,64 = 48,22$  маш.-год. Такі підрахунки слід провести в графі 7 (а, якщо необхідно, то й 6) табл. 12.

Потім ці значення слід помножити на обсяг ґрунту, що переміщується бульдозером, який слід записати в 1 000 кубометрів (якщо, наприклад, обсяг становить 2 560 кубометрів, то записують 2,56). Таким чином отримується нормативна трудомісткість переміщення ґрунту даним бульдозером на визначену відстань. Ці значення слід записати в графу 8 табл. 12.

У розрахунках трудомісткості розроблення ґрунту екскаватором

потрібно визначити обсяг, який після влаштування котловану залишають на будівельному майданчику, тобто обсяг ґрунту, що екскаватор розроблятиме «у відвал». Перш за все йдеться про обсяг ґрунту, необхідний для зворотного засипання пазух котловану, розрахований за формулою 15 для варіантів зі стрічковими фундаментами (чи котлованів, якщо мова йде про варіант з окремо стоячими фундаментами; розраховується як різниця між обсягами котлованів та фундаментів, поділена на коефіцієнт залишкового розпушування ґрунту, додаток В). Крім того, на будівельному майданчику слід також залишити обсяг ґрунту, який необхідно підсипати у фігури, що залишилися незаповненими під час планування будівельного майданчика бульдозером, тобто різницю між обсягами підсипання, враховуючи коефіцієнт залишкового розпушування, і зрізання (див. графі 13 та 14 табл. 1). Цей обсяг слід також заповнювати ґрунтом, який виймається з котловану, а значить теж розробляти «у відвал». Тобто його слід додати до попередньо визначеного обсягу ґрунту, який слід розробити «у відвал» (обсяг зворотної засипки) під час влаштування котловану.

Але це стосується лише того випадку, коли обсяги підсипання більші, ніж обсяги зрізання. Визначені таким чином обсяги слід записувати в відповідний рядок калькуляції табл. 12 для відповідної норми з КНУ збірник 1 на земляні роботи [16] «Розроблення ґрунту екскаватором у відвал». Якщо обсяг ґрунту в котловані більший, ніж сума обсягів зворотної засипки та різниці між обсягами підсипання і зрізання, то ґрунт, який не уміщається на будівельному майданчику, слід вивозити за його межі. Тобто цей обсяг слід в калькуляції розраховувати за нормою «Розроблення ґрунту екскаватором з навантаженням на транспортні засоби».

Якщо обсяги підсипання менші, ніж обсяги зрізання, тоді слід визначити різницю між ними, до якої потрібно додати різницю між обсягами котловану та зворотного засипання. Визначений таким чином сумарний обсяг ґрунту слід завантажити на автосамоскиди, щоб вивезти за межі будівельного майданчика. Отже цей обсяг ґрунту слід також записувати у відповідний рядок калькуляції табл. 12 для відповідної норми з КНУ збірник 1 на земляні роботи [16] «Розроблення ґрунту екскаватором з навантаженням на транспортні засоби».

Однак, якщо різниця між обсягами підсипання й зрізання більша, ніж різниця між обсягами котловану та зворотного засипання (ґрунту з котловану не вистачає для вирівнювання будівельного майданчика), то слід визначити, наскільки вона більша, і цей обсяг ґрунту довести на будівельний майданчик, тобто розробляти його «з навантаженням на транспортні засоби». Весь обсяг ґрунту в котловані в такому випадку потрібно розробляти у відвал.

Отже, слід уважно розрахувати баланс ґрунту, який розробляється на будівельному майданчику, визначити відповідні обсяги та нормативні трудовитрати на його розробку. Потрібно також у калькуляції визначити трудомісткість зворотного засипання пазух котловану (котлованів) бульдозером та його ущільнення. Відстань, на яку слід переміщувати ґрунт у разі зворотного засипання, слід визначати приблизно, враховуючи місця складування ґрунту, який виймається з котловану і залишається на будмайданчику для наступного зворотного засипання після влаштування фундаментів. Місце складування цього ґрунту слід вибирати самостійно так, щоб він не заважав проведенню робіт із влаштування монолітних залізобетонних фундаментів у котловані. Відповідно до визначеної відстані переміщення цього ґрунту слід розрахувати сумарну норму часу, враховуючи норми переміщення на перші 5 м та визначену кількість наступних 5 м. Слід розрахувати також трудомісткість ущільнення 80% обсягу ґрунту зворотного засипання котком (приймати 10 проходок по одному сліду), а 20% – пневматичними або електричними трамбівками (безпосередньо біля фундаментів, щоб не пошкодити їх котком); потрібні норми витрат часу слід знайти та перемножити їх на відповідний обсяг.

Розрахунок трудомісткості робіт із влаштування фундаментів теж краще оформляти за формою табл. 12. Під час розрахунку трудомісткості одиниці вимірювання окремих видів робіт необхідно приймати за нормативними документами КНУ збірник 6 та 11 [17, 18]. Слід уважно ознайомитися з технічною частиною цих нормативних документів і запам'ятати, що наведені там норми часу на улаштування зазначеного обсягу (одиниця вимірювання) залізобетонної конструкції враховують всі основні (установку та розбирання опалубки, армування, безпосереднє бетонування) та допоміжні роботи (навантажувально-розвантажувальні операції, у тому числі і всього необхідного інструменту та оснащення, чистка і змазка опалубки, улаштування засобів підмоцнування на висоту до 4 м тощо), які виконуються на будівельному майданчику. Тому в калькуляції додатково їх враховувати не потрібно.

У калькуляції слід визначити для заданого виду фундаментів трудомісткість їх улаштування за відповідними ресурсними нормами КНУ збірник 6, група 1, фундаментних балок група 18, які включають установку і розбирання опалубки, армування та бетонування з використанням заданого способу подачі бетонної суміші (краном у баддях, бетононасосом). Аналогічно слід також визначити трудомісткість улаштування монолітного залізобетонного перекриття над стрічковими фундаментами з армуванням окремими стрижнями за відповідними КНУ збірник 6, групи 54 - на установку та розбирання опалубки, 55 - армування та 58 на бетонування. У калькуляції слід також визначити трудомісткість улаштування підстилаючих

шарів підлоги з попереднім ущільнення ґрунту з варіантами їх конструкції, заданими у завданні додатку А за КНУ збірник 11.

За допомогою калькуляції працевитрат підраховують загальну трудомісткість робіт, що виконуються, та пропорційно заробітну плату. Вартість людино-години кожного розряду робіт устанавлюється щорічно Кабінетом міністрів України (знаходити на його сайті).

До калькуляції включаються тільки основні роботи, перелік яких наведено. Трудомісткість робіт з доставки на майданчик засобів механізації, матеріалів та конструкцій з їх навантаженням і вивантаженням включена до нормативної трудомісткості, яка визначається для відповідних робіт за вказаними ресурсними елементними нормами (див. технічну частину цих норм). Підготовчі роботи з огороження майданчика, місць виконання робіт мають значну трудомісткість та завжди враховуються в реальних умовах, як і багато інших робіт, що виконуються на етапі виконання робіт нульового циклу.

Графи 1, 2, 4, 6, 7 та чисельник графи 3 заповнюються даними з КНУ збірник 6 або 11 [17, 18]. Знаменник графи 3 заповнюється відповідними даними з урахуванням наказу Мінрегіонбуду.

Вартісні показники, наведені в таблиці 13, обчислені виходячи з середньомісячної заробітної платні 2300 грн., що відповідає середньому розряду складності робіт в будівництві в цілому - 3,8. По мірі збільшення середньомісячної заробітної платні необхідно перераховувати вартість люд/год на кожен середній розряд робіт. Наприклад, якщо на 2024 рік середньомісячна заробітна платня 19000 грн., то коефіцієнт збільшення заробітної платні складе  $19000/2300 = 8,26$ .

У технологічній послідовності в табл.12 слід внести всі перераховані основні види робіт. У графі 1 слід вказати не тільки відповідний номер збірника, а й номер групи та шифр роботи в цілому. Для того, щоб визначити ці параметри роботи, слід уважно ознайомитися з технічною частиною ДСТУ Б Д.2.2-6:2016 та ДСТУ Б Д.2.2-11:2012 [17, 18]. Потрібно навести всі необхідні дані, від яких залежать нормативні трудовитрати для цієї роботи. Графи 1 та 2 тісно пов'язані між собою і обґрунтовують правильність вибраної норми.

Обсяг робіт у графі 5 розраховується в одиницях вимірювання, вказаних у графі 4, які обов'язково повинні збігатися з одиницями вимірювання відповідної роботи в КНУ («вимірник»). Графа 8 – добуток показників графи 5 та відповідної норми часу з граф 6 та 7. Вона характеризує загальні нормативні витрати праці робітників і машин відповідно в людино-годинах та машино-годинах на визначений в табл. 8 обсяг робіт.

Таблиця 13

Середній розряд роботи, яка виконується	Вартість людино-години, грн	Середній розряд роботи, яка виконується	Вартість людино-години, грн	Середній розряд роботи, яка виконується	Вартість людино-години, грн
1,0	10,49	3,4	13,08	5,8	18,32
1,1	10,57	3,5	13,25	5,9	18,59
1,2	10,66	3,6	13,41	6	18,85
1,3	10,74	3,7	13,56	6,1	19,14
1,4	10,83	3,8	13,72	6,2	19,44
1,5	10,91	3,9	13,89	6,3	19,72
1,6	10,99	4	14,05	6,4	20,01
1,7	11,08	4,1	14,26	6,5	20,31
1,8	11,16	4,2	14,48	6,6	20,60
1,9	11,25	4,3	14,69	6,7	20,90
2	11,33	4,4	14,90	6,8	21,18
2,1	11,44	4,5	15,12	6,9	21,47
2,2	11,55	4,6	15,33	7	21,77
2,3	11,66	4,7	15,54	7,1	22,10
2,4	11,77	4,8	15,75	7,2	22,44
2,5	11,89	4,9	15,97	7,3	22,77
2,6	12,00	5	16,18	7,4	23,11
2,7	12,11	5,1	16,45	7,5	23,45
2,8	12,22	5,2	16,71	7,6	23,77
2,9	12,33	5,3	16,98	7,7	24,11
3	12,44	5,4	17,25	7,8	24,44
3,1	12,60	5,5	17,52	7,9	24,78
3,2	12,77	5,6	17,78	8	25,11
3,3	12,92	5,7	18,05		

Обсяг робіт у графі 5 розраховується в одиницях вимірювання, вказаних у графі 4, які обов'язково повинні збігатися з одиницями вимірювання відповідної роботи в КНУ («вимірник»). Графа 8 – добуток показників графі 5 та відповідної норми часу з граф 6 та 7. Вона характеризує загальні нормативні витрати праці робітників і машин відповідно в людино-годинах та машино-годинах на визначений в табл. 8 обсяг робіт.

Заробітна плата робітників-будівельників у графі 9 визначається як добуток наведеної в знаменнику графі 3 вартості однієї людино-години під час виконання робіт відповідного розряду складності та трудомісткості їх виконання робітниками-будівельниками, наведеними в чисельнику графі 8. Трудомісткість щодо машиністів підраховувати не потрібно.

**Практична робота 5.** 4 год. Визначення потрібних ресурсів для комплексної механізації бетонування фундаментів

Розрахунок потрібних матеріальних ресурсів необхідно виконати для робіт із влаштування монолітних залізобетонних фундаментів за нормами [16-18]. Розрахунки треба провести за формою табл. 14, використовуючи раніше розраховані об'єми відповідних робіт.

Таблиця 14

Розрахунок потрібних основних матеріалів, виробів та напівфабрикатів

№ пор	Об'єкт -ня за ДБН Д.2.2-	Од. виміру	Об'єм робіт	Потрібні матеріали, вироби, напівфабрикати				
				арматура	фіксатори	дрит, I, I мм	бетон	і т. д.
				т	шт	т	м <sup>3</sup>	
				за норм. всього	за норм. всього	за норм. всього	за норм. всього	за норм. всього
1	6-63-4	т	48	1,01 48,48	322 15456	0,00255 0,1224		
2	6-65-4	м <sup>3</sup>	620				102 632,4	
3	І т.д.							

На основі наведених в табл. 14 розрахунків треба скласти за формою табл. 15 потребу в цих основних матеріалах, виробах і напівфабрикатах.

Таблиця 15

Потрібні для виконання робіт матеріали, вироби та напівфабрикати

№ пор	Назва	Марка (клас)	Од. виміру	Кількість
1	Арматура діам. 16 мм	A400 C	т	48,48
2	І т.д.			

Потрібні технічні ресурси, крім ведучої машини – стрілового крана, які необхідні для виконання робіт з влаштування монолітного залізобетонного фундаменту, треба визначити і надати їх в табл. 16.

Треба визначити всі потрібні основні та допоміжні машини та механізми, а також інструмент, інвентар, засоби підмоцнення, стропування, огороження небезпечних місць, індивідуального та колективного захисту працюючих, необхідні для влаштування монолітних залізобетонних фундаментів та влаштування нульового циклу в цілому. Необхідно використовувати нормативні документи [2, 4, 5, 7, 8, 11-15] та довідникову літературу.

## Машини, механізми, інвентар, інструмент, засоби підмоцвання

№пр	Найменування	Тип, марка	Кількість	Технічні характеристики
1	Кран автомобільний	КС- 35719-1-02	1	Вантажопід. 16 т
2	І т.д.			

**Практична робота 6.** 6 год. Складання календарних графіків виконання робіт

Цей документ є основним у технологічній карті. Він регламентує терміни виконання робіт і повинен складатися за формою табл. 17 відповідно до вимог ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва» [1].

У календарному графіку слід в технологічній послідовності навести всі основні види робіт, що виконуються під час улаштування нульового циклу, та встановити послідовність їх виконання з максимально можливим суміщенням. У цьому ж графіку за нормативними показниками потрібно розрахувати терміни роботи основних машин, засобів механізації, кількісний і професійний склади бригад та ланок, що виконують кожну операцію, як механізовану, так і ручну.

Для заповнення граф 4–6 необхідно скористатися результатами, одержаними раніше в розрахунках калькуляції (див. табл. 12) на відповідні види робіт (у наведеному в табл. 17 прикладі ці результати не враховувалися). Але при заповненні графи 4 (витрати праці робітників) необхідно врахувати заданий у додатку А виробіток робітників. Якщо, наприклад, заданий у додатку А фактичний виробіток робітників (кількість виробленої продукції за одиницю часу робітником) у процесі виконання аналогічної роботи раніше ( $V_{\text{факт}}$ ) складав 140% від нормативного ( $V_{\text{норм}}$ ), це означає, що  $V_{\text{факт}}/V_{\text{норм}} = 140\%$  або фактичний виробіток у 1,4 рази більший від нормативного. А оскільки витрати праці на одиницю виробленої продукції є зворотною величиною виробітку, то відповідно реальні трудовитрати як на одиницю продукції, так і на весь обсяг будуть меншими в 1,4 рази. Тобто отриману у калькуляції нормативну трудомісткість на будь-

яку роботу необхідно розділити на 1,4. Отриману за таким алгоритмом планову трудомісткість необхідно використати у календарному графіку.



Тобто витрати праці необхідно запланувати з урахуванням перевиконання робітниками нормативних витрат, які розраховані у калькуляції за ресурсними нормами. Щоб перейти до трудомісткості в людино-змінах або машино-змінах, слід поділити одержаний результат у калькуляціях (у людино-годинах або машино-годинах) на 8 – кількість робочих годин за зміну й округлити отриманий результат до цілого числа.

До календарного графіка слід включити такі основні види робіт із улаштування нульового циклу, трудомісткість яких попередньо розрахована в калькуляції:

- планування будівельного майданчика (розроблення та переміщення ґрунту бульдозером на розраховану відстань);
- розроблення котловану, що складається з робіт екскаватора у відвал та з навантаженням на транспортні засоби ґрунту, який слід вивезти або довести на будівельний майданчик;
- улаштування бетонної підготовки та фундаментів;
- улаштування підстилаючого шару підлоги (виконується до улаштування перекриття над стрічковими фундаментами, а у варіантах з окремо стоячими фундаментами після улаштування фундаментних балок та зворотного засипання та ущільнення пазух котлованів);
- улаштування перекриття над стрічковими фундаментами, а між окремо стоячими фундаментами фундаментних балок;
- зворотне засипання;
- ущільнення ґрунту в пазухах котловану ручними пневматичними або електричними трамбівками;
- ущільнення ґрунту в пазухах котловану віброкатками.

Термін виконання кожної операції одержують, використовуючи отримані в калькуляції результати розрахунку трудомісткості кожної з виділених операцій з урахуванням заданого у додатку А виробітку робітників, а трудомісткість машин залишати нормативною (розрахованою за ресурсними нормами). Для робіт із планування будівельного майданчика бульдозером та робіт із використанням екскаватора за кількістю машино-змін, які витрачаються на відповідний вид робіт. У графі 8 слід вказати, скільки змін за добу виконується технологічний процес. Механізовані процеси для кращого використання техніки необхідно планувати обов'язково у дві зміни. Термін робіт механізованих процесів (графа 7) слід визначати, поділивши трудомісткість у графі 6 на кількість змін роботи за добу (графа 8).

Роботи в календарному графіку слід показувати в технологічній послідовності. Перша робота, яка виконується бульдозером, – це планування майданчика. Друга, яка може проводитися тільки після завершення першої, – розроблення котловану. Після улаштування котлованів – улаштування фундаментів. Тобто роботи виконуються виключно послідовно.

Роботи з улаштування фундаментів, фундаментних балок між окремо стоячими фундаментами, перекриття над стрічковими фундаментами, ущільнення ґрунту під підлогу та улаштування підстиляючого шару підлоги слід планувати одній комплексній бригаді, як це звичайно планується на будівництві. Тому після роботи з улаштування котловану всі відповідні роботи необхідно послідовно записати у календарному графіку, заповнивши усі графи по кожній із них. У графі 4 витрати праці робітників необхідно указувати з урахуванням планової виробки, наведеної у додатку А. Треба також знайти сумарну трудомісткість, які виконуватиме комплексна бригада. Склад такої бригади призначити з 10-15 робітників. Поділивши сумарну трудомісткість цих робіт на склад бригади визначити термін виконання робіт у робочих днях, оскільки ці роботи треба планувати в одну зміну.

Роботи зі зворотного засипання та трамбування вручну з використанням електричних або пневматичних трамбівок (20% від загального обсягу зворотного засипання біля фундаментів, щоб не розрушити їх котком) та котків (80% обсягу зворотного засипання) слід передбачати паралельно у міру поширеного засипання та ущільнення кожного шару ґрунту в пазах котловану після повного завершення процесу улаштування монолітних залізобетонних фундаментів. Ведучою машиною слід вважати бульдозер, який виконує зворотне засипання, а, отже, за трудомісткістю цієї операції визначається термін робіт. Якщо трудомісткість інших операцій, які виконуються паралельно, більша, то слід передбачати використання декількох котків або робітників з трамбівками, щоб ці операції виконувалися за той же термін, що й ведучий процес.

Всі терміни робіт необхідно показати в графі 11 жирними горизонтальними лініями: одинарними для однозмінної роботи та подвійними - для двозмінної. Початок кожної роботи встановлюється залежно від терміну виконання попередньої та можливості їх суміщення як за необхідною технологічною послідовністю, так і за забезпеченням безпечних умов роботи. Всі розрахунки календарного графіка слід навести в пояснювальній записці, а календарний графік накреслити на окремому аркуші.

#### **Практична робота 7. 4 год. Контроль якості робіт**

Окремо у табличній формі (табл. 18) треба розробити операційний контроль якості, де відповідно до чинних нормативних документів та правил виконання робіт необхідно подати в технологічній послідовності всі операції, які обов'язково контролюються.

Перш за все це ті роботи, перелік яких наведено в дод. Л ДБН А.3.1-5-2016 [1], на які треба складати акти на закриття прихованих робіт, та акти проміжного прийняття відповідальних конструкцій, форми яких наведено в

тому ж ДБН А.3.1-5-2016, відповідно додатки К та М. У таблиці необхідно також дати інформацію щодо засобів та термінів контролю всіх операцій: вхідний, технологічний, приймальний, а також охарактеризувати, хто їх повинен виконувати та надати іншу інформацію, яка передбачається табл. 18.

Таблиця 18

Схема операційного контролю якості робіт

Операції, які підлягають контролю		Контроль якості виконання операцій			
виконробом	майстром	склад	Спосіб	термін	залучені служби
1. Правильність геодезичних розбивочних робіт, закріплення основних осей будівлі 2.  І т.д.	Перевірка основних розмірів котловану	Винесення основних осей будівлі та їх закріплення створами знаками	Геодезичні вимірювання	До початку розроблення котловану	Геодезист
		Визначення розмірів котловану відносно осей та репера	Геодезичні вимірювання	Після розроблення котловану, до початку установки опалубки	-

У таблиці треба надати інформацію про такі операції, які обов'язково треба проконтролювати: правильність винесення основних розбивочних осей на майданчик; точність основних розмірів котловану, його прив'язки до осей та позначки дна котловану; перевірка відповідності ґрунту проекту; правильність розбиття осей по дну котловану; правильність улаштування опалубки та армування фундаментів, перекриття чи балок; контроль за якістю укладання та ущільнення бетонної суміші; догляд за процесом твердіння бетону в конструкції; прийняття влаштованих фундаментів; контроль за процесом ущільнення ґрунту під підстилаючий шар підлоги та його улаштування; прийняття нульового циклу в цілому.

По кожній з цих операцій треба з нормативних документів [9, 10, 19, 20] вибрати і надати в таблицях та на схемах вимоги щодо точності – допуски (допустимі відхилення від проектних розмірів) влаштування кожного конструктиву. Крім того, надати схеми проведення геодезичних замірів щодо точності влаштування конструктивів (визначення позначки дна котловану, перенесення осей на дно котловану та інших), а також надати виконавчу схему

влаштування котловану та фундаментів, взявши за основу додаток Е ДБН В.1.3.-2:2010 [3].

У таблиці треба надати інформацію про такі операції, які обов'язково треба проконтролювати: правильність винесення основних розбивних осей на майданчик; точність основних розмірів котловану, його прив'язки до осей та позначки дна котловану; перевірка відповідності ґрунту проекту; правильність розбиття осей по дну котловану; правильність улаштування опалубки та армування фундаментів, перекриття чи балок; контроль за якістю укладання та ущільнення бетонної суміші; догляд за процесом твердіння бетону в конструкції; прийняття влаштованих фундаментів; контроль за процесом ущільнення ґрунту під підстилаючий шар підлоги та його улаштування; прийняття нульового циклу в цілому.

По кожній з цих операцій треба з нормативних документів [9, 10, 19, 20] вибрати і надати в таблицях та на схемах вимоги щодо точності – допуски (допустимі відхилення від проектних розмірів) влаштування кожного конструктиву. Крім того, надати схеми проведення геодезичних замірів щодо точності влаштування конструктивів (визначення позначки дна котловану, перенесення осей на дно котловану та інших), а також надати виконавчу схему влаштування котловану та фундаментів, взявши за основу додаток Е ДБН В.1.3.-2:2010 [3].

#### **Практична робота 8.** 6 год. Безпека праці при виконанні робіт з улаштування нульового циклу. Техніко-економічні показники технологічного проекту

Заходи з безпеки та охорони праці повинні опрацьовуватися паралельно з технологією виконання робіт. Остання має бути безпечною. Треба перерахувати основні небезпечні фактори для працюючих та забезпечити комплексний захист останніх від шкідливих та небезпечних факторів, які можуть виникати на будівельному майданчику в процесі реалізації запроєктованої технології виконання робіт. Перш за все треба у відповідності до вимог НПАОП 0.00-8.24-05 [26] визначити роботи з підвищеною небезпекою та розробити заходи з безпечних методів їх виконання. Зокрема, це стосується таких робіт, які виконуються на будівельному майданчику відповідно до пунктів 89, 94, 101, 109 НПАОП 0.00-8.24-05 [26] в котловані глибиною більше 2 м, робіт на висоті, вантажорозвантажувальних робіт та робіт з керування тракторами і самохідним технологічним устаткуванням (бетононасоси).

Треба відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 та інших нормативних документів [5, 9, 10, 17-24] опрацювати заходи щодо безпечного виконання робіт у процесі планування будівельного майданчика, експлуатації тих машин та механізмів, що використовуються в технологічному процесі, заходи щодо

електробезпеки, у тому числі під час використання електрифікованого ручного інструменту (вібраторів тощо). Необхідно підібрати засоби підмоцнення та огороження як робочих місць, так і місць виконання робіт. Треба вирішити питання щодо забезпечення працюючих спецодягом, індивідуальними засобами безпеки, передбачити протипожежні заходи та інші. Для цього треба ретельно вивчити вимоги ДБН А.3.2-2-2009, зокрема не тільки розділу з улаштування монолітних залізобетонних конструкцій, але й першого, другого та інших розділів, які відносяться до облаштування будівельного майданчика, безпечної експлуатації машин, механізмів, інструменту, електробезпеки та інших.

Крім того, треба також ретельно вивчити нормативні документи огороження місць виконання робіт та засоби підмоцнення [11-15], правила виконання робіт на висоті [23], безпечні методи влаштування монолітних залізобетонних конструкцій [30] та інші нормативні документи з безпечного виконання робіт, які наведені в бібліографічному списку цих методичних вказівок [22-32], та використати їх вимоги для проектування безпечних методів виконання робіт. Не треба переписувати текст цих нормативних документів, а треба приймати відповідні рішення, які можуть забезпечити безпечні умови виконання робіт. Стиль викладу цього розділу має бути приблизно таким: «Відповідно до вимог п. 2.1 ДБН А.3.2-2-2009 необхідно ...». «Відповідно до вимог НПАОП ... треба ...» Прийняті рішення з безпечного виконання робіт необхідно демонструвати відповідними схемами розміщення огорожень й інших засобів захисту, демонструючи безпечні умови виконання робіт. На схемах треба обов'язково умовними позначеннями підписувати використані технічні засоби (стропи, огороження і т.д.) та показувати місця їх розміщення.

Відповідно до вимог ДБН А.3.1-5-2016 [1] необхідно розрахувати такі техніко-економічні показники (ТЕП):

- об'єми і терміни будівельно-монтажних робіт;
- рівень механізації;
- витрати праці на одиницю об'єму та виробіток.

Всі ці показники розраховуються на основі даних, наведених у календарному графіку робіт. Об'єми і терміни робіт, а також потрібні дані для інших розрахунків необхідно взяти безпосередньо з календарного графіка. Треба навести окремо об'єми і терміни виконання комплексу робіт з улаштування нульового циклу.

Рівень механізації земляних робіт підраховується як відношення об'єму робіт, які виконуються машинами  $V_m$ , до загального об'єму  $V_z$  і виражається у відсотках:  $P_m = V_m / V_z \cdot 100\%$ .

До об'єму робіт, які виконуються машинами, треба віднести об'єми, які виконуються безпосередньо різними машинами: планування будмайданчику

бульдозером, роботи, що виконуються екскаватором з вивантаженням ґрунту у відвал та з навантаженням на транспортні засоби, зворотна засипка пазух котловану бульдозером, та ущільнення 80% об'єму цього ґрунту котком. А загальний об'єм буде більшим від об'єму робіт, виконуваних машинами, на об'єм ґрунту, який ущільнюється трамбівками.

Витрати праці на одиницю об'єму розраховуються діленням загальної трудомісткості  $T_p$  всіх ручних операцій, що виконуються робочими для комплексу робіт з улаштування залізобетонних конструкцій нульового циклу, взятої з календарного графіка, на основний об'єм цих робіт  $V_o$  :•

$$B_n = \frac{T_p}{V_o},$$

а зворотна величина – виробіток:  $Вир = \frac{V_o}{T_p}$ .

#### **Практична робота 9.** 4 год. Визначення об'ємів мурувальних робіт

За наданими планами та розрізами будівлі визначити об'єми мурувальних робіт. Розрахунок вести в табличній формі (див. табл. 8) з виділенням окремих конструктивів будівлі, об'єми яких можна розрахувати за простими формулами. В окремі конструктиви треба виділяти елементи стін, ресурси для яких визначаються за різними нормативами (різна товщина стін, їх складність та інше).

#### **Практична робота 10.** 4 год. Розрахунок ресурсів мурувальних робіт

За визначеними об'ємами та діючими Кошторисними нормами України на ресурсні елементні норми розрахувати трудомісткість та заробітну плату на виконання цих робіт. Розрахунки проводити за формою табл. 12. Необхідно детально ознайомитися з технічною частиною ресурсних елементних норм на мурувальні роботи та врахувати всі поправочні коефіцієнти до використаних норм. В окремих таблицях за цими ж ресурсними нормами за формами табл. 14 - 16 треба розрахувати матеріальні та технічні ресурси, які необхідні для виконання мурувальних робіт.

#### **Практична робота 11.** 4 год. Розробка календарного графіка та технології мурувальних робіт

За визначеною трудомісткістю виконання мурувальних робіт необхідно розробити календарний графік їх виконання за формою табл. 17. Роботи необхідно представляти в технологічній послідовності по окремих захватках, визначивши необхідний склад комплексної бригади для їх виконання.

Необхідно, крім нормативної трудомісткості, враховувати також планову виробку робочих, яка зазвичай значно перевищує нормативну.

За розробленим календарним графіком необхідно коротко описати технологію виконання мурувальних робіт. Треба описати на які захватки, ділянки та яруси розбивається будівля в процесі мурування для забезпечення процесу мурування.

### **Практична робота 12.** 4 год. Контроль якості та безпека праці мурувальних робіт

Окремо у табличній формі (табл. 18) треба розробити операційний контроль якості мурувальних робіт, де відповідно до чинних нормативних документів та правил виконання робіт надати в технологічній послідовності всі операції, які обов'язково контролюються. Окремо в табличній формі або на схемах надати допуски на розміри елементів мурів та методи їх перевірки.

Забезпечення безпечних методів виконання мурувальних робіт треба детально розробити у відповідності до діючих нормативних документів. Треба на схемах обов'язково показати розміщення всіх необхідних огорожень робочих місць відповідними засобами, указуючи умовними позначеннями їх відповідність діючим нормативам.

## БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. На заміну ДБН А.3.1-5-2009 ; чинний від 2017-01-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 49 с.
2. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). На заміну СНиП III-4-80\* ; чинний від 2012-04-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.
3. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. На заміну СНиП 3.01.03-84 ; чинний від 2018-06-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с.
4. ДСТУ EN 361:2017. Індивідуальне спорядження для захисту від падіння з висоти. Спорядження для всього тіла (EN 361:2002, IDT). На заміну ДСТУ EN 361-2001 ; чинний від 2019-01-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 16 с.
5. ДСТУ EN 358:2022. Індивідуальне спорядження для захисту від падіння з висоти. Пояси та стропи для утримування або обмежування. На заміну ДСТУ EN 358:2017 (EN 358:1999, IDT) ; чинний від 2023-09-01. Київ : Технічний комітет «Безпека промислової продукції та засоби індивідуального захисту працюючих», 2023. 70 с.
6. ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги. На заміну ГОСТ 12.1.013-78 ; чинний від 2012-12-01. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 13 с.
7. ДСТУ Б В.2.8-10-98. Стропи вантажні. Технічні умови. На заміну ГОСТ 25573-82; чинний від 1999-01-01. Київ : Держбуд України, 1998. 43 с.
8. ДСТУ Б В.2.8-39:2011. Засоби підмоцнення. Загальні технічні умови. На заміну ГОСТ 24258-88 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 8 с.
9. ДСТУ Б В.2.8-41:2011. Опалубка для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Класифікація і загальні технічні вимоги. На заміну ГОСТ 23478-79 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 7 с.
10. ДСТУ Б В.2.8-42:2011. Опалубка розбірно-пересувна дрібнощитова інвентарна для зведення монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій. Технічні умови. На заміну ГОСТ 23477-79 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 5 с.
11. ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. На заміну ГОСТ 23407-78 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : НДІБВ, 2011. 15 с.
12. ДСТУ Б В.2.8-44:2011. Майданчики та драбини для будівельно-монтажних робіт. Загальні технічні умови. На заміну ГОСТ 26887-86 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 4 с.

13. ДСТУ Б В.2.8-45:2011. Підмости пересувні збірно-розбірні. Технічні умови. На заміну ГОСТ 28012-89 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 5 с.

14. ДСТУ Б В.2.8-46:2011. Підмости пересувні з пересувним робочим місцем. Технічні умови. На заміну ГОСТ 28347-89 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 7 с.

15. ДСТУ Б В.2.8-47:2011. Риштування стоякові приставні для будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. На заміну ГОСТ 27321-87 ; чинний від 2012-12-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 5 с.

16. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. На заміну ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 ; чинний від 2021-11-30. Київ : Міністерства розвитку громад та територій України, 2022. 354 с.

17. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 6. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. На заміну ДСТУ Б Д.2.2-6:2016 ; чинний від 2023-02-22. Вид. офіц. Київ : Міністерства розвитку громад та територій України, 2022. 117 с.

18. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Підлоги. Збірник 11. На заміну ДСТУ Б Д.2.2-11:2012 ; чинний від 2023-02-22. Київ : Міністерства розвитку громад та територій України, 2022. 57 с.

19. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. На заміну СНиП 3.02.01-87 ; чинний від 2014-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 65 с.

20. ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій. Чинний від 2016-04-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 57 с.

21. ДСТУ-Н Б В.2.6-205:2015. Настанова з проектування монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій будівель та споруд. Чинний від 2016-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2015. 28 с.

22. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. На заміну НАПБ А.01.001-2004 ; чинний від 2023-04-07. Київ : МВД України, 2023. 86 с.

23. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. Чинний від 2007-06-15. Київ : Держгірпромнагляд, 2007. 59 с.

24. НПАОП 0.00-1.73-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Чинний від 2014-03-28. Київ : Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2013. 58 с.

25. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання. На заміну НПАОП 0.00-1.01-07 ; чинний від 2018-04-10. Київ : Міністерство соціальної політики України, 2018. 213 с.

26. НПАОП 0.00-2.01-05 (НПАОП 0.00-8.24-05). Перелік робіт з підвищеною небезпекою. Чинний від 2017-04-14. Київ : Держнагляд охорони праці, 2005. 7 с.

27. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. Чинний від 2017-04-14. Київ : Держнагляд охорони праці, 2005. 7 с.

28. НПАОП 0.00-4.15-98. Положення про розробку інструкцій з охорони праці. На заміну ДНАОП 0.00-4.15-85 ; чинний від 2017-09-01. Київ : Держнагляд охорони праці, 1998. 14 с.

29. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98). Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. На заміну ДНАОП 0.00.1.21-84 ; чинний від 1998-02-20. Київ : Держгірпромнагляд, 1998. 189 с.

30. НПАОП 45.2-1.11-97. Правила безпечного виконання робіт при спорудженні об'єктів з монолітного бетону та залізобетону. Чинний від 1997-06-01. Вид. офіц. Київ : Держнагляд охорони праці, 1996. 39 с.

31. НПАОП 45.2-3.01-04. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві. На заміну ДНАОП 0.05-3.05-81, ДНАОП 0.05-3.13-80 ; чинний від 2007-10-22. Київ : Держгірпромнагляд, 2007. 10 с.

32. Про внесення змін до Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві : Постанова від 17.04.2019 р. № 337 : станом на 20 січ. 2023 р. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP230059?an=1> (дата звернення: 10.01.2024).

33. Посібник з розробки проектів організації будівельного виробництва і проектів виконання робіт. Київ : Укрархбудінформ, 1997. Ч. 1 : Технологічна та виконавча документація. 62 с.

34. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Єрмоленка. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.

Навчально-методичне видання

**Нетеса Андрій Миколайович,  
Нетеса Микола Іванович,  
Радкевич Анатолій Валентинович**

## **ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ**

Навчально-методичні рекомендації до виконання практичних робіт  
здобувачами вищої освіти  
ОПП «Промислове і цивільне будівництво»

Електронне видання

Експертний висновок склав д-р техн. наук, проф. Леонід Тютюкін

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 675 від 15.01.2024)

В авторській редакції  
Комп'ютерна верстка Сергій Краснощок

Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Ум. друк. арк. 2,73. Обл.-вид. арк. 2,04 .  
Зам. № 18

Видавець: Український державний університет науки і технологій  
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:  
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010