

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний авіаційний університет**

**ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Модуль 1**

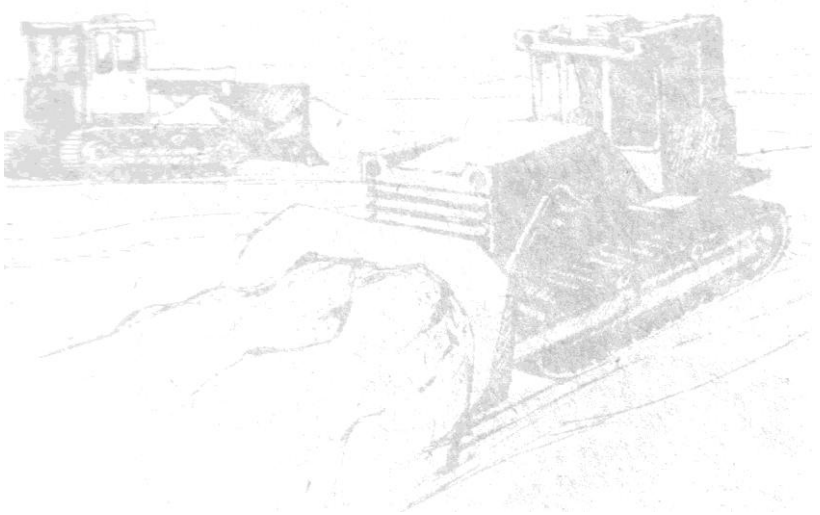
**Планування будівельного майданчика**

Методичні вказівки

та робочий зошит до виконання домашньої роботи  
для студентів спеціальностей

8.092101 “Промислове та цивільне будівництво”

8.092105 “Автомобільні дороги та аеродроми”



**Київ 2006**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Модуль 1

Планування будівельного майданчика

Методичні вказівки

та робочий зошит до виконання домашньої роботи  
для студентів спеціальностей

8.092101 “Промислове та цивільне будівництво”

8.092105 “Автомобільні дороги та аеродроми”

Група \_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_

Київ 2006

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні вказівки містять дві частини. У першій частині викладено послідовність виконання домашньої роботи (ДР) за темою: „Планування будівельного майданчика”, а також висвітлено питання, які мають вирішувати студенти під час виконання земляних робіт з вертикального планування будівельного майданчика. Друга частина містить варіанти індивідуальних завдань та робочий зошит у якому виконується ДР, а також представлено необхідні довідкові матеріали.

Згідно індивідуального варіанту потрібно спланувати будівельний майданчик з нульовим балансом земляних мас (без ввозу чи вивозу ґрунту за межі майданчика). З цією метою необхідно розрахувати обсяги земляних робіт у відповідності з завданням, вибрати способи виконання робіт, розробити технологічну схему розроблення ґрунту за умови вертикального планування будівельного майданчика, обґрунтувати вибір ведучої машини.

Варіанти завдань представлені у таблиці 2.1, у кожному варіанті задано план майданчика з нанесеними горизонталями і їх позначками (кожна з яких означає її відносний рівень), розміри, проектні схили майданчика та інші вихідні дані.

У ДР поряд з широким використанням типових, можуть бути запропоновані нові технологічні рішення й оригінальні способи виконання робіт, а також засоби їх механізації і автоматизації, які підвищують ефективність будівельного виробництва.

Методичними вказівками слід користуватися одночасно з рекомендованою літературою по технології будівельного виробництва.

### **Частина 1. ПЛАНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА**

Вибір методів виконання земляних робіт при вертикальному плануванні майданчика залежить від багатьох чинників (кліматичних, топографічних і геологічних умов району будівництва, від планувальних рішень майданчика, обсягів та термінів виконання робіт).

Температура повітря впливає на глибину промерзання ґрунтів. Від кількості атмосферних опадів залежить обвалування території будівництва, влаштування нагірних канав, відведення

поверхневих вод, вибір типів доріг і комплектів машин для виконання робіт. Залежно від класу ґрунтів приймають стрімкість укосів, а також планують певні заходи перед ущільненням ґрунтів, а саме: осушування чи змочування ділянки.

Методи проведення земляних робіт обґрунтовують згідно із завданням враховуючи усі чинники.

До початку виконання будівельних робіт вирівнюють природний рельєф поверхні майданчика шляхом зрізання шару ґрунту, розташованого вище проектних позначок та переміщення і підсилення його в місця нижчі проектного рівня.

Технологічний процес планування складається з таких основних операцій:

- зрізання рослинного шару (якщо його товщина більша 10 см);
- вертикальне планування;
- остаточне планування майданчика.

Залежно від кліматичних і геологічних чинників, рівня ґрунтових вод і механічних властивостей ґрунтів, а також від відстані транспортування ґрунту визначають допоміжні процеси: влаштування каналів; пошарове розпушування, розрівнювання, ущільнення, змочування або осушування ґрунту.

### **1.1. Визначення обсягів земляних робіт**

Обсяги земляних робіт визначають на основі *картограми земляних мас*, що представляє собою план ділянки з горизонталями і нанесеними: сіткою прямокутників (зі стороною 10-50 м) та чорними, червоними і робочими позначками вершин прямокутників, а також із зображенням лінії нульових робіт. При вертикальному плануванні майданчика намагаються звести обсяги земляних робіт до мінімуму. Це може бути досягнуто дотриманням нульового балансу земляних мас, тобто коли планування здійснюється перерозподілом ґрунту на самому будівельному майданчику без завозу і вивозу земляних мас за його межі.

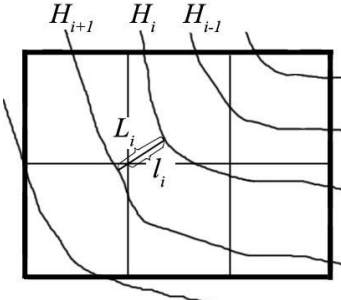
Розрахунок обсягів земляних робіт виконують у такій послідовності:

1. Згідно варіанту завдання креслять на форматі А4 у масштабі (1:500) план будівельного майданчика, на який переносять горизонталі зі схеми завдання з кроком - 1м. Наносять сітку прямокутників (у прямокутнику повинно бути 1-2 горизонталі)

(рис. 1.1). Проставляють розміри майданчика, позначки горизонталей, відповідні схили (надані у завданні).

2. Визначають чорні (фактичні) позначки  $H_v$  вершин сітки.

Чорні позначки у кутах отриманої сітки прямокутників визначають шляхом лінійної інтерполяції між сусідніми горизонталями за формулою:



$$H_v = H_i + \frac{\Delta h \cdot l_i}{L_i},$$

де  $H_i$  - відмітка меншої з горизонталей, між якими знаходиться  $i$ -та вершина, м;  $\Delta h$  - різниця відміток сусідніх горизонталей,  $\Delta h = 1$  м.  $l_i$  - віддаль від  $i$ -тої вершини до горизонталі з меншою відміткою, мм;  $L_i$  - віддаль між горизонталями, між

Рис. 1.1. План в горизонталях

якими знаходиться  $i$ -та вершина, мм;

3. Визначають середню планувальну позначку  $H_{cp}$  майданчика, яку приймають за позначку нульового балансу.

$$H_{cp} = H_o \text{ (за даних умов),}$$

де  $H_o$  - позначка поверхні природного рельєфу.

При підрахунку обсягів робіт за прямокутниками,

$$H_o = \frac{4\sum H_4 + 2\sum H_2 + \sum H_1}{4n},$$

де  $\sum H_4, \sum H_2, \sum H_1$  - сума чорних позначок вершин, загальних відповідно для чотирьох, двох і одного прямокутника;  $n$  - кількість прямокутників.

4. Визначають проектні (червоні) позначки  $H_{np}$  кутів будівельного майданчика враховуючи задані схили, м:

$$H_{np} = H_o \pm \frac{A \cdot i_1}{2} \pm \frac{B \cdot i_2}{2},$$

де  $i_1, i_2$  - проектний ухил відповідно по довжині і ширині майданчика;  $A$  і  $B$  - розміри майданчика відповідно по довжині і ширині, м;  $\pm$  - залежить від підйому або спаду планувальної поверхні згідно схилу у заданій точці.

Проектні позначки всіх інших вершин нівелювальної сітки визначають за позначками  $H_{np}$  методом інтерполяції або шляхом додавання чи віднімання (згідно схилу) від базової точки перевищення  $\delta$ .  $\delta_1 = a \cdot i_1$  по довжині будівельного майданчика,  $\delta_2 = b \cdot i_2$  - по ширині, де  $a$  і  $b$  – довжина і ширина прямокутника.

5.Робочі позначки  $h_p$  обчислюють як різницю між проектними  $H_{np}$  і чорними  $H_q$  позначками, м:

$$h_p = H_{npi} - H_{qi};$$

Одержані значення зі знаком "+" вказують на необхідність зведення насипу, а зі знаком "-" - на розроблення виїмки. У кожній вершині нівелювальної сітки на плані наносять проектну  $H_{np}$  (зверху справа), чорну  $H_q$  (знизу справа) та робочу  $h_p$  (зверху зліва) позначки (Рис. 1.2).

Прямокутники з робочими позначками протилежних знаків називають *перехідними*.

Для перехідних прямокутників, аналітично чи графічно, визначають нульові точки, які розміщені вздовж сторін з робочими позначками протилежних знаків.

*Аналітично* положення нульової точки можна визначити за формулою:

$$d = \frac{h_p^+ \cdot a}{h_p^+ + |h_p^-|}$$

де  $d$  - віддаль від вершини з додатною відміткою до нульової точки, м;  $h_p^+$  - значення додатної робочої відмітки, м;  $|h_p^-|$  - абсолютне значення від'ємної робочої відмітки, м;  $a$  - довжина сторони, вздовж якої шукають нульову точку.

Положення нульових точок *графічно* можна визначити таким чином - на кінцях сторони, що має протилежні за знаком робочі позначки, відкладають у довільному масштабі по різні боки їх значення. Сполучивши отримані точки прямою лінією, дістанемо на перетині із стороною прямокутника нульову точку, що характеризує перелом рельєфу місцевості (рис. 1.3).

Ламана лінія, що з'єднує нульові точки називається *нульовою лінією*, вона розділяє ділянки насипу від виїмки.

Якщо віддалі від вершини до нульових точок і робоча позначка у вершині досить малі  $h \leq 0,1$  м в подальших розрахунках для спрощення, (що суттєво не впливає на результат) будемо вважати, що нульова лінія проходить через вершину.

По контуру майданчика улаштовують укоси. Для цього визначають закладання укосів  $e$  для насипу та виймки у зовнішніх вершинах прямокутників:

$$e_i = h_i m$$

де  $m$  – коефіцієнти закладання укосів приймають за таблицею Д.1, у залежності від видів ґрунту.

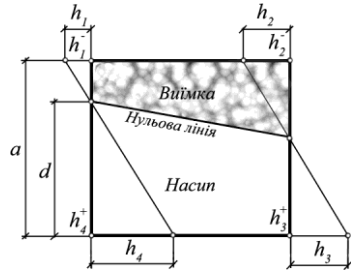


Рис. 1.3. Графічний спосіб побудови нульової лінії

Обчислені значення закладання укосів наносять на план майданчика у довільному масштабі, з'єднують їх між собою і з точками нульових робіт на контурі майданчика. Наносять бергштрихи, що вказують напрям схилу укосу (рис.1.4).

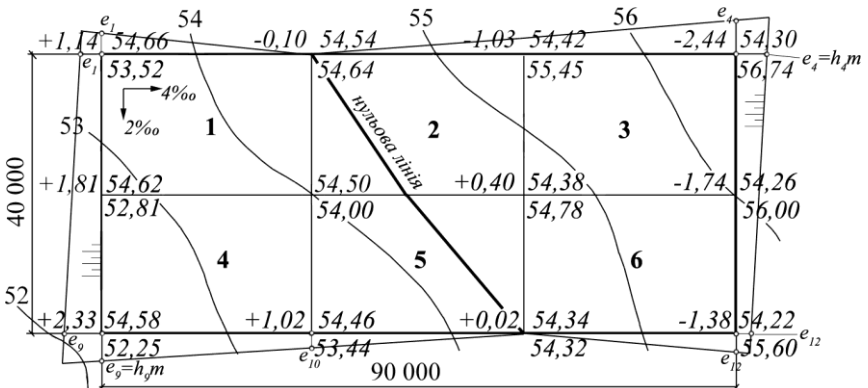


Рис. 1.4. Картограма земляних робіт

Об'єм ґрунту, що підлягає розробленню визначають як суму об'ємів у повних і перехідних прямокутниках та об'ємів в укосах.

7. Визначають об'єм ґрунту в межах прямокутників, що мають робочі позначки одного знаку,  $m^3$  (рис. 1.5, а):

$$V = \frac{a \cdot b}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$$

8. Визначають об'єм ґрунту в межах перехідних прямокутників, окремо для насипу і виїмки,  $m^3$  (рис.5, б):

$$V_n = \frac{a \cdot b \cdot \sum h_n^2}{4 \sum |h|},$$

де  $\sum h_n$  - сума робочих позначок насипу (при визначенні об'єму насипу) чи виїмки (при розрахунках об'єму виїмки), м;  $\sum |h|$  - сума абсолютних значень всіх робочих позначок перехідного прямокутника, м;

Розрахунки виконують у таблиці 2.2.

9. Остаточні обсяги земляних мас насипу та виїмки визначають з урахуванням укосів за формулами:

для кутової піраміди  $V_2 = \frac{m^2 h^2}{3}$ , (рис. 1.5, в)

для об'ємів бокової піраміди  $V_1 = \frac{mh^2 l}{6}$ , (рис. 1.5, з)

для бокового призматоїда  $V_3 = \frac{ma}{6} (h_1^2 + h_1 h_2 + h_2^2)$ , (рис. 1.5, д).

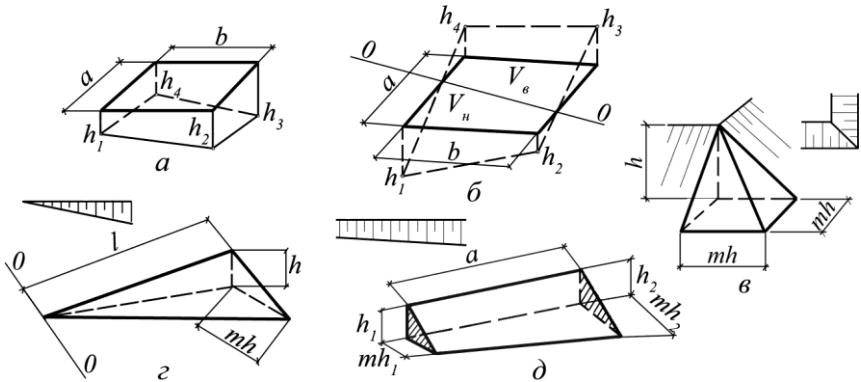


Рис. 1.5. Схеми для визначення об'ємів ґрунту:

$a$  і  $b$  - довжина сторін прямокутника;  $h, h_1, h_2, h_3, h_4$  - робочі позначки, м;  
 $m$  - коефіцієнт закладання укосів, м;  $l$  - довжина ділянки укосу, м

Остаточні результати розрахунків земляних робіт при плануванні будівельного майданчика зводять у загальну відомість об'ємів земляних мас таблиця 2.4.



Після обчислення об'ємів насипу та виїмки стає відомим об'єм надлишкового ґрунту. Розходження обсягів робіт у виїмці і насипі визначають у відсотках за формулою:

$$\Delta = \frac{\sum \Delta V_1 + \sum \Delta V_2}{\sum V_e} \cdot 100,$$

$$\Delta V_1 = +\sum V_n - \sum V_e, \quad \Delta V_2 = \sum V_n \cdot K_p,$$

де  $\Delta V_1$  - розходження геометричних об'ємів насипу  $\sum V_n$  і виїмки  $\sum V_e$  взятих зі своїми знаками, м<sup>3</sup>;  $\Delta V_2$  - додатковий об'єм ґрунту за рахунок залишкового розпушення ґрунту насипу, м<sup>3</sup>;  $K_p$  - коефіцієнт залишкового розпушення ґрунту, приймають за таблицю Д.2.

Якщо  $\Delta > 5\%$  необхідно змінити відмітку планування за формулою:

$$H_o' = H_o + \frac{\sum \Delta V_1 + \sum \Delta V_2}{F},$$

де  $F$  - площа будівельного майданчика, м<sup>2</sup>.

І повторити розрахунки.

## 1.2. Визначення середньої віддалі переміщення ґрунту

Задача розподілу земляних мас зводиться до знаходження напрямів та відстаней їх переміщення і може бути розв'язана аналітично, графоаналітично та із застосуванням лінійного програмування.

Кращий результат з оптимальності розподілу земляних мас дають методи лінійного програмування. Тому доцільно розв'язувати задачу саме цими методами. Розглянемо суть таких методів на основі сімплекс-методу.

Суть методу ґрунтується на знаходженні мінімального сумарного переміщення ґрунту між центрами ваги окремих фігур (цільова функція). Підрахунки виконуються на базисному плані (таблиці віддалей між центрами ваги всіх фігур виїмок і насипів).

Розглянемо послідовність розв'язання задачі сімплекс-методом на прикладі. Для цього скористаємося схемою майданчика (рис. 1.6), на якому показано положення нульової лінії, зазначено об'єми ґрунту у фігурах насипу

$\sum_{j=1}^4 H_j = 1834 \text{ м}^3$  та об'єми ґрунту, який вивозиться, з фігур виїмки  $\sum_{i=1}^4 B_i = 1842 \text{ м}^3$ .

Підрахунки починають із заповнення базисного плану (табл. 1.1).

$N_1 \ 577\text{м}^3$	$N_2 \ 28\text{м}^3$	$B_1 \ 180\text{м}^3$	$B_2 \ 1044\text{м}^3$ <i>Виїмка</i>
<i>Насип</i> $N_3 \ 1041\text{м}^3$	$N_4 \ 188\text{м}^3$	$B_3 \ 18\text{м}^3$	$B_4 \ 600\text{м}^3$

Рис. 1.6. Об'єми земляних мас

Спочатку у верхньому куті кожного квадрату таблиці вказують відстані в метрах між центрами ваги відповідних фігур виїмки та насипу. Визначають координати центрів ваги кожної фігури насипу та виїмки, складні фігури розділяють на прості. Знаходження центрів ваги графічно, як приклад, показано на рис. 1.7 штриховими лініями.

Затим визначають різниці між найменшими відстанями кожного рядка і кожного стовпця таблиці. Так у рядку  $B_1$  найменша відстань дорівнює  $27-20=7$ . Це число записують у рядок "Різниця по рядках". У стовпці  $N_1$  різниця між найменшими відстанями дорівнює  $48-43=5$ . Це число записують у рядок "Різниця по стовпцях". Аналогічні дії виконують для всіх рядків та стовпців таблиці.

З усіх різниць у рядках і стовпцях вибирають найбільшу. У даному прикладі це 8 у стовпці  $H_4$ . Надалі треба працювати зі стовпцем  $H_4$ . В цьому стовпці обирають мінімальну відстань між центрами ваги фігур насипу та виїмки. Це відстань між фігурами  $B_3$  та  $H_4$ , вона дорівнює 19м. У клітинку де встановлена мінімальна відстань між центрами ваги фігур записують максимально можливу для цієї клітини поставку -  $18\text{м}^3$  ґрунту. У результаті, з фігури виїмки  $M_3$  буде вивезено весь надлишковий ґрунт, тому рядок  $M_3$  можна викреслити із подальших розрахунків, у рядку  $M_3$  надалі буде стояти прочерк.

На другому етапі визначають нові різниці по рядках і стовпцях. Найбільша з усіх різниць - 27 у стовпці  $H_1$ , надалі працюємо з цим стовпцем. Найменша відстань між центрами ваги фігур у цьому стовпці - 43м між фігурами  $B_1$  та  $H_1$ . Виконують максимально припустиму поставку по цій клітині, яка становить  $180\text{м}^3$  ґрунту. З подальших розрахунків можна викреслити рядок  $B_1$  так як з фігури  $B_1$  вже вивезено надлишковий ґрунт. Аналогічні дії виконують до тих пір, поки не буде завершено увесь розподіл земляних мас.

Таблиця 1.1. Схема розв'язання транспортної задачі

Фігура виїмки	Об'єм ґрунту, м <sup>3</sup>	Фігура насипу, об'єм ґрунту, м <sup>3</sup>				Різниця по рядках					
		H <sub>1</sub> 577	H <sub>2</sub> 28	H <sub>3</sub> 1041	H <sub>4</sub> 188						
B <sub>1</sub>	180	43 180	20	50	27	7	7	-	-	-	-
B <sub>2</sub>	1044	70 397	45 28	74 611	44	1	1	1	25	4	4
B <sub>3</sub>	18	48	24	46	19 18	5	-	-	-	-	-
B <sub>4</sub>	600	71	47	70 430	40 170	7	7	7	23	1	-
Різниця по стовпцях		5	4	4	8						
		27	25	20	13						
		1	2	4	4						
		1	2	4	-						
		1	-	4	-						
		70	-	74	-						

8 м<sup>3</sup> у відвал

Якщо у результаті розрахунків різниці по рядках і стовпцях на якомусь етапі однакові, перевагу віддають тій клітині, де сума різниць найбільша по рядку і стовпцю.

Як відмічалось вище, сумарний об'єм виїмки на 8 м<sup>3</sup> ґрунту більший, ніж сумарний об'єм насипу, тому залишок ґрунту у фігурі B<sub>2</sub>, що складає 8 м<sup>3</sup> вивозять у відвал.

Визначають середню відстань переміщення ґрунту за формулою:

$$L_{cp} = \frac{\sum V_{ij} \cdot L_{ij}}{\sum V_{ij}}$$

де  $V_{ij}$  - геометричні об'єми ґрунту відповідно і-ої виїмки та j-ого насипу, м<sup>3</sup>;  $L_{ij}$  - віддаль між центрами ваги і-ого прямокутника виїмки та j-ого прямокутника насипу, м.

Спочатку підраховують обсяг ґрунту:  $\sum V_{ij} \cdot L_{ij} = 180 \cdot 43 + 397 \cdot 70 + 28 \cdot 45 + 611 \cdot 74 + 18 \cdot 19 + 430 \cdot 70 + 170 \cdot 40 = 119246 \text{ м}^4$ .

$$L_{cp} = \frac{119246}{1834} = 65 \text{ м.}$$

Отже, середня відстань транспортування ґрунту складає 65м. Остаточний розподіл земляних мас показано на рис. 1.6.

Заповнюєте таблицю 2.5 та будете картограму розподілу земляних мас рис. 2.3.

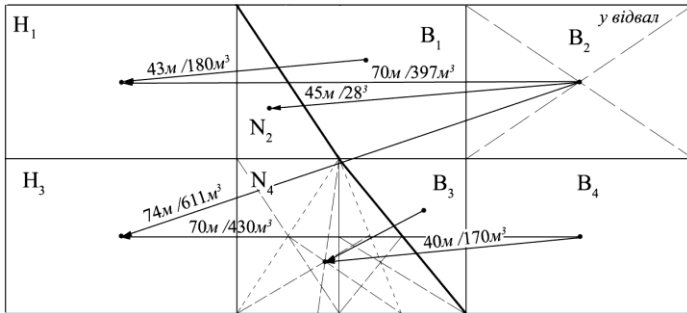


Рис. 1.6. Картограма розподілу земляних мас

### 1.3. Вибір методів виконання робіт

Земляні роботи мають бути механізовані і повинні виконуватися поточним методом. Найбільш ефективно це здійснюють землерійно-транспортні машини бульдозери і скрепери. Бульдозери застосовують при переміщенні ґрунту на відстань не більшу як 100 м. При відстанях понад 100 м використовують скрепери. В окремих випадках при значних робочих позначках виїмки і відстані відвезення ґрунту понад 0,5 км застосовують екскаватори в комплексі з автотранспортом.

При підборі комплектів машин слід віддавати перевагу машинам з автоматичним стабілізуючим обладнанням, які дозволяють працювати при оптимальному режимі, а також керуватися областю їх ефективного використання, а при проектуванні процесу розробки ґрунту - виходити з прогресивної технології виконання робіт.

Наприклад, при бульдозерних роботах використовують природний нахил місцевості, або створюють штучний нахил, виконують розробку траншейним способом, при розробці легких ґрунтів встановлюють на торцях відвалу відкрилки (розмірювачі), за значних об'ємів розробку ведуть двома - трьома бульдозерами.

При скреперних роботах для підвищення наповнення ковша  $K_n$  скорочення тривалості завантаження рекомендується використовувати трактор-штовхач.

Важкі ґрунти, а також ґрунти з домішками підлягають попередньому розпушуванню. Необхідність розпушування ґрунту визначається в кожному конкретному випадку виходячи із місцевих умов (щільність ґрунту, потужності машин і т.п.).

Подальше планування будівельного майданчика розглянемо на прикладі.

При середній віддалі переміщення ґрунту 65м можна використати бульдозери на тракторах потужністю 60...100 кВт. (табл. Д. 3, Д.4). Приймаємо бульдозер ДЗ-53 на базі трактора Т-100МЗ з розмірами відвала  $a = 3,2$  м,  $b = 1,2$  м (табл. Д.5).

Вибираємо схему переміщення ґрунту при:  $L_{ni} \leq L_{cp}$  - човникову;  $L_{ni} > L_{cp}$  - за еліпсом (рис. 1.7),

де  $L_{ni}$  - відстань переміщення ґрунту з і-го прямокутника.

Заповнюєте таблицю 2.6 та креслите схему роботи бульдозера рис 2.4.

Під час транспортування ґрунту бульдозером, його втрати враховують коефіцієнтом збереження ґрунту:

$$K_3 = 1 - 0,005L_n,$$

Найраціональнішою схемою розробки є така, за якої коефіцієнт збереження ґрунту найбільший.

Об'єм ґрунту, у щільному стані, зрізаного відвалом, визначаємо за формулою, м<sup>3</sup>:

$$V_a \approx \frac{a \cdot b^2}{2 \cdot \text{tg} \varphi \cdot K_p};$$

де  $a$  - довжина відвалу, м;

$b$  - висота відвалу, м;  $\varphi$  - кут природного укосу ґрунту (табл. Д.1);

$K_p$  - коефіцієнт початкового розпушення ґрунту (табл. Д.2).

При значеннях  $a = 3,2$  м,  $b = 1,2$  м,  $K_p = 1,26$ ,  $\text{tg} \varphi = 0,58$  при  $\varphi = 30^\circ$ .

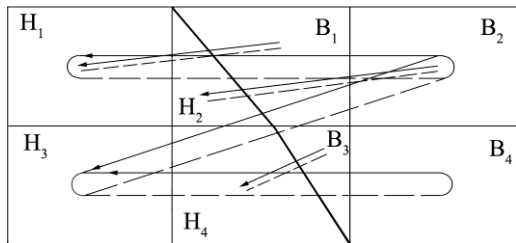


Рис. 1.7. Схема роботи бульдозера

$$V_6 = \frac{3,2 \cdot 1,2^2}{2 \cdot 0,58 \cdot 1,26} = 3,15 \text{ м}^3$$

Довжина шляху набору ґрунту (зрізання) при середній товщині стружки  $h=0,2\text{м}$  і клиноподібному способі різання,

$$L_p = \frac{2V_6}{ah} = \frac{2 \cdot 3,15}{3,2 \cdot 0,2} = 9,84 \text{ м.}$$

Експлуатаційна продуктивність бульдозера за зміну при розробленні виїмки визначається за формулою,  $\text{м}^3$ :

$$P_e = \frac{3600 \cdot T_{зм} \cdot V_6 \cdot K_3 \cdot K_{yx} \cdot K_6}{t_u},$$

де  $T_{зм}$  - тривалість зміни, приймається 8 год;  $V_6$  - об'єм ґрунту у щільному стані, зрізаного відвалом,  $\text{м}^3$ ;  $K_3$  - коефіцієнт збереження ґрунту під час його транспортування;  $K_{yx}$  - коефіцієнт нахилу майданчика (табл. Д.7);  $K_6$  - коефіцієнт використання машини у часі ( $K_6 = 0,8 \dots 0,95$ );  $t_u$  - тривалість циклу, с.

Тривалість циклу, с:  $t_u = t_p + t_n + t_{зр} + t_{нов}$

де  $t_p$ ,  $t_n$ ,  $t_{зр}$ ,  $t_{нов}$  - тривалість часу відповідно зрізання, переміщення, зворотного руху, повороту (10...12), с.

Величини  $t_p$ ,  $t_n$ ,  $t_{зр}$ , обчислюють за формулою, с:

$$t_{p, n, зр} = \frac{3,6LK_\alpha}{v},$$

де 3,6 – коефіцієнт переведення одиниць з км/год. в м/с;  $L$  - довжина шляху відповідно зрізання, переміщення ( $L_{сп}-L_p$ ) та зворотного шляху ( $L_{сп}$ );  $K_\alpha$  - коефіцієнт, що враховує затрати часу на прискорення, уповільнення, перемикання передач, підйом і спуск відвала,  $K_\alpha = 1,5$ ;  $v$  - швидкість руху, км/год (зрізання і переміщення виконується на першій передачі, повернення порожняком - на третій і четвертій передачі або заднім ходом).

Кількість однотипних машин визначають за формулами:

$$N = \frac{I_n}{P_e}, \quad I_n = \frac{V_6}{n_{зм}},$$

де  $I_n$  - інтенсивність потоку, виражена кількістю отриманої продукції за зміну,  $\text{м}^3/\text{зміну}$ ;  $V_6$  - об'єм ґрунту у виїмці,  $\text{м}^3$ ;  $n_{зм}$  - кількість робочих змін,  $n_{зм} = 2$ .

## Частина 2. РОБОЧИЙ ЗОШИТ

Таблиця 2.1. Вихідні данні для планування майданчика

Варіант	Розміри майданчика, м		Схема горизонталей	Абс.знач. меншої з гориз. $H$ , м	Розміри проектних схилів %		Середн. товщ. стружки, $h$ , м	Вид ґрунтів
	$a$	$b$			$i_1$	$i_2$		
1	105	70	I	54	2	4	0,25	Гравій
2	90	72	II	55	1	2	0,20	Галька
3	108	68	III	56	2	2	0,19	Пісок мілкий
4	102	66	IV	100	2	3	0,25	Глина жирна
5	99	70	V	120	2	2	0,18	Суглинок
6	99	66	VI	125	3	4	0,21	Рослин. ґрунт
7	90	70	VII	130	1	3	0,23	Насип. ґрунт
8	96	64	VIII	68	3	2	0,22	Пісок середн.
9	93	70	IX	77	1	1	0,26	Глина легка
10	96	72	X	125	1	2	0,17	Супісок
11	98	68	XI	132	4	2	0,25	Гравій
12	99	70	XII	140	2	4	0,18	Галька
13	105	70	XIII	56	1	2	0,19	Суглинок
14	90	70	XIV	88	2	2	0,18	Пісок дрібн.
15	96	64	XV	68	2	3	0,20	Гравій
16	93	72	XVI	45	2	2	0,22	Галька
17	108	68	I	70	3	4	0,21	Пісок мілкий
18	99	70	II	54	1	3	0,23	Глина жирна
19	102	66	III	55	3	2	0,25	Суглинок
20	90	72	IV	80	2	4	0,21	Рослин. ґрунт
21	96	64	V	100	1	2	0,17	Насип. ґрунт
22	90	70	VI	120	1	1	0,18	Пісок середн.
23	99	70	VII	90	2	2	0,19	Насип. ґрунт
24	105	68	VIII	130	2	3	0,21	Пісок серед.
25	102	66	IX	98	3	4	0,20	Глина легка
26	105	70	X	120	2	3	0,21	Супісок
27	96	64	XI	128	1	1	0,19	Гравій
28	99	68	XII	142	2	4	0,16	Галька
29	102	66	XIII	165	2	3	0,17	Глина легка
30	90	72	XIV	75	2	2	0,18	Пісок мілкий

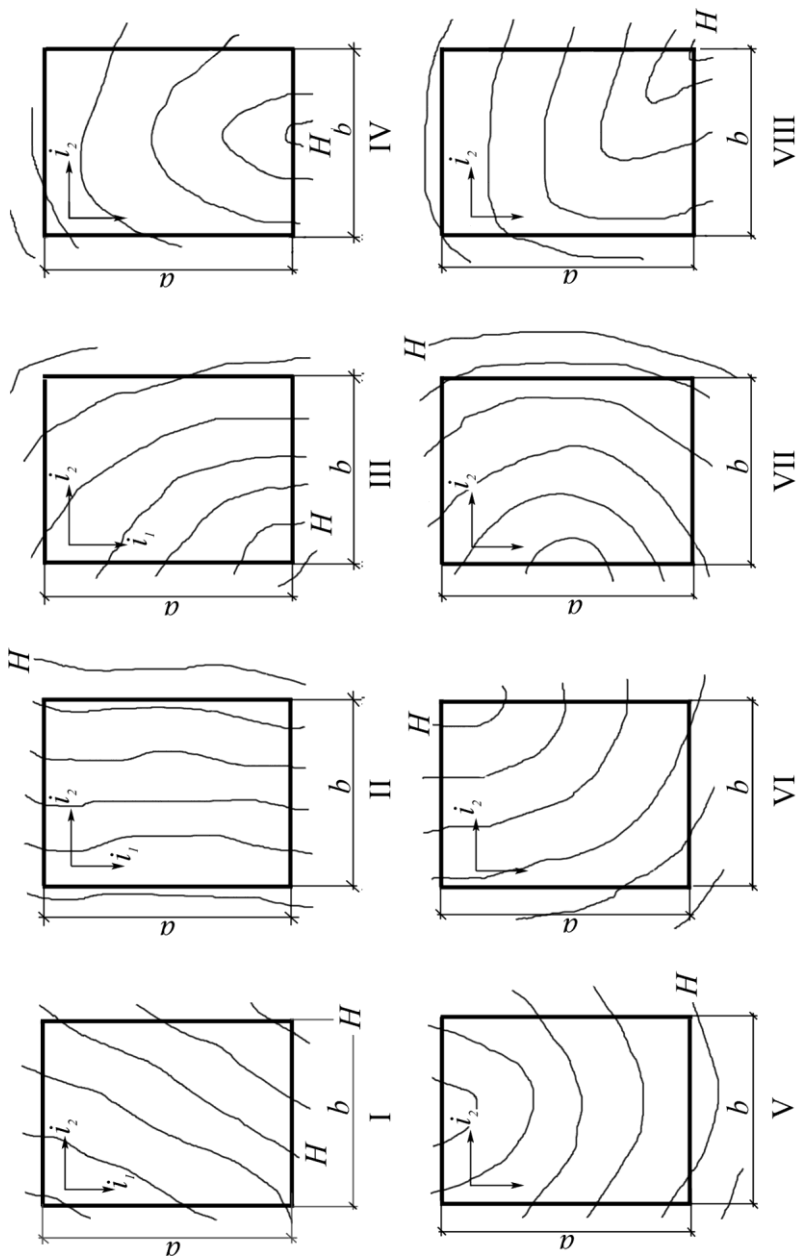


Рис.2.1. Схеми топографічних планів майданчика



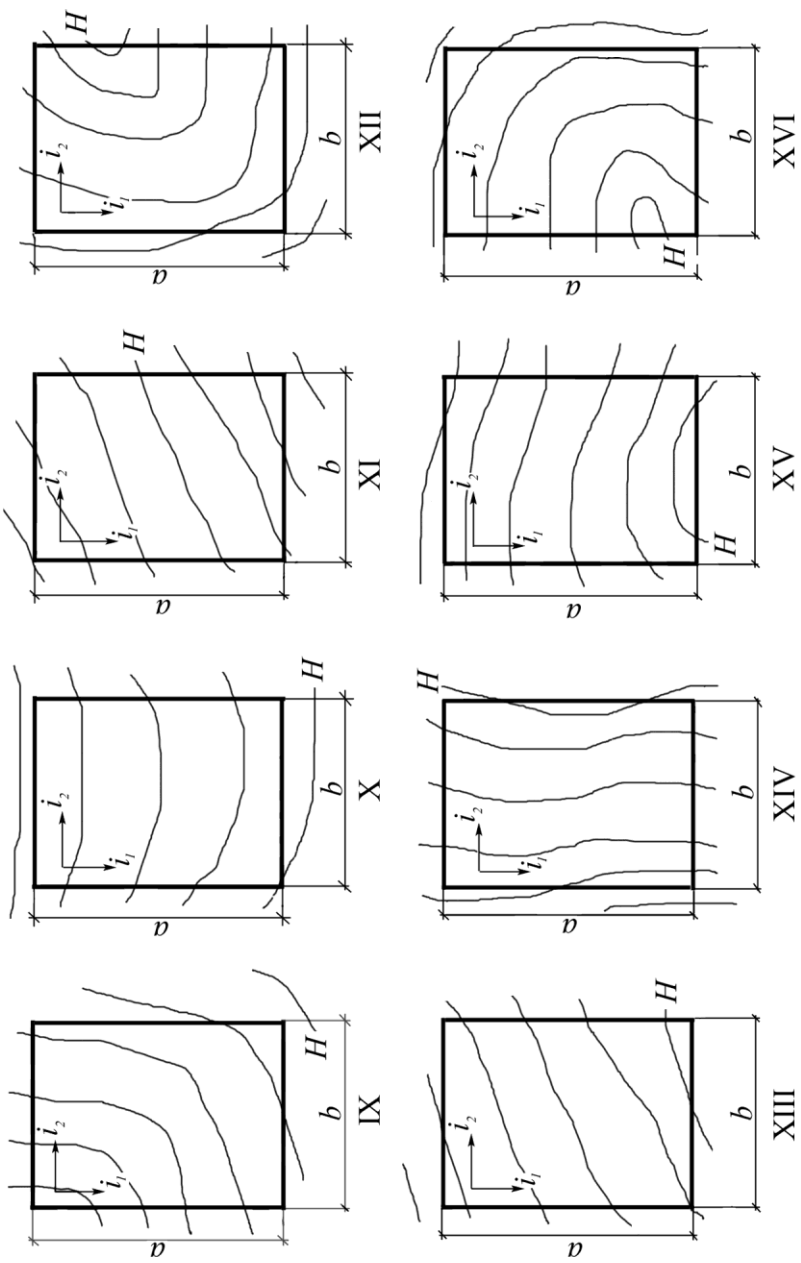


Рис.2.2. Схеми топографічних планів майданчика

Таблиця 2.2. Підрахунок обсягів робіт за прямокутниками

№ прямо- кут- ника	Робочі позначки, м				$\sum  h $	$\frac{a \cdot b}{4}$	$\frac{h_n^2}{\sum  h }$	$\frac{h_b^2}{\sum  h }$	Обсяг робіт V, м <sup>3</sup>	
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	h <sub>4</sub>					Насип (+)	Виймка (-)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
									$\Sigma$	$\Sigma$

Таблиця 2.3.. Підрахунок обсягів робіт в укосах

№ фігур	Робочі позначки фігур прилеглих до укосу, м		Об'єми укосів, м <sup>3</sup>					
			Бокові піраміди		Кутові піраміди		Бокові призми	
	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	насип	виймка	насип	виймка	насип	виймка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
			$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$

Таблиця 2.4. Зведена відомість земляних робіт

Назва обсягів робіт	Обсяги робіт, м <sup>3</sup>	
	Насип (+)	Виймка (-)
1	2	3
Планування у межах прямокутників		
Укоси майданчика: бокові піраміди кутові піраміди бокові призми		
Всього		

Розходження  $\Delta =$

Таблиця 2.5. Схема розв'язання задачі переміщення ґрунту

Фігура виймки	Об'єм ґрунту, м <sup>3</sup>	Фігура насипу, об'єм ґрунту, м <sup>3</sup>					Різниця по рядках							
		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>								
B <sub>1</sub>														
B <sub>2</sub>														
B <sub>3</sub>														
B <sub>4</sub>														
B <sub>5</sub>														

$$L_{cp} =$$


Рис. 2.3. Картограма розподілу земляних мас

Таблиця 2.6. **Переміщення ґрунту бульдозером**

Прямокутники майданчика виймка-насіп	Віддаль переміщення ґрунту, $L_{ni}$ , м	$L_{cp}$ , м	Схема переміщення


Рис.2.4. Схема роботи бульдозера

Таблиця Д.1. Кути природного укосу насипних ґрунтів

Ґрунт	Вологість ґрунту					
	сухий		вологий		мокрый	
	$\Phi$	1 : $m$	$\Phi$	1 : $m$	$\Phi$	1 : $m$
Гравій	40	1: 1,25	45	1: 1,25	35	1: 1,5
Галька	35	1: 1,5	45	1: 1,0	25	1: 1,25
Пісок: крупний	30	1: 1,75	32	1: 1,5	27	1: 2,0
середній	28	1: 1,2	35	1: 1,5	25	1: 2,25
мілкий	25	1: 1,25	30	1: 1,75	20	1: 2,75
Глина: жирна	45	1: 1,0	35	1: 1,5	15	1: 3,75
легка	50	1: 0,75	40	1: 1,25	30	1: 1,75
Суглинок	40	1: 1,25	30	1: 1,75	20	1: 2,75
Рослинний	40	1: 1,25	35	1: 1,5	25	1: 2,25
Насипний	35	1: 1,5	45	1: 1,0	27	1: 2,0

Таблиця Д.2. Значення коефіцієнтів розпушення  $K_p$ 

Ґрунт	Коефіцієнт розпушення	
	Початковий	Залишковий
Пісок мілкий і середній без домішок	1,08—1,17	1,01—1,03
Гравій, рослинний ґрунт з домішками, легкий суглинок, пісок крупний	1,14—1,28	1,02—1,05
Торф, насипний	1,20—1,30	1,03—1,04
Глина жирна, лес сухий, суглинок	1,24—1,30	1,04—1,07
важкий	1,26—1,32	1,11—1,15
Галька, глина легка	1,45—1,50	1,20—1,30
Скельні розрихлені ґрунти		

Таблиця Д.3. Застосування основних ведучих машин залежно від обсягів робіт

Обсяг робіт в місяць, тис. м <sup>3</sup>	Бульдозери потужністю, кВт	Об'єм ковша, м <sup>3</sup>		
		Скрепери	Екскаватори	Навантажувачі
До 1,5	20-60	до 3	0,15-0,4	0,2 - 0,6
1,5-20	90 90-	4-8	0,5 - 0,8	0,7- 1,5
20-50	160 160-	9- 18	1,5 1,6-2,5	1,6-2,5
50- 100	220 220 -	20-30	2,5-4	2,6-4
Більше 100	440	20-30		більше 4

**Таблиця Д.4. Раціональне транспортування ґрунту**

Транспортний засіб	Потужність баз. трактора, кВт	Віддаль переміщення, м	Об'єм ковша, м <sup>3</sup>
Бульдозери	40 - 60 60 – 100 150 - 250	30 – 50 50 – 70 100 - 150	
Причіпні скрепери		50 – 250 100 – 350 50 – 550 300 – 800 500 – 1 500	3 6 8 10 15
Самохідні скрепери		300 – 1 500 400 – 2 500 до 3 000 до 5 000	до 8 9 – 10 15 25
Тракторний причіп		100 – 1 000	
Автосамоскиди		500 – 10 000	

**Таблиця Д.5. Технічні характеристики бульдозерів**

Марка	Базовий трактор	Розміри відвала, м		Потужність, кВт
		Довжина	Висота	
ДЗ-171.1	Т-170	3,22	1,30	125
ДЗ-42	ДТ-75	2,52	0,80	66
ДЗ-110В	Т-130МГ	3,22	1,30	118
ДЗ-109Б	Т-130МГ	4,12	1,00	118
ДЗ-171.5	Т-170	3,22	1,30	125
ДЗ-132.1	ДЕТ-250	4,55	1,70	243
ДЗ-101А	Т-4 АП	2,80	1,10	96
Д-141ХЛ	Т-500	4,80	2,00	368
ДЗ-133	МТЗ-80	2,10	0,65	55
ДЗ-17	Т-100МЗ	3,94	1,10	80
ДЗ-53	Т-100МЗ	3,20	1,20	80
ДЗ-35Б	Т-180КС	3,64	1,23	132
ДЗ-34С	ДЕТ-250	4,54	1,55	228
ДЗ-59ХЛ	Т-330	4,73	1,75	243

Таблиця Д. 6. Швидкість руху вітчизняних тракторів, км/год

Передачі	Трактори							
	Т-74	ДТ-75	Т-4 АП	Т-100	Т-130	Т-180	ДЕТ-250	Т-330
I	4,53	5,08	2,2	2,36	3,17	2,86	2,60	3,5
II	5,6	5,66	2,67	3,78	3,778	4,62	3,85	6,45
III	6,76	6,3	3,23	4,51	4,38	6,37	5,70	-
IV	8,0	7,0	4,0	6,45	5,22	8,66	9,10	-
V	10,0	7,8	5,18	10,13	6,37	11,96	17,6	-
VI	12,0	8,7	6,27	-	7,6	-	-	-
VII	-	10,7	7,53	-	8,79	-	-	-
Задній хід	2,0-6,65	3,48-4,35	3,4-6,1	2,8-7,6	3,05-8,5	3,21-7,5	3,6-12,5	2,9-10,8

Таблиця Д.7. Значення коефіцієнта, який враховує зміну продуктивності бульдозера за наявності нахилу майданчика,  $K_{нах}$

	Робота на спуск			Робота на підйом
Ухил	0	0,1	0,2	0,2
$K_{нах}$	1	1,8	2,5	0,6

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Технологія будівельного виробництва* /За ред. В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленка. - К.: Вища шк., 2002. - 430 с.
2. *Зеленкова Г.Ф., Пулипенко О.І.* Технологія будівельного виробництва та основи його автоматизації. Конспект лекцій. Ч. I. - К.: НАУ, 2004. - 141 с.
3. *Зеленкова Г.Ф., Машков І.Л.* Виробнича база та технологія будівельного виробництва - К.: НАУ, 2005. - 80 с.
4. *Справочник.* Технологія строительного производства/ Под ред. С. Я. Луцкого. - М.: Высш. шк., 1991. - 460 с.
5. *Технологія будівельного виробництва.*/За ред. М.Г. Ярмоленка. - К.: Вища шк., 1993. - 185 с.
6. *Черненко В.К., Галимуллин В.А., Чебанов Л.С.* Проектирование земляных работ. Программированное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк., 1989. - 159 с.

## ЗМІСТ

Загальні положення.....	3
Частина 1. Планування будівельного майданчика.....	3
1.1.    Визначення обсягів земляних робіт.....	4
1.2.    Визначення середньої відстані переміщення ґрунту.....	9
1.3.    Вибір методів виконання робіт.....	12
Частина 2. Робочий зошит.....	15
Додаток.....	21
Список рекомендованої літератури.....	23



Укладач С. М. Козловець  
Рецензент В. С. Степура

Затверджено на засіданні науково-методично-редакційної ради Інституту міського господарства НАУ 1 червня 2006 року.

**Технологія будівельного виробництва:** Модуль 1.  
Планування будівельного майданчика. Методичні вказівки та робочий зошит до виконання домашньої роботи/  
Уклад. С. М. Козловець. – К.: НАУ, 2006. – 24 с.

Методичні вказівки містять рекомендації щодо послідовності технологічного процесу планування будівельного майданчика, а також робочий зошит до виконання домашньої роботи.

Призначені для студентів третього курсу спеціальностей  
8.092101 “Промислове і цивільне будівництво” та  
8.092105 “Автомобільні дороги та аеродроми”

Навчально-методичне видання

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Модуль 1

Планування будівельного майданчика

Методичні вказівки

та робочий зошит до виконання домашньої роботи  
для студентів спеціальностей

8.092101 “Промислове та цивільне будівництво”

8.092105 “Автомобільні дороги та аеродроми”

Укладач КОЗЛОВЕЦЬ Світлана Михайлівна

Технічний редактор *А.І. Лаврінович*  
Коректор *О.О.Крусь*

Підп. до друку 10.10.05. Формат 60x84/16. Папір офс. Офс. друк.  
Ум. фарбовідб. 13. Ум. друк. арк. 2,79. Обл.– вид. арк. 3,0.  
Тираж 100 пр. Замовлення № 225 – 1. Вид. №138/III.

Видавництво НАУ.  
03680, Київ – 680, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК №977 від 05.07.2002