

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра промислового та цивільного будівництва
ім. Є.М. Бабича

03-01-220М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни
«Технологія будівельного виробництва (спецкурс) з курсовим
проєктом» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності G19
«Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та
дистанційної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 1 від 28.08.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва (спецкурс) з курсовим проектом» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та дистанційної форм навчання. [Електронне видання] / Бабіч Є. Є., Поляновська О. Є. – Рівне : НУВГП, 2025. – 51 с.

Укладачі:

Бабіч Є. Є., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва ім. Є. М. Бабича;
Поляновська О. Є., кандидат технічних наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва ім. Є. М. Бабича.

Відповідальний за випуск: Філіпчук С. В., завідувач кафедри промислового та цивільного будівництва ім. Є. М. Бабича, доктор технічних наук.

Керівник групи забезпечення
спеціальності G19

«Будівництво та цивільна інженерія»

Караван В. В.

Попередня версія методичних вказівок – 03-01-188 (2025)

© Є. Є. Бабіч,
О. Є. Поляновська, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

1. Загальна частина	5
2. Початкові дані для виконання курсової роботи по проектуванню і виробництву земляних робіт	5
3. Структура курсової роботи	6
4. Проектування виробництва земляних робіт	9
5. Характеристика об'єкта і геологічних умов майданчика	9
5.1. Вертикальне планування майданчика	9
5.2. Підрахунок об'ємів земляних мас при плануванні майданчика	10
5.2.1. Розбивка майданчика на квадрати чи трикутники	10
5.2.2. Визначення відміток поверхні землі Н _д вершин квадратів	11
5.2.3. Визначення середньопланувальної позначки	12
5.2.4. Визначення об'ємів земляних робіт при відриванні котлованів і траншей	13
5.2.5. Визначення проектних (червоних) позначок	15
5.2.6. Визначення робочих відміток вершин квадратів	15
5.3. Побудова ліній нульових робіт	16
5.4. Визначення об'ємів земляних робіт і складання зведеної відомості об'ємів земляних робіт	17
5.4.1. Визначення об'ємів ґрунту в основних фігурах планувальної сітки	17
5.4.2. Визначення об'ємів ґрунту в укосах майданчика	19
5.4.3. Складання зведеної відомості об'ємів земляних робіт	20
5.5. Визначення середньої відстані транспортування ґрунту	21
5.6. Вибір механізмів для ведення земляних робіт	22
5.7. Складання калькуляцій трудомісткості, машиноємності та заробітної плати	30
5.8. Вибір методів виконання робіт та технологічних схем руху механізмів	31
5.8.1. Зрізування родючого шару	31
5.8.2. Розробка і транспортування ґрунту скреперами	32
5.8.3. Влаштування котловану одноковшовими екскаваторами	35
5.8.4. Ущільнення ґрунту	38
5.9. Розробка календарного плану робіт	39

6. Визначення техніко - економічних показників виконання земляних робіт	41
7. Заходи з техніки безпеки	42
8. Вимоги щодо якості виконання земляних робіт	42
9. Економія електроенергії та паливних ресурсів	42
10. Охорона навколишнього середовища	43
Додатки	45
Література	50

1. Загальна частина

Методичні вказівки підготовлені на кафедрі промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд Національного університету водного господарства та природокористування до виконання курсової роботи "Земляні роботи", для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Промислове та цивільне будівництво» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та дистанційної форм навчання.

Виконання курсової роботи повинне сприяти закріпленню теоретичних знань, отриманих студентом, розвитку самостійності в розв'язанні задач будівельного виробництва.

Зміст проектування визначається навчальними цілями і вимогами програми по технології будівельного виробництва.

Методичні розробки є вказівками про порядок і послідовність виконання курсової роботи і призначені для надання допомоги студентам в його виконанні по проектуванню і виробництву земляних робіт.

2. Початкові дані для виконання курсової роботи по проектуванню і виробництву земляних робіт

Початковими даними є:

1. Характеристика умов будівництва. Місце розташування будівельного майданчика, дані про вид будівництва. Відомості про рельєф (план місцевості в горизонталях), гідрогеологічну будову, кліматичні умови.

2. Спосіб вертикального планування майданчика (із заданою планувальною відміткою під заданий ухил або з нульовим балансом земляних мас).

3. План, розріз земляної споруди з вказівкою виконання земляних робіт для: а) стрічкових фундаментів; б) фундаментів стаканного типу під колони; в) будівля з підвалом.

4. Вид ґрунту.

5. Терміни виконання земляних робіт.

6. Відстань транспортування ґрунту і тип покриття доріг.

7. Особливі умови виробництва робіт (зимові умови, рівень грантових вод, просадковість ґрунту тощо).

3. Структура курсової роботи

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.

Орієнтовний обсяг роботи становить: пояснювальна записка – 30...40 сторінок формату А4, графічна частина – аркуш формату А1 (А2).

Пояснювальна записка повинна містити необхідні розрахунки і обґрунтування прийнятих рішень. Текстова частина викладається стисло і чітко. Вона повинна зв'язувати і пояснювати табличні та графічні матеріали. На останній сторінці тексту ставиться підпис автора і дата завершення роботи з оформлення технологічної карти.

Здобувачі вищої освіти виконують курсову роботу за індивідуальним завданням (додаток).

В розрахунково-пояснювальній записці необхідно:

1. У відповідності з завданням охарактеризувати об'єкт і геологічні умови майданчика.
2. Визначити відмітки поверхні землі H_i (чорні), проектні відмітки $H_{пр}$ (червоні) та робочі відмітки $\pm h_{роб.}$, для чого:
 - 2.1. Розбити майданчик на квадрати чи трикутники (в залежності від складності рельєфу).
 - 2.2. Визначити відмітки поверхні землі вершин H_i .
 - 2.3. Визначити середньопланувальну позначку майданчика $H_{сер.}$.
 - 2.4. Визначити проектні (червоні) позначки вершин $H_{пр.}$.
 - 2.5. Визначити робочі позначки вершин $\pm h_{роб.}$.
3. Побудувати лінію нульових робіт.
4. Визначити об'єми земляних робіт та скласти зведену відомість об'ємів земляних робіт, для чого:
 - 4.1. Визначити об'єми ґрунту в основних фігурах (в квадратах чи трикуниках).
 - 4.2. Визначити об'єми ґрунту в укосах майданчика.
 - 4.3. Скласти зведену відомість об'ємів земляних мас.
5. Визначити середню відстань транспортування ґрунту.

6. Вибрати механізми (1-й та 2-й комплекти) для ведення земляних робіт.
7. Скласти калькуляції трудомісткості, машиноємності та заробітної плати для кожного варіанту.
8. Виконати техніко-економічне порівняння комплектів механізмів.
9. Розрахувати необхідну кількість механізмів в комплекті та автосамоскидів для забезпечення безперебійної роботи екскаватора.
10. Для прийнятого робочого комплекту механізмів розробити технологічні схеми та методи виконання робіт.
11. Розробити календарний план провадження робіт.
12. Визначити техніко-економічні показники по виконанню земляних робіт.
13. Розробити заходи по техніці безпеки.
14. Описати вимоги щодо якості виконання земляних робіт.
15. Намітити шляхи економії електроенергії та паливних ресурсів.
16. Охорона навколишнього середовища.

На кресленні розташовують текстовий, табличний і графічний матеріали, що відображають:

1. План майданчика і котлована (М 1:1000) з нанесеними горизонталями, позначками, лінією нульових робіт, центрами ваги земляних мас, номерами та об'ємами ґрунту в фігурах.
2. Поперечний і повздовжній розріз (профілі). Масштаб М 1:1000 (горизонтальний) і 1:100 (вертикальний).
3. План розподілу земляних мас з зазначенням напрямки відстаней транспортування ґрунту (М1:1000...М1:2000).
4. Розрізи котловану (котлованів під стовбчасті фундаменти), траншеї.
5. Календарний план виконання земляних робіт з графіком руху робітників.
6. Схеми прийнятих методів виконання робіт, транспортування і вкладання та ущільнення ґрунту, схеми забою землерийних машин.
7. Вказівки по виробництву земляних робіт.

Кваліфікаційна робота виконується здобувачем одноосібно та самостійно, у роботі повинна міститись сукупність технічних (інженерних) рішень та положень для публічного захисту

Для діагностики знань використовується кредитно-

трансферна система з 100-бальною шкалою оцінювання.

Курсова робота оцінюється в 50 балів, в т.ч. пояснювальна записка 30 балів, графічна частина 10 балів, публічний захист 10 балів.

Зміст курсової роботи умовно можна поділити на наступні основні розділи:

1. Характеристика об'єкта і геологічних умов майданчика (Визначення робочих позначок, Побудова лінії нульових робіт, Визначення об'ємів земляних робіт і складання зведеної відомості об'ємів земляних робіт, Визначення середньої відстані транспортування ґрунту) - до 11 балів;

2. Вибір механізмів для ведення земляних робіт (Складання калькуляції трудомісткості, машиноємності та заробітної плати, Техніко-економічне порівняння варіантів комплектів, Розрахунок необхідної кількості механізмів в комплекті та автосамоскидів для забезпечення безперебійної роботи екскаватора, Вибір методів виконання робіт та технологічних схем руху механізмів) - до 11 балів;

3. Розробка календарного плану провадження робіт (Визначення техніко-економічних показників виконання земляних робіт, Заходи з техніки безпеки, Вимоги, щодо якості виконання земляних робіт, Охорона навколишнього середовища, Додатки) - до 8 балів.

4. Проектування виробництва земляних робіт

Послідовність структури проектних робіт наступна: збір даних для проектування; визначення об'ємів запланованих робіт; вибір способів виробництва робіт; порівняння комплектів машин по технічним параметрам і економічним показникам, що розглядаються; вибір остаточного варіанту; виконання технологічних розрахунків; складання калькуляції трудових витрат і вартості виробництва робіт; розробка заходів щодо техніки безпеки; контроль якості при виконанні робіт; оформлення розрахункової і графічної частини роботи.

5. Характеристика об'єкта і геологічних умов майданчика

На основі вихідних даних дати коротку характеристику майданчика (розміри в плані, прив'язочна горизонталь, схили, ґрунтові умови тощо).

5.1. Вертикальне планування майданчика

Вертикальне планування майданчика полягає у виїмці ґрунту (в зоні виїмок), переміщенні його до зон насипу, відсипання та ущільненні в зоні насипу відповідно до вимог проекту планування і забудови, забезпечення стоку води, влаштування проїздів тощо.

Планування майданчика може виконуватися під природний ухил, задану відмітку, заданий ухил, нульовий баланс.

При плануванні під природний ухил необхідно тільки зрізати невеликі горби і засипати западини.

При плануванні під задану відмітку - на плані ділянки указують відмітку проектної площини в якій-небудь точці майданчика.

При плануванні під нульовий баланс – червону відмітку знаходять таким чином, щоб об'єми виїмок і насипів були рівними. Такий спосіб планування є найбільш економічним, оскільки весь ґрунт, вироблений на виїмці, укладається в насип.

Проектні відмітки майданчиків, будівель і споруд, належить

визначати з урахуванням:

- а) збереження, по можливості, природного рельєфу;
- б) якнайменшої різниці між об'ємами виїмок і насипів по чергам будівництва і по майданчику вцілому;
- в) рівня ґрунтових вод на майданчику будівництва;
- г) відведення атмосферних вод з майданчика будівництва;

Ухили майданчика повинні прийматися не менше 0,003 і не більше: для ґрунтів глинистих - 0,05, піщаних - 0,03, для тих, що легко розмиваються (лес, дрібні піски) - 0,01.

Рівень підлоги першого поверху будівель повинен бути, як правило, вище планувальної відмітки примикаючих до будівель ділянок не менше, ніж на 15 см.

5.2. Підрахунок об'ємів земляних мас при вертикальному плануванні майданчика

Для підрахунку земляних мас у фігурах виїмки і насипу, при плануванні майданчика, необхідно визначити чорні, планувальну червону, робочі і середні робочі відмітки.

5.2.1. Розбивка майданчика на квадрати чи трикутники

Для визначення чорних позначок на майданчик з горизонталями наносимо сітку квадратів зі стороною 10...100 м в залежності від розмірів майданчика та рельєфу місцевості. При спокійному рельєфі сторону квадрата приймаємо 40...50 м, при складному рельєфі сторону квадрата зменшуємо до 10...20 м, а в особливо складних випадках кожен квадрат ділимо на трикутники з проведенням діагоналі в квадраті.

Для забезпечення достатньої точності розрахунків розмір квадратів приймаємо таким чином, щоб через нього проходило одна - дві горизонталі. Квадрати нумеруються.

5.2.2. Визначення відміток поверхні землі H_A вершин квадратів

Чорні позначки вершин квадратів знаходимо методом інтерполяції між двома суміжними горизонталями (рис. 5.1).

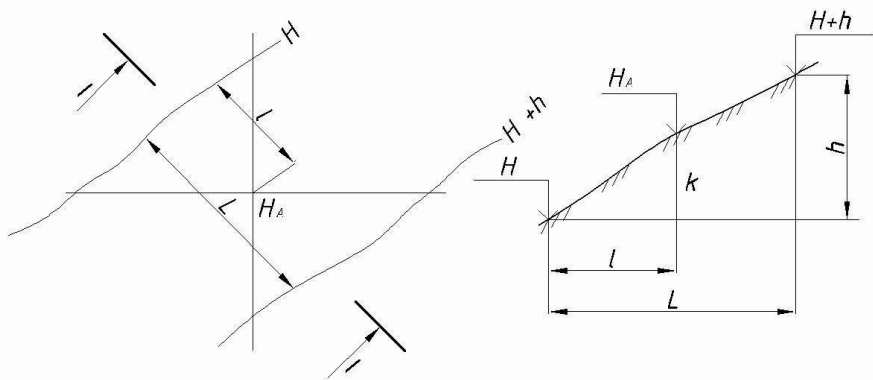


Рис.5.1. Визначення відміток поверхні землі H_A вершин квадратів методом інтерполяції.

Через вершину H_A проводимо пряму лінію, (перпендикулярно до горизонталі) що сполучає дві суміжні горизонталі з відмітками H і $H+h$ і вимірюємо відрізок L і l .

Чорна відмітка вершини H_A буде дорівнювати

$$H_A = H + \frac{h \cdot l}{L} \quad (5.1),$$

де H_A – відмітка поверхні землі вершини A ;

H - позначка меншої по величині горизонталей, м.;

h - перевищення однієї горизонталі над другою (крок горизонталей), м.;

l - відстань від горизонталі з меншою позначкою (вихідної) H до вершини квадрата A , м.;

L - сама коротка відстань по нормалі між двома горизонталями в плані в околиці вершини A , м.

5.2.3. Визначення середньопланувальної позначки

Попередня середня позначка планування під горизонтальну поверхню H_0 , при якій забезпечується нульовий баланс земляних мас, визначається по формулі:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 4 \sum H_3}{4 * n}, (5.2),$$

де H_0 - попередня середня позначка планування;

$\sum H_1$ - сума відміток вершин квадратів, що знаходяться в кутах майданчику, м;

$\sum H_2$ - сума відміток вершин квадратів, що розміщені по периметру майданчику (без кутових) кожна пара яких має спільну вершину (сходяться два кути), м;

$\sum H_3$ - сума відміток вершин всіх інших квадратів, кожна з яких має спільну позначку, що належить чотирьом суміжним квадратам, м;

n - кількість квадратів, на які розбито майданчик.

Враховуючи що на майданчику розробляється котлован, попередня середня позначка планування має бути скоректована на значення підвищення ΔH . за рахунок ґрунту, вийнятого з котловану.

$$\Delta H = \frac{V_k}{a^2 * n - S_{к.в.}} (5.3),$$

де ΔH - поправка до попередньої середньої позначки планування;
 V_k - об'єм ґрунту в щільному тілі котловану і інших виїмок, що розробляється нижче позначки H_0 , м³:

a - сторона квадрата, м;

n - кількість квадратів;

$S_{к.в.}$ - площа котловану на рівні позначки H_0 , м²;

Остаточна середньопланувальна позначка

$$H_{\text{сер}} = H_0 + \Delta H (5.4),$$

5.2.4. Визначення об'ємів земляних робіт при відриванні котлованів і траншей

Вибір раціонального контура котлованів під проектувану споруду. На схему проектуваної споруди наносять контур дна котлована, траншеї або котлованів під колони, що окремо стоять

Розробка котлованів і траншей з вертикальними стінами без кріплень в нескальних і не замерзлих ґрунтах вище рівня ґрунтових вод і при відсутності поблизу підземних споруд допускається на глибину не більше: 1,0 м - в насипних, піщаних і крупно-уламкових ґрунтах; 1,25 м - в супісках; 1,5 м - в суглинках і глинах. (СНиП Ш-4-80 - Техніка безпеки в будівництві).

У всіх інших випадках виїмки розробляються з укосами або з кріпленням вертикальних стін.

Знаючи робочі відмітки (h_p) та коефіцієнт укосу (m), визначають горизонтальну проекцію укосів $b = h_p \cdot m$ і наносять їх у відповідних місцях на план. Лінія, що сполучає крайні точки, указує контур укосів. Залежно від розмірів котлованів з укосами проектуємо їх розробку.

При проектуванні траншей і котлованів з укосами ширина по дну a_1 приймається рівній ширині підшви фундаменту з додаванням по 0,2 м з кожної сторони фундаменту для улаштування піщаної подушки або бетонної підготовки. Для встановлення дощатого кріплення розміри траншей і котлованів в плані повинні бути збільшені на $b = 15,0$ см на кожную сторону кріплення. При улаштуванні шпунтової огорожі це розширення повинне скласти $b = 20,0$ см.

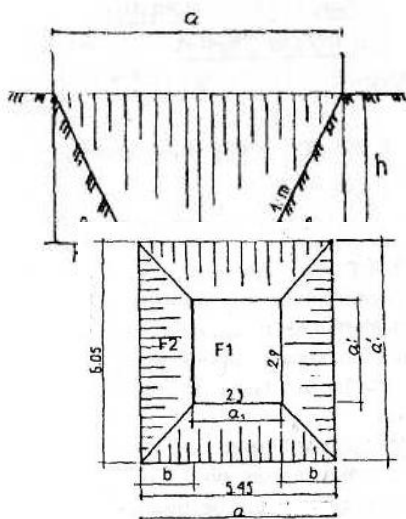
При необхідності влаштування вертикальної гідроізоляції фундаментів і стін підвалів для зручності виконання робіт необхідно розширити котлован на 0,7 м з кожної сторони.

Підрахунок об'ємів розробки і транспортування ґрунту при відриванні котлованів та траншей. Визначивши глибину і розміри в плані котлованів і траншей, можна підрахувати об'єм земляних робіт по формулах розрахунку об'ємів різних геометричних фігур.

При складній конфігурації земляних споруд слід розбити їх на окремі прості фігури, об'єми яких знаходять роздільно.

При проектуванні котлованів і траншей з укосами, об'єм ґрунту визначається по наближеній формулі об'єму призми з трапецеїдальним перетином

Котловани відриваються екскаваторами з недобором ґрунту (h) до 10 см з подальшою підчисткою його дна.



$$V = \frac{S_H + S_B}{2} h, \quad (5.5)$$

$S_H = a * b$ - площа нижньої основи;

$S_B = (a + 2mh) * (b + 2mh)$

площа верхньої основи;

h- глибина котловану;

m- модуль укосу.

При великих розмірах котловану рекомендується підчищення котловану виконувати механізованими способами, використовуючи для цієї цілі спеціальні планувальники або бульдозери.

Планування дна котловану або траншей, відритих під фундаменти будівель, виконується лише в тих місцях, де буде влаштовуватися підготовка під фундаменти.

5.2.5 Визначення проектних (червоних) позначок

Для визначення червоних позначок поверхні майданчика, що проектується з нахилом, рекомендується використовувати метод повороту поверхні навколо осі повороту з позначкою $H_{сер}$ за формулою:

$$H_{чер} = H_{сер} \pm i1 \quad (5.6),$$

де $H_{\text{чер}}$ - проектна (червона) позначка вершини квадрата;

$H_{\text{сер}}$ - остаточна середньопланувальна позначка;

i - проектний нахил майданчика (згідно до завдання);

l - відстань від лінії повороту (осі) до точки, в якій визначається позначка.

При прямокутних майданчиках з нахилом в одному напрямку лінія повороту приймається посередині майданчика (рис.5.2 а). Для майданчиків з нахилом в обидва напрямки від середини - лінії повороту будуть проходити в чвертях довжини (чи ширини) майданчика (рис.5.2 б).

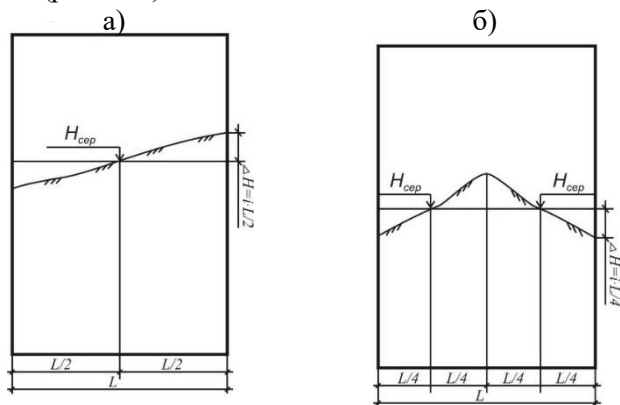


Рис.5.2. Визначення проектних (червоних) позначок:

а) майданчик з нахилом в одному напрямку;

б) майданчик з нахилом в двох напрямках.

5.2.6. Визначення робочих відміток вершин квадратів

Робочі відмітки кожної вершини квадрата (рис.4) визначаються як різниця між проектною (червоною, $H_{\text{чер}}$) і відміткою поверхні землі (чорною, $H_{\text{чорн}}$) за формулою (5.7):

$$h_{\text{роб}} = H_{\text{чер}} - H_{\text{чорн}} \quad (5.7)$$

Робочі позначки зі знаком плюс характеризують зону насипу, зі знаком мінус - зону виїмки. Отже, при позитивних відмітках необхідно робити підсипання, при негативних – виїмку ґрунту. Розрахунки H_i , $H_{\text{пр}}$ та робочих позначок зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1

Розрахунок H_i , $H_{пр}$ та робочих позначок вершин квадратів

Номер вершини квадрата	Чорні позначки $H_i = H + \frac{h * l}{L}$	Відстань до лінії повороту, L	Червоні позначки $H_{пр} = H_{сер} \pm i * L$	Робочі позначки $\pm h_{роб} = H_{пр} - H_i$
1	2	3	4	5

Робоча позначка($\pm h_{роб}$)	Проектна відмітка ($H_{пр.}$)
Номер вузла квадрата	Відмітка поверхні землі (H_i)

Рис. 5.3. Схема запису позначок у вершині квадрата

Для запису робочих, $H_{пр}$ і H_i позначок використовують відповідно синій, червоний і чорний кольори.

5.3. Побудова ліній нульових робіт

Лінія нульових робіт будується по точках, в яких робочі позначки рівні нулю. Точки ці мають місце на сторонах квадратів з робочими позначками різних знаків. Місце розташування нульових точок визначаємо із подібності трикутників чи графічним методом (Рис. 5.3).

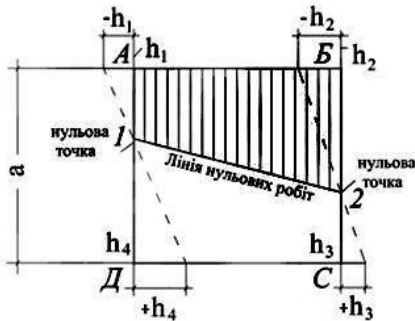


Рис.5.3 Графічне визначення точок нульових робіт

В довільному масштабі відкладаємо перпендикулярно сторонам квадрату робочі позначки в двох протилежних напрямках. З'єднавши отримані точки прямою, отримаємо на перетині зі стороною квадрату точку нульових робіт. З'єднавши такі точки в усіх перехідних квадратах (де робочі позначки різних знаків) лінією, отримаємо лінію нульових робіт. Ця лінія ділить майданчик на дві зони: виїмки та насипу. Проводимо лінію нульових робіт синім штрих - пунктиром.

5.4. Визначення об'ємів земляних робіт і складання зведеної відомості об'ємів земляних робіт

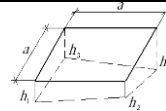
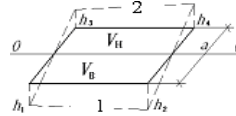
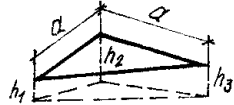
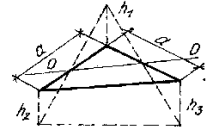
Об'єм ґрунту, що підлягає розробці (зона виїмки), знаходять як суму об'ємів в повних і перехідних квадратах і об'ємів ґрунту в укосах та котлованах і траншеях.

5.4.1. Визначення об'ємів ґрунту в основних фігурах планувальної сітки

Для визначення об'ємів ґрунту в основних фігурах користуються наступними схемами і розрахунковими формулами.

Таблиця 5.2

Схеми і формули для визначення об'ємів ґрунту в основних фігурах

Елементи	Схема	Розрахункові формули
1	2	3
Одноіменний квадрат (чотириохгранна призма)		$V = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$
Перехідний квадрат: а)зона насипу б)зона виїмки		$\text{а) } V_H = \frac{a^2 * (\Sigma h_H)^2}{4 * \Sigma(h)}$ $\text{б) } V_B = \frac{a^2 * (\Sigma h_B)^2}{4 * \Sigma(h)}$
Одноіменний трикутник (трьохгранна призма)		$V = \frac{a^2}{6} (h_1 + h_2 + h_3),$
Перехідний трикутник а)ділянка з одною робочою позначкою h1 б)ділянка з двома робочими позначками h2,h3		$V_1 = \frac{a^2}{6} * \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2) * (h_1 + h_3)}$ $V_1 = \frac{a^2}{6} * \left[\frac{h_1^3}{(h_1 + h_2) * (h_1 + h_3)} - h_1 + h_2 + h_3 \right]$

Підрахунки зводимо в таблицю 5.3

Таблица 5.3

Відомість підрахунку об'ємів ґрунту в основних фігурах

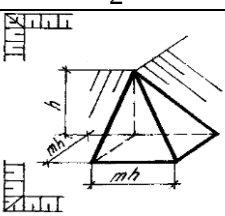
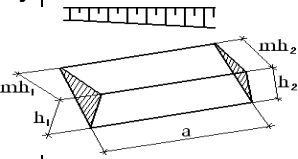
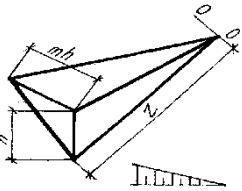
Назва елемента, номер фігури	Робочі позначки				V, м ³		Робочі позначки				V, м ³		Робочі позначки			V, м ³		Робочі позначки			V, м ³				
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	Одноімений квадрат		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	Перехідний квадрат		h ₁	h ₂	h ₃	Одноімений трикутник		h ₁	h ₂	h ₃	Перехідний трикутник				
					+	-					Сума h _a	Сума h _b	+	-				+	-				+	-	+

5.4.2. Визначення об'ємів ґрунту в укосах майданчика

Для визначення об'ємів ґрунту в укосах майданчика користуються наступними схемами і розрахунковими формулами.

Таблиця 5.4

Схеми і формули для визначення об'ємів в укосах

Елементи	Схема	Розрахункові формули
1	2	3
Кутовий, чотирихгранної піраміди	типу 	$V = \frac{m^2 * h^3}{3}$
Кутовий, призматоїда	типу 	$V = \frac{m*a}{6} (h_1^2 + h_1 * h_2 + h_2^2)$
Боковий, трихгранної піраміди	типу 	$V = \frac{m * h^2 * l}{6}$

Сплановані майданчики відносяться до постійних земляних споруд, тому, згідно технічних умов приймаємо коефіцієнт укосів для виїмки $m = 1,25$, для насипу $m = 1,5$.
Підрахунки зводимо в таблицю.

Таблиця 5.5

Відомість підрахунків об'ємів ґрунту в укосах

номер укосу	Робочі позначки	V, м³		Робочі позначки		V, м³		Робочі позначки		V, м³	
	h	Кутовий укос (трикутної піраміди)		h ₁	h ₂	Кутовий укос (типу призматоїда)		h	h	Боковий укос	
		Насип	Виймка			Насип	Виймка			Насип	Виймка

5.4.3. Складання зведеної відомості об'ємів земляних робіт

На основі виконаних розрахунків об'ємів ґрунту в основних фігурах та укосах складаємо зведену відомість об'ємів земляних робіт, в яку заносимо результатні табл.5.3 та табл.5.5, а також враховуємо - збільшення об'єму ґрунту виїмки після його ущільнення за рахунок коефіцієнта залишкового розпушення (Додаток 2).

Таблиця 5.6

Зведена відомість об'ємів земляних мас

Назва об'ємів	Геометричні об'єми		Об'єми ґрунту з врахуванням Кз,р		Розходження в об'ємах, %
	Насип V, м³	виїмка V, м³	Насип +V, м³	Виїмки -V, м³	
Основні об'єми (табл.5.3)	V _н	V _в	V _н	V _в + Кз.р	
Об'єми ґрунту в укосах (табл.5.5)	V _н	V _в	V _н	V _в + Кз.р	
Об'єм котловану	-	V _к	-	V _к + Кз.р	
Сума			V _н	V _в	%

Розходження в об'ємах. $\varepsilon = \frac{V_{\text{в}} - V_{\text{н}}}{V_{\text{в}}} * 100\% \leq 5\%$

5.5. Визначення середньої відстані транспортування ґрунту

Для правильного вибору ведучого механізму для розробки і транспортування ґрунту при вертикальному плануванні необхідно знати середню відстань його транспортування, оскільки продуктивність землерийно-транспортних машин в значній мірі залежить від неї.

Середня відстань транспортування - це відстань між центрами ваги зони виїмки і насипу. Визначення центрів ваги виїмки і насипу можна виконувати аналітичним або графічним методом.

При аналітичному методі координати центрів ваги виїмки і насипу визначаються за формулами (5.8):

$$\begin{aligned} X_B &= \frac{\sum V'_B \cdot X'_B}{\sum V'_B} & Y_B &= \frac{\sum V'_B \cdot Y'_B}{\sum V'_B} \\ X_H &= \frac{\sum V'_H \cdot X'_H}{\sum V'_H} & Y_H &= \frac{\sum V'_H \cdot Y'_H}{\sum V'_H} \end{aligned} \quad (5.8)$$

де x_B, y_B - координати центру ваги зони виїмки, м;

x_H, y_H - координати центру ваги зони насипу, м;

V_B, V_H - об'єми ґрунту в межах елементарних фігур виїмки і насипу;

Цей метод полягає у визначенні статичних моментів об'ємів відносно осей координат, які вводяться по двох взаємно перпендикулярних сторонах майданчика.

Середня відстань транспортування ґрунту $L_{сер}$, м, визначається як відстань між двома точками центрів ваги виїмки і насипу за їх координатами.

$$L_{сер} = \sqrt{(x_B - x_H)^2 + (y_B - y_H)^2} \quad (5.9),$$

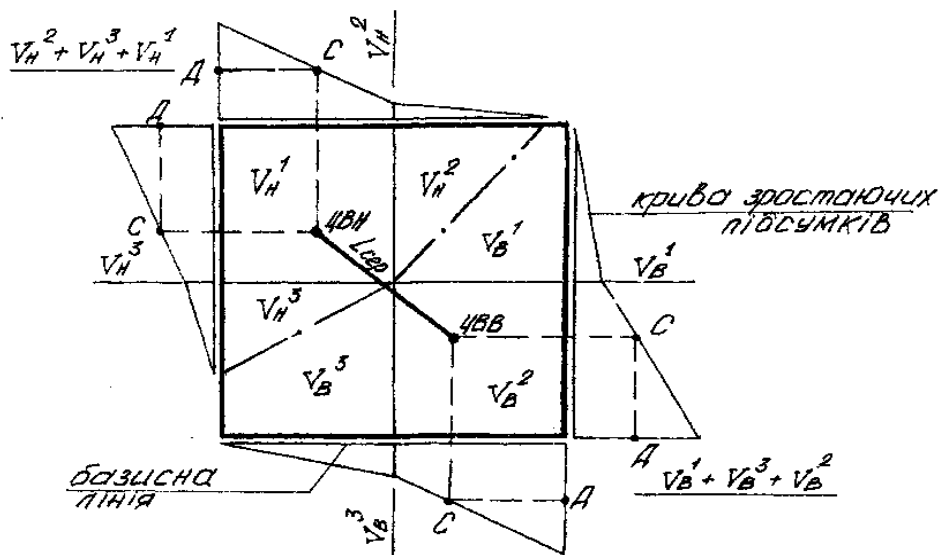
При графічному методі центри ваги виїмки і насипу визначаються у наступній послідовності. Будуються базисні лінії за межами майданчика паралельно його сторонам. Проводимо перпендикуляри до базисних ліній в місцях сітки квадратів, на яких у вибраному масштабі відкладаємо відрізки, рівні по величині сумі

об'ємів виїмки (насипу) всіх квадратів, розташованих по лінії сітка квадратів, навпроти якої відкладається цей відрізок. З'єднавши кінці цих відрізків, отримуємо криву зростаючих підсумків. Останній відрізок, що відповідає об'єму всієї виїмки (насипу), ділимо точкою Д на дві різні частини. З цієї точки проводимо лінію, паралельну базисній, до перетину з кривою зростаючих підсумків (точка С). Через знайдену точку С проводимо пряму, паралельну лініям сітки квадратів до перетину з аналогічно проведеною прямою з іншої точки С. Точка перетину таких ліній відповідає центру ваги виїмки (насипу), а відстань між знайденими центрами ваги - середній відстані переміщення ґрунту. Графічний метод доцільно використовувати при одній лінії нульових робіт на майданчику.

Рис. 5.4. Графічний метод визначення відстані транспортування ґрунту

5.6. Вибір механізмів для ведення земляних робіт

При влаштуванні земляних споруд використовують наступні



технологічні процеси: розпушення (при необхідності); розробка; транспортування; вкладання; ґрунту, його пошарове розрівнювання і

ущільнення, влаштування і подальша ліквідація тимчасових технологічних споруд (з'їздів, площадок для розвертання тощо). Роботи ці виконуються різноманітними будівельними машинами і повинні бути комплексно механізовані.

Комплект машин являє собою сукупність погоджено працюючих і взаємно ув'язаних за технологічними параметрами засоби механізації, необхідних для виконання робіт.

Машини в комплекті поділяються на ведучі (основні) і допоміжні(комплектуючі).

Суть комплексної механізації земляних робіт полягає у виборі ведучої машини для транспортування ґрунту із виїмки в насип і ув'язці всіх допоміжних машин за продуктивністю з ведучою.

В залежності від середньої відстані переміщення ґрунту і вибраного ведучого механізму бувають скреперні та бульдозерні комплекти.

Скреперний комплект може складатися із одного чи декількох скреперів для розробки і переміщення ґрунту, одного-двох бульдозерів з навісними розпушувачами для пошарового розпушення ґрунту в виїмках, розрівнювання ґрунту в насипі; одного чи декількох катків для пошарового ущільнення ґрунту, одного трактора-штовхача та: два-три скрепери для прискорення їх завантаження.

Бульдозерний комплект може складатися із декількох бульдозерів (оснащених при необхідності пристосуваннями для розпушення ґрунтів) для пошарового розпушення, розробки, і переміщення, розрізнювання і катків для пошарового ущільнення ґрунту в насипі.

Вибір типу комплекту, а також основного параметра ведучого механізму здійснюємо на основі наведених нижче таблиць.

Таблиця 5.7.

Вибір ведучого механізму

Процес виробництва земляних робіт	Відстань переміщення ґрунту, м				
	до 50	50-100	100-200	200-500	500-2000
1	2	3	4	5	6
Вертикальне планування територій в м'яких ґрунтах об'ємом до 500 м ³	Автогрейдери потужністю до 100кВт екскаватори з ковшем місткістю до 0,65 м ³ , бульдозери на тракторах класу тяги 3-4т	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6-10т	-	-	-
Вертикальне планування територій в м'яких ґрунтах об'ємом до 500-2500 м ³	-	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 10-15т Автогрейдери потужністю 120-127 кВт	Скрепери з ковшем місткістю 4-5м ³ ; навантажувач одноковшевий фронтальний вантажопідйомністю 3-4т.	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 8-10 м ³	-

Вертикальне планування територій в м'яких ґрунтах і об'ємом 2500-5000 м ³	—	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 10-15т, екскаватори одноковшеві з ковшем місткістю 0,65-1 м ³	Скрепери з ковшем місткістю 5-7м ³ ; навантажувач одноковшевий фронтальний вантажопідйомністю 4-6т.	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 7-8 м ³ з автоматичною системою планування	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 10-15 м ³ з автоматичною системою планування
Вертикальне планування територій в щільних і мерзлих ґрунтах об'ємом до 5000 м ³	Бульдозерн-розпушувачі на промислових тракторах класу тяги 10-15т, з автоматичною системою управління відвалом	на промислових тракторах класу тяги 5-50 т навантажувач одноковшевий вантажопідйомністю 6-10т.			
			Скрепери з ковшем місткістю 8-15м ³ з автоматичною системою планування	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 15-25 м ³ з елеваторним завантаженням	

Типи ведучих машин для комплексної механізації земляних робіт при переміщенні ґрунту на відстань 50-2000 м

1	2	3	4	5	6
Зведення насипу сухим способом	Скрепери напівпричипні та самохідні з ковшем місткістю 8 - 15м ³				Скрепери самхідні з ковшем місткістю 15 - 25 м ³
Розробка котловану та виїмки в м'яких ґрунтах площею до 5000 м ²	Скрепери напівпричипні та самохідні з ковшем місткістю 8 - 15м ³ , екскаватори планувальники з ковшем місткістю 0,65-1,25 м ³				-
Розробка котловану та виїмки в м'яких ґрунтах площею 5000-25000 м ²	-	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу 15-25 т	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 10-15 м ³	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу 25-50 т	

Таблиця 5.8

Комплект машин для комплексної механізації земляних робіт

Розробка котлованів виймки	Розпушування ґрунту	Розробка траншей	Зведення насипу	Вертикальне планування території	Транспортування ґрунту	Засипка та розрівнювання ґрунту	Ущільнення ґрунту
1	2	3	4	5	6	7	8
Екскаватори одноковшеві з ковшем місткістю 0,25-0,65м ³	Гідромолоти до екскаваторів II - IV розмірних груп; лопати пневматичні	Екскаватори одноковшеві та повноповоротні з ковшем місткістю 0,25-0,65 м ³	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 4,5-9 м ³	Автогрейдері потужністю до 100 кВт; бульдозери класу тяги 3-4 т.	Автомобілі самоскиди вантажопідйомністю до 7 т.	Бульдозери гусеничні та пневмоколісні класу тяги 6 т.	Катки вібраційні масою до 10 т; трамбівки електричні та дизельні ручні
Екскаватори одноковшеві з ковшем місткістю 0,65-1,5 м ³	Гідромолоти до екскаваторів II - IV розмірних груп; Бульдозери розпушувачі гусеничні на промислових тракторах класу тяги 25-50т; машини бурові	Екскаватори одноковшеві з гідравлічним приводом з ковшем місткістю 0,65-1 м ³	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 10-16 м ³ з елеваторним завантаженням	Автогрейдері потужністю 120-220 кВт; бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6-10 т.	Автомобілі самоскиди вантажопідйомністю до 12-23 т; землеревізні візки вантажопідйомністю 20т	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6-10т.	Катки вібраційні та комбіновані масою до 10-25 т; віброущільнювальні плити ; навісні трамбівки

Екскаватори однокішшеві з ківшем місткістю 1,5- 4 м ³	Бульдозери розпушувачі гусеничні на промислових тракторах класу тяги 25- 50т;	Екскаватори однокішшеві з гідравлічним приводом з ківшем місткістю 1-1,5 м ³	Скрепери самохідні з ківшем місткістю 15-25 м ³ з елеваторним завантаженням	Скрепери самохідні з ківшем місткістю 8-10 м ³ ; навантажувачі одноковшові фронтальні вантажопідіймністю 3-4 т	Автомобілі самоскиди вантажопідіймністю до 25-45 т; землеперевізні візки вантажопідіймністю 20-60т	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 10- 25т.	Катки вібраційні та комбіновані масою до 25-40 т;
Екскаватори однокішшеві з ківшем місткістю 1,5- 4 м ³	Гідромолоти до екскаваторів II - IV розмірних груп	Екскаватори траншейні з глибиною розробки до2,2 м і шириною до 1,2м.	Скрепери самохідні з ківшем місткістю 15-25 м ³ з елеваторним завантаженням	Бульдозери класу тяги 3-4т.	Автомобілі самоскиди вантажопідіймністю до 7 т.	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6т.	Катки вібраційні масою до 10 т; трамбівки електричні та дизельні ручні
Екскаватори однокішшеві з ківшем місткістю 1,5- 4 м ³	Гідромолоти до екскаваторів IV-V розмірних груп	Екскаватори траншейні ланцюгові та роторні з двигунами потужністю 60- 165 кВт.	Скрепери самохідні з ківшем місткістю 15-35 м ³ з елеваторним завантаженням	Автогрейдер потужністю до 100кВт; бульдозери класу тяги 6-10 т	Автомобілі самоскиди вантажопідіймністю до 7-12 т.	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6- 10т.	Катки вібраційні масою до 10 т; трамбівки електричні та дизельні ручні
Скрепери напівпричіпні з ківшем місткістю до 8 м ³ в комплекті з тракторами класу тяги 10т	Бульдозери розпушувачі гусеничні на промислових тракторах класу тяги 10т;	Екскаватори однокішшеві з гідравлічним приводом з ківшем місткістю 1-1,5 м ³	Скрепери самохідні з ківшем місткістю 10-15 м ³ з елеваторним завантаженням	Автогрейдер потужністю до 100кВт; бульдозери класу тяги 6-10 т	Автомобілі самоскиди вантажопідіймністю до 7-12 т.	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6- 10т.	Катки причіпні самохідні вібраційні масою 20-30т; машина для глибинного ущільнення ґрунтів

Скрепери самохідні з ковшем місткістю 10- 15 м3	Бульдозери розпушувачі гусеничні на промислових тракторах класу тяги 10- 15т;	Екскаватори однокішшеві з гідравлічним приводом з ковшем місткістю 1,6- 2,5 м3	Скрепери самохідні з ковшем місткістю 15-25 м3 з елеваторним завантаженням	Автогрейдери потужністю до 120- 220 кВт;	Автомобілі самоскиди вантажопідйомністю до 7-12 т.	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6- 10т.	Катки причипні самохідні вібраційні масою 20-30т
Скрепери самохідні з ковшем місткістю 15- 25 м3	Бульдозери розпушувачі гусеничні на промислових тракторах класу тяги 25- 35т;	Екскаватори однокішшеві з гідравлічним приводом з ковшем місткістю 2,5-4 м3	Засоби гідромеханізованого зведення насипу	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 15-25 т.	Автомобілі самоскиди вантажопідйомністю до 7-12 т.	Бульдозери гусеничні на промислових тракторах класу тяги 6- 10т.	Катки причипні самохідні вібраційні масою до 20т

У відповідності з наведеними рекомендаціями формуємо не менше двох комплектів машин для ведення земляних робіт (включаючи машини для розробки котловану) за слідуючою формою.

Таблиця 5.9

Механізми для ведення земляних робіт

N	Назва роботи	Назва та технічні параметри механізмів	Комплекти	
			I варіант	II варіант
1	2	3	4	5

5.7. Складання калькуляцій трудомісткості, машиноємності та заробітної плати

Калькуляції трудомісткості, машиноємності та заробітної плати складаємо на основі збірника ДБН Д.2.2-1-99 " Земляні роботи " збірник I. Вона є основою для техніко-економічного порівняння варіантів механізмів та розробки календарного плану виконання робіт.

Складаємо дві калькуляції для кожного варіанта комплектів механізмів.

Таблиця 5.10.

Калькуляція трудових витрат (1 та 2 варіант)

№	Обґрунтування згідно ДБН	Найменування робіт	Одиниця виміру (вимірник)	Об'єм робіт	Середній розряд робітника	Тарифна ставка грн.	Норма часу на одиницю <u>год.год.</u> маш.год	Затрати праці на весь об'єм <u>люд.дн./маш.</u> зм.	Розцінка на одиницю виміру грн..	Заробіт-на плата на весь об'єм робіт, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Складається калькуляція наступним чином. Колонка 3 - у технологічній послідовності записуємо роботи, що розробляються у роботі, при цьому назви їх прив'язуємо до конкретних параграфів збірника ДБН Д.2.2-1-99 " Земляні роботи " збірник 1 (колонка 2).

Одиницю вимірювання (колонка 4) приймаємо у відповідності з вказаними їх значеннями над таблицями, де наведені норми часу і розцінки в ДБН. Кількість одиниць (колонка 5) отримуємо, прив'язавши об'єми робіт до одиниць вимірювання. Тобто, якщо

підрахований об'єм робіт 100 м^3 , а одиниця вимірювання за ДБН 1 м^3 , кількість одиниць складе 100, якщо ж одиниця вимірювання за ДБН 100 м^3 то кількість одиниць складе $1,0 \cdot (5_k = V_{\text{абс.}} / 4_k)$. Середній розряд (колонка 6) приймаємо так як і норму часу (колонка 8) згідно відповідного нормативу ДБН. Колонку 7 приймаємо за шкалою тарифних ставок, яка кожен рік оновлюється. $9_k = 5_k \cdot 8_k / T_{\text{зм.}}$, береться відповідно для чисельника і знаменника. $10_k = 7_k \cdot 8_k$, а $11_k = 10_k \cdot 5_k$.

5.8. Вибір методів виконання робіт та технологічних схем руху механізмів

Для прийнятого за робочий комплект механізмів (на основі техніко-економічного порівняння), необхідно описати методи виконання робіт та навести технологічні схеми руху механізмів.

Враховуючи значний обсяг даного питання, в методичних вказівках викладені тільки основні технологічні схеми руху механізмів та намічені основні питання, що повинні бути розглянуті в обов'язковому порядку. Для повного висвітлення п.10 курсового проекту необхідно використовувати рекомендовану літературу.

5.8.1. Зрізування родючого шару

Родючий шар ґрунту в основі всіх насипів та виїмок до початку основних земляних робіт зрізуємо і вкладаємо у відвали для використання його при відновленні (рекультивації) порушених і малопродуктивних сільськогосподарських земель, а також при благоустрою майданчика.

Зрізування родючого шару можна виконувати бульдозерами, автогрейдерсами, скреперами. Основні схеми руху механізмів наведені на рис 10.1.

5.8.2. Розробка і транспортування ґрунту скреперами

Скрепер - землерийно-транспортна машина циклічної дії, що виконує пошарову розробку ґрунту з наповненням ковша, транспортування ґрунту в ковші до місця вкладання, розвантажування з розрівнюванням та частковим ущільненням ґрунту на місці вкладання.

В залежності від розташування лінії нульових робіт рекомендуються такі (рис. 10.2) схеми руху скрепера, типи стружок, та способи різання.

При розгляді скреперних робіт необхідно зробити розрахунки з визначення довжини набирання ґрунту в ковш та довжини розвантаження ковша.

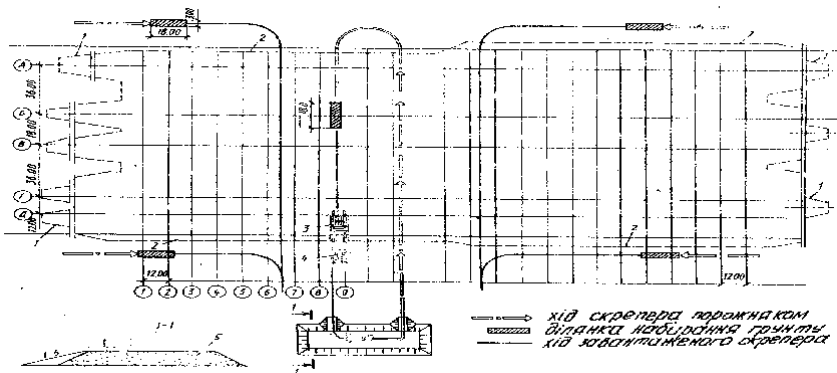


Рис.5.5. Схема зрізання родючого шару:

1 - контур верхньої бровки виїзду, 2 - контур верхньої бровки котловану; 3 - бульдозер - штовхач; 4 - скрепер, 5 - ґрунт родючого шару.

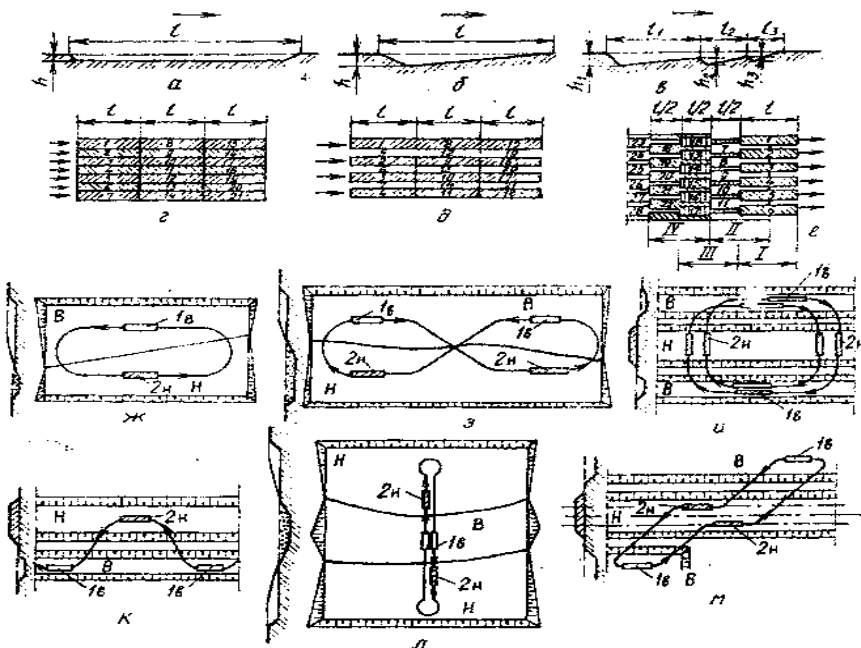


Рис. 5.6. Способи різання ґрунту скрепером і схеми руху
а - різання тонкою стружкою постійної товщини; б - теж, клиновидним профілем; в - теж, гребінчастим профілем; г - проходки поздовжні, д - теж, через полосу, е - теж, ребристо-шахматні; ж - рух по еліпсу, з - теж, по вісімці; и - теж, по спіралі, к - теж, по зигзагу, л - теж, поперечно - човниковий; м - теж, повздожньо - човниковий, L - довжина шляху завантаження ковша; I..IV- ряди проходок скрепера, 1..28 - послідовність набирання ґрунту, Н - насип; В - виїмка; 1в - набирання ґрунту; 2н - розвантаження (відсипання) ґрунту, $h, \dots, h_3$ - товщина стружки.

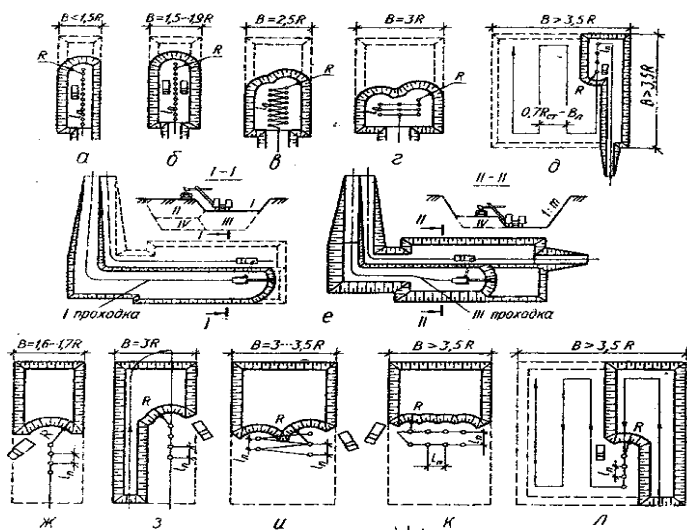


Рис. 5.7. Розробка котлованів одноковшовими екскаваторами:

а - лобова проходка екскаватора прямою лопатою з одностороннім завантаженням автосамоскидів; б - теж, з двостороннім завантаженням; в - теж, зигзагоподібний пересуванням екскаватора; г - поперечно-торцева проходка; е - розробка ґрунту ярусами (I...IV - послідовність проходок) ж - торцева проходка екскаватора обладнаного зворотною лопатою при пересуванні екскаватора по прямій; з - теж, з двома проходками екскаватора; и - теж, зигзаг о-подібним пересуванням екскаватора; к - поперечно - торцева проходка; л - повздовжньою - торцева проходка;

5.8.3. Влаштування котловану однокошовими екскаваторами

Технологічний процес з влаштування котловану включає: розробку ґрунту з завантаженням в транспортні засоби; транспортування ґрунту; нарізування укосів і планування дна.

Розробка ґрунту - основний процес при влаштуванні котловану. Виконується він, звичайно, екскаваторами з різним змінним обладнанням, таких типів:

- екскаваторами, обладнаними прямою лопатою. Розробляють котловани в ґрунтах сухих і нормальної вологості. Забій екскаватора в цьому випадку знаходиться нижче відмітки поверхні землі. Можливі лобова, розширена лобова, поперечно-торцева та бокова проходки. Тип проходки залежить від ширини котловану та радіуса копання екскаватора;

- екскаваторами, обладнаними зворотною лопатою. Розробляють котловани торцевими та боковими проходками. Екскаватор рухається по денній поверхні землі, забій розташований нижче рівня стоянки екскаватора.

Рекомендовані схемі руху екскаватора наведені на рис. 5.7.

При розгляді екскаваторних робіт необхідно вибрати тип екскаватора, тип проходки в залежності від ширини котловану та радіуса копання екскаватора, запроектувати екскаваторний забій (приклад на рис. 5.8.) та розробити схему розробки котловану (враховуючи кількість екскаваторів, зайнятих на цих роботах). Приклад оформлення технологічної схеми розробки котловану наведений на рис. 5.9.

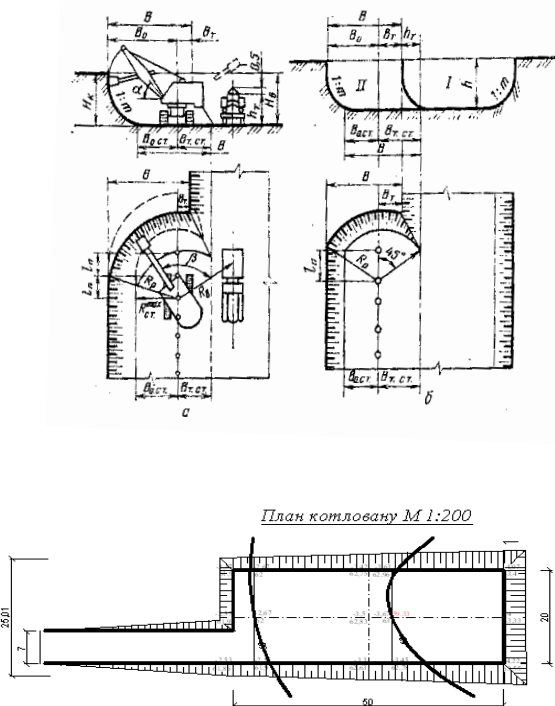


Рис. 5.8. Схема бокових экскаваторних забоїв екскаватора пряма лопата при розробці котлованів:

а- поперечний розріз і план бокового забою при розташуванні транспортних засобів на рівні стоянки екскаватора; б – схема до визначення ширини бокового забою.

5.8.4. Ущільнення ґрунту

В курсовій роботі необхідно передбачити два етапи з ущільнення ґрунту. На першому етапі ущільнюємо ґрунт, що розробляється та транспортується в насип скреперами. Роботи ці виконуються паралельно з роботою скрепера.

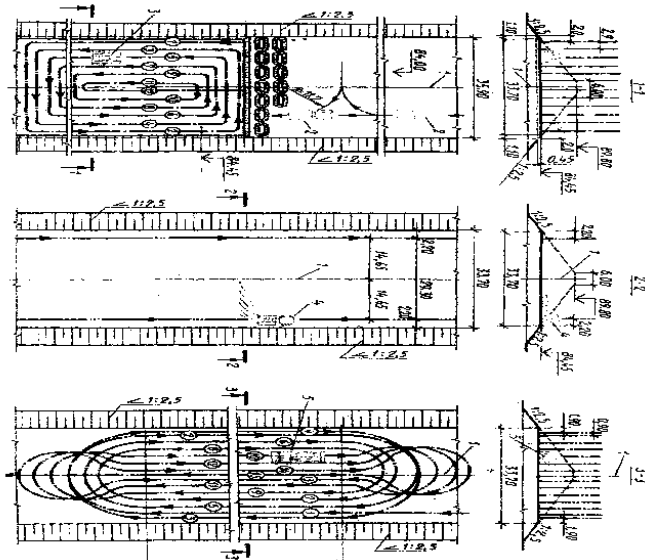


Рис. 5.10.Схема пошарового ущільнення ґрунту греблі:

1 – вісь греблі; 2 – автосамоскид; 3 – бульдозер; 4 – поливальна машина; 5 – пневмоколісний каток.

Другий етап, по ущільненню ґрунтів зв'язаний з розробкою та транспортуванням ґрунту вийнятого з котловану і складається з відсипання і розрівнювання цього ґрунту, зволоження (при необхідності) та безпосередньо ущільнення. Приклад технологічних схем цих робіт наведений на рис. 5.10.

5.9. Розробка календарного плану провадження робіт

Календарний план є одним з основних документів з організації будівництва, що встановлює технологічну послідовність і терміни виконання робіт з максимально можливим їх суміщенням, їх взаємний зв'язок, нормативний час роботи будівельних машин, визначає потребу в трудових та матеріально-технічних ресурсах.

Методика розробки календарного плану така: на основі калькуляції трудомісткості, машиноємності та заробітної плати робочого комплексу механізмів, прийнятого на основі техніко-економічного порівняння, заповнюємо колонки 1-9 календарного плану (таблиця 5.11). Кількість ланок (колонка 7) приймаємо у відповідності з прийнятою кількістю механізмів. Змінність робіт (колонка 8) передбачаємо в 1-2 зміни. Для визначення тривалості робіт (колонка 9) необхідно машиноємність на весь об'єм в маш.-зм. (колонка 6) поділити на кількість механізмів (колонка 7) та кількість змін на добу (колонка 8). Після цього проводимо графічну ілюстрацію виконання робіт по робочих днях та змінах, дотримуючись технологічної послідовності виконання робіт, їх взаємозв'язку та суміщення в часі. Над лінією, що характеризує виконання роботи, надписуємо термін її виконання, під лінією вказуємо кількість робітників та кількість змін на добу.

Таблиця 5.11.

Календарний план виконання робіт

№	Назва роботи	Одиниця виміру (вимірник)	Кількість одиниць	Трудомісткість робіт люд.дн	Машиносмість робіт маш.зм.	К-сть ланок	К-сть змін	Тривалість виконання робіт, діб.	Робочі дні			
									Робочі зміни			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			

Згідно з планом виконання робіт, необхідно скласти графік руху робітників, який характеризує щоденний вихід робітників на роботу. При цьому період будівництва слід розділити на три етапи: початковий, основний та завершальний. При правильній організації робіт від початкового до основного етапу відбувається збільшення кількості робітників і після стабілізації на основному етапі, йде їх зниження на завершальному.

Для визначення рівномірності руху робітників необхідно визначити коефіцієнт нерівномірності ($K_{\text{нер}}$), який повинен бути з межах 1,5...1,8.

Для визначення коефіцієнта нерівномірності руху робітників використовуємо формулу:

$$K_{\text{нер}} = \frac{N_{\text{max}}}{N_{\text{сер}}} \quad (5.10.)$$

де N_{max} - максимальна кількість робітників за календарним планом, чоловік;

$N_{\text{сер}}$ - середньоспискова кількість робітників за календарним планом, чоловік.

Середньодобову кількість робітників визначаємо за формулою:

$$N_{\text{сер}} = \frac{\sum Q}{T} \quad (5.11)$$

де $\sum Q$ - сумарна працеемність робіт календарного плану (сума колонки 5), люд.дн.;

T - тривалість виконання всіх робіт по календарному плану, діб.

6. Визначення техніко - економічних показників виконання земляних робіт

Для оцінки ефективності виконання земляних робіт визначаємо

наступні техніко-економічні показники:

1. Термін виконаний робіт, діб. Приймаємо по календарному плану як термін виконання всіх робіт.

2. Загальна трудомісткість виконання земляних робіт, люд.-днів. Визначаємо як суму трудомісткості всіх робіт по колонці 9 (чисельник) таблиці 7.1 (калькуляції...).

3. Загальна машиноємність виконання земляних робіт, маш.змін. Визначаємо як суму машиноємності всіх механізованих робіт по колонці 9 (знаменник) таблиці 7.1 (калькуляція...).

4. Виробіток одного робітника в день, м³/люд.день:

4.1. При вертикальному плануванні. Визначаємо як відношення об'єму робіт при вертикальному плануванні до суми трудомісткості робіт, пов'язаних з розробкою, транспортуванням та ущільненням цього об'єму ґрунту.

4.2. При розробці котловану. Визначаємо як відношення об'єму котловану до суми трудомісткості робіт, пов'язаних з розробкою, розрівнюванням в насипі та ущільнюванням цього об'єму ґрунту.

5. Витрати праці на розробку 1 м³ ґрунту, люд.дн./м³:

5.1. При вертикальному плануванні.

5.2. При розробці котловану. Визначаємо як величини, обернені до визначених в п.4.

6. Вартість виконання робіт, грн.-коп. Визначаємо як суму заробітної плати по колонці 11 таблиці 7.1.

7. Заходи з техніки безпеки

При розробці курсового проекту треба глибоко опрацювати систему безпечного виконання робіт. Заходи, що забезпечують виконання вимог по цих питаннях, повинні бути відображені як в розрахунково-пояснювальній записці, так і в графічній частині. Розробляються ці заходи у відповідності з діючими нормативними документами і викладаються у вигляді конкретних вказівок з видів робіт.

8. Вимоги щодо якості виконання земляних робіт

При розробці розділу необхідно вказати вимоги щодо якості при виконанні кожного процесу земляних робіт у відповідності з діючими нормативними документами. Крім цього необхідно розробити графік операційного контролю якості виконання земляних робіт у відповідності з наведеною таблицею.

Таблиця 8

Операційний контроль якості виконання земляних робіт

Операції, що контролюються	Контроль якості виконання операцій			
	склад	методи	час	якими службами
1	2	3	4	5

9. Економія електроенергії та паливних ресурсів

В курсовій роботі необхідно відобразити заходи по економному використанню енергоресурсів за рахунок відключення електроінструментів, машин і механізмів на час перерв в роботі, раціональних схем руху тощо.

10. Охорона навколишнього середовища

Враховуючи, що на майданчику є родючий шар ґрунту, до початку основних робіт по плануванню він повинен бути зрізаний і збережений для рекультивації земель на майданчику, лишній ґрунт використовується для рекультивації земель на інших майданчиках чи сільгоспугіддях.

Об'єм родючого шару визначається за формулою:

$$V = S \cdot h \quad (10.1),$$

де h - товщина родючого шару, м;

S - площа майданчика, м^2 .

Площі ділянок, які необхідно відвести для тимчасового складування родючого шару на період ведення робіт, визначаються за формулою:

$$S_1 = \frac{V}{h_1} \quad (10.2)$$

де V - об'єм ґрунту родючого шару, м^3 .

h_1 - висота бурта, м, не більше 8 м.

Об'єм ґрунту, необхідний для рекультивації земель, порушених у зв'язку з будівництвом об'єкта (розміри будівлі прийняти рівними розміру котловану по дну), визначаємо за формулою:

$$V_p = S_2 \cdot h_1 \quad (10.3)$$

де S_2 - площа території вкладання родючого шару. Маємо на увазі ту територію, яка не буде зайнята об'єктом і намічена до озеленення з коефіцієнтом озеленення 40%.

$$S_2 = (S - S_6) \cdot 0,4 \quad (10.4)$$

де S - площа майданчика, м^2 ; S_6 - площа будівлі, м^2 ; h_1 - товщина шару родючого ґрунту, що відсилаємо ($h_1 = 0,3 \dots 0,4$ м).

Об'єм зайвого ґрунту, ще залишається після рекультивації порушених земель і може бути використаний на інших майданчиках, садових господарствах, визначаємо за формулою:

$$S_{\text{л}} = V - V_p \quad (10.5)$$

Найбільша допустима крутизна укосів, котлованів і траншей, що виконуються без кріплень

Вид ґрунту	Глибина виїмки					
	до 1,5		від 1,5 до 3		від 3 до 5	
	Кут між напрямком укосу і горизонталлю, град	Відношення висоти укоса до його закладання (m)	Кут між напрямком укосу і горизонталлю, град	Відношення висоти укоса до його закладання (m)	Кут між напрямком укосу і горизонталлю, град	Відношення висоти укоса до його закладання (m)
Насипний	56	1:0,67	45	1:1	38	1:1,25
Пісчаний	63	1:0,5	45	1:1	45	1:1
Гравійний супісок	76	1:0,25	56	1:0,67	50	1:0,85
Суглинок	90	1:0	63	1:0,5	53	1:0,75
Глина	90	1:0	76	1:0,25	63	1:0,5
Лес сухий	90	1:0	63	1:0,5	63	1:0,5

Показники розпушення ґрунтів

ґрунти	Початкове збільшення об'єму ґрунту після розробки, % $K_{п.р.}$	Залишкове розпушення ґрунту, % $K_{з.р.}$
Глина ломова і сланцева	28...32	6...9
М'який, жирний, затвердівший лес і тяжкий суглинок	24...30	4...7
ґрунт: гравійно гальковий	16...20	5...8
рослинний	20...35	3...4
розбірно - скальний	30...45	15...20
Лес: м'який	45...50	20...30
затвердівший	18...24	3...6
Мергель, опока	24...30	4...7
Пісок	33...37	11...15
Солончак і солонець: м'які	10...15	2...5
затвердівши	20...26	3...6
Суглинок: м'який і лесовидний	18...24	5...9
тяжкий	24...30	3...6
Супісок	12...17	5...8
Чорнозем і каштановий	22...28	3...5
Шлак	14...18	8...10

Додаток 3

Вихідні дані для виконання курсового проекту

№	Найменування даних для проєктування	Значення останньої цифри номера залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тип і розміри майданчика	Приймати згідно табл. д.4.2.,д.4.3.,д.4.4. і рис.д.1.									
2	Відстань відвезення ґрунту при розробці котловану	4	5	6	7	8	7	5	4	3	2
3	Тривалість виконання робіт по плануванню майданчика, дн.	14	15	16	13	17	15	14	13	17	16
4	Тривалість виконання робіт по розробці котловану	5	4	6	5	4	5	6	8	7	5
5	Ухил майданчика, що проєктується, %	0,001	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,004	0,003	0,002	0,001
6	Ґрунт і товщина шару, м										
	-пісок	2	-	-	1	-	-	4	-	2,8	-
	-суглинок	<2	3	-	-	3	-	<4	3	<2,8	-
	-супісок	-	-	-	<1	-	4	-	<3	-	4
	Глина										
	=1,9 т/м3	-	<3	2	-	-	<4	-	-	-	-
	-глина важка	-	-	<2	-	<3	-	-	-	-	<4
7	Розробити технологічну карту на:										
	планування майданчика	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
	розробку котлована	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
8	Розміри котлована:										
	-довжина, м	48	55	61	67	70	75	78	80	85	90
	-ширина, м	36	40	42	45	48	50	54	58	60	64
	-глибина,м	1,4	2,0	2,0	2,5	2,8	3	3,2	4	4,2	4,6

Дані для вибору розмірів майданчиків

Остання цифра номера залікової книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Довжина, м	300	350	400	300	350	400	300	350	300	400
Ширина, м	200	200	200	250	250	250	250	300	300	300

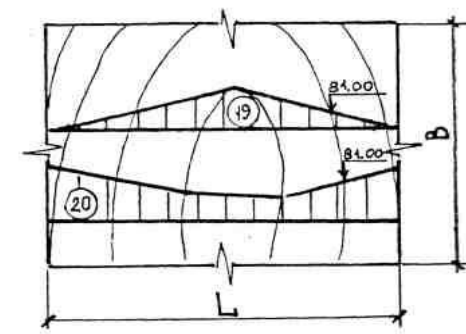
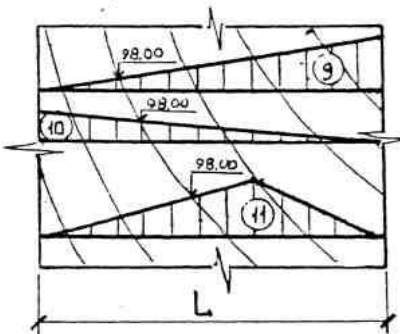
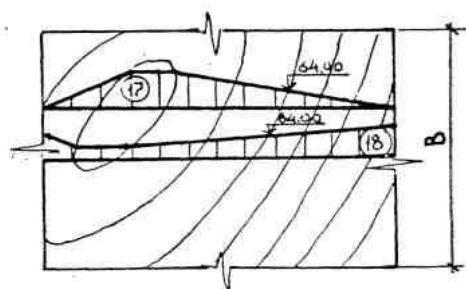
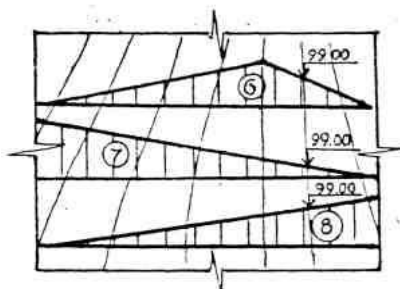
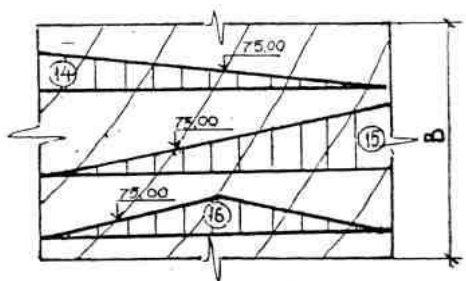
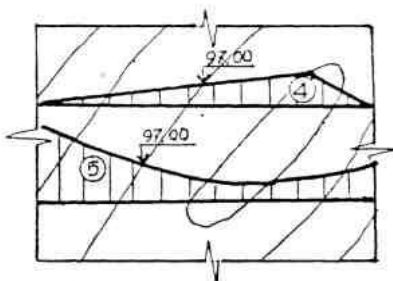
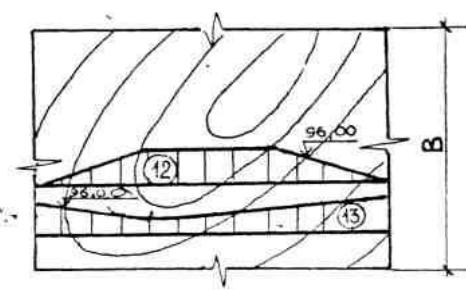
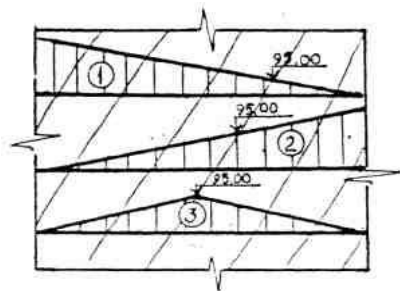
Дані для вибору профілю майданчика

Сума останніх двох цифр номера залікової книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
№ профілю майданчика	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Дані для вибору відстані між горизонталями (по вертикалі)

Передостання цифра номера залікової книжки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відстань між горизонталями	0,25	0,30	0,35	0,40	0,25	0,30	0,35	0,40	0,35	0,30

Профілі майданчиків



Література

Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва : підручник. 2-ге вид., допов. і переробл. Київ : Вища школа, 2005 р. 342 с.

Черненко В. И., Ярмоленко М. Г. Технологія будівельного виробництва : підручник. Київ : Вища школа. 2002. 430 с.

Бабіч Є. Є., Кухнюк О. М., Поляновська О. Є. Технологічні карти в будівництві : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2018. 90 с.

Кизима В. П., Макаренко Р. М. Технологія будівельного виробництва : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2008. 147 с.

Карапузов Є. К., Соха В. Г., Остапченко Т. Є. Матеріали і технології в сучасному будівництві : підручник. Київ: Вища освіта, 2004. 416 с.

Сипко М. Т., Доманський Г. В., Макаренко Р. М., Гомон Л. П. Рекомендації з формування ланок для виконання будівельно-монтажних робіт : навч. посіб. Рівне : НУВГП. 2009.

Сучасні технології в будівництві : підручник для вузів / О. І. Менейлюк та ін. Одеська держ. Академія будівництва та архітектури. Одеса : Евен. 2011. 536 с.

Електронні ресурси

Нові технології в будівництві: електронний журнал. URL: <http://ntinbuilding.ndibv.org.ua/>

Законодавчі та нормативні документи::

ДБН Д. 2.2-1-99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи Зб.1. Вид. офіц. Київ. 2000.

Про охорону праці : Закон України від 14.10.92 р. № 2694 – XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 49. Ст. 668.

ДСТУ Б Д.1.1-7:2013. Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013.

ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014.

ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016.

ДБН Д. 1. 1 – 1 - 2000 (з урахуванням змін та доповнень). Правила визначення вартості будівництва. Ціноутворення у будівництві. Збірник офіційних документів та роз'яснень. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України. №1 січень 2006. “Інпроект”.

ДБН Д2.4-1-2000. Збірник І. Земляні роботи. Вид. офіц. Київ : Мінбуд України 2000.

ДСТУ Б А.2.4-7-99. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. К. : Держкомбуд України, 1999. 57 с.