

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва і геомеханіки

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
з дисципліни “Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів”
для студентів напрямів підготовки
0903 Гірництво та 6.060101 Будівництво

Дніпропетровськ
НГУ
2008

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра будівництва і геомеханіки

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
з дисципліни “Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів”
для студентів напрямів підготовки
0903 Гірництво та 6.060101 Будівництво

Дніпропетровськ
2008

Методичні рекомендації з дисципліни “Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів” для студентів напрямів підготовки 0903 Гірництво та 6.060101 Будівництво / Упоряд.: В.П. Пустовойтенко, Р.М. Терещук. – Д.: Національний гірничий університет, 2008. – 21 с.

Упорядники:

В.П. Пустовойтенко, д-р техн. наук, проф. (практичне заняття №1, 4, 5, 6);
Р.М. Терещук, канд. техн. наук, доц. (практичне заняття №2, 3, 7).

Затверджено методичною комісією з напрямку 0903 Гірництво (протокол № 2 від 15.05.08) за поданням кафедри будівництва і геомеханіки (протокол № 16 від 16.04.08).

Подано методичні рекомендації з практичних навчальних занять з дисципліни «Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів» для студентів напрямів підготовки 0903 Гірництво та 6.060101 Будівництво.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри будівництва і геомеханіки д-р техн. наук, проф. О.М. Шашенко.

Дисципліна “Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів” є основою підготовки студентів до самостійної роботи при будівництві гірничотехнічних об’єктів та автомобільних доріг.

Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів – складова будь-якого гірничого, промислового або цивільного виробництва є також основою проектування будівництва автомобільних доріг і тунелів. Дисципліна розглядає велику кількість технологічних і будівельних рішень.

Мета написання методичних рекомендацій полягає в ознайомленні студентів з найбільш загальними питаннями вибору та обґрунтуванню необхідної кількості обладнання при будівництві автомобільних доріг, зважаючи на специфіку кожного розділу навчальної програми.

У результаті вивчення дисципліни “Технологія будівництва автомобільних доріг і тунелів” студент повинен мати знання про види та склад дорожньо-будівельних процесів, організацію робочих місць при виконанні будівельних та ремонтних робіт, ознаки робочого місця, групування нормативних документів, склад проектів організації будівництва та провадження будівельних та ремонтних робіт, потоковість будівельних процесів, основи технологічного проектування, контроль якості будівельних робіт і продукції, види будівельних транспортних засобів та склад і оснащення вантажно-розвантажувальних робіт, складське господарство на будівельних майданчиках, види будівельних робіт та технології їх виконання, склад загального підготовчого періоду при будівництві автомобільних доріг та гірничотехнічних об’єктів, склад основного та заключного періоду.

Практично студент повинен уміти визначати умови, в яких виконуються дорожньо- та гірничо-будівельні роботи, та враховувати вплив зовнішнього середовища на виконання будівельних процесів, які чинники слід враховувати при виконанні й організації будівельних робіт, розробляти технологічні схеми виконання будівельних процесів, застосовувати методики розрахунків параметрів технологій при будівництві, розробляти будівельний генеральний план та вибирати й раціонально компоувати машини та механізми для будь-якого будівельного процесу, визначати якість будівельних робіт і будівельної продукції, витрати часу на виконання робіт та будувати графіки виконання робіт і розробляти проекти провадження будівельних робіт.

Розв’язання задач при необхідності повинно ілюструватися схемами, рисунками або графіками.

Методичні рекомендації до практичних занять передбачають виконання завдань як із викладачем, так і під час самостійної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ УЩІЛЬНЮЮЧИХ МАШИН ПРИ БУДІВНИЦТВІ НАСИПУ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами індивідуальних завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості ущільнюючих машин при будівництві насипу.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність катків визначається за формулою

$$P_k = A \frac{L_a H_o (b - b_o)}{\left(\frac{L_a}{v} + t_{нов} \right) n}, \text{ м}^3, \quad (1.1)$$

де $A = TK_в$; T – тривалість зміни; $K_в$ – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9); L_a – довжина захватки, м; H_o – товщина шару, що ущільнюється, в щільному тілі, м; b – ширина вальця катка, м; b_o – ширина смуги перекриття сліду попереднього проходу, м ($b_o = 0,2$ м); v – робоча швидкість, м/с; $t_{нов}$ – час на поворот, с; n – необхідне число проходів по одному сліду.

Продуктивність трамбувальної машини визначається за формулою

$$P_c = A \frac{B_c v H_o}{n}, \text{ м}^3, \quad (1.2)$$

де B_c – ширина смуги, що ущільнюється, м.

Продуктивність вібраційної машини визначається за формулою

$$P_o = A \frac{(b - b_o) v H_o}{n}, \text{ м}^3, \quad (1.3)$$

Приклад 1. Визначити необхідну кількість катків для ущільнення ґрунту в насипі довжиною $L = 1000$ м та шириною $B = 6$ м, висотою $h = 1$ м. Ширина вальця катка $b = 1.5$ м, робоча швидкість $v = 3000 \frac{\text{м}}{200 \text{д}}$, час на поворот $t_{нов} = 40 \text{сек.}$, довжина захватки $L_a = 50$ м, тривалість зміни $T = 8 \text{год}$, машини працюють 2 зміни на добу (К), період виконання $S = 5$ діб, H_o – товщина шару, що

ущільнюється, в щільному тілі (табл. 1.1), n – необхідне число проходів по одному сліду (табл. 1), K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9).

Таблиця 1

| Найменування і тип | Глибина ущільнювання (великі значення для незв'язних ґрунтів), см | Кількість проходів або ударів у різних ґрунтах |
|---|---|--|
| 1. Самохідні гладкі катки | 15-20 | 6-12 |
| 2. Причепні катки: | | |
| 2.1 гладкі | 10-15 | 8-12 |
| 2.2 решітчасті, ребристі та кулачкові важкі | 30-40 | 6-10 |
| 3. Самохідні кулачкові катки | 25-30 | 8 |
| 4. Причепні катки на пневматичних шинах | 20-50 | 6-8 |
| 5. Ущільнююча плита: | | |
| 5.1 висота падіння 1 м | 60-80 | 5-6 |
| 5.2 висота падіння 2 м | 120-150 | 3-4 |
| 5.3 ущільнююча плита для ущільнення галечникових ґрунтів з необхідною силою до 22000 кгс, частота коливань 1200 в хвилину | 80-120 | 3-4 |
| 5.4 ущільнюючі плити пересувні з необхідною силою 2000-10000 кгс при частоті коливань 600-3000 в хвилину для незв'язних ґрунтів | До 50 | 3-4 |
| 5.5 ручні трамбівки з електроприводом при 450-600 ударів в хвилину. | 20-30 | 2-4 |

1.1. Продуктивність катків визначається за формулою 1.1,

де $A = TK_e$;

$$P_k = 8 \cdot 0,9 \frac{50 \cdot 0,15 \cdot (1,5 - 0,2)}{\left(\frac{50}{3000} + \frac{40}{3600}\right) \cdot 6} = \frac{70,2}{0,166} = 421,2 \text{ м}^3$$

1.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBh = 1000 \cdot 6 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3$$

1.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_k} = \frac{6000}{421,2} = 14,25 \text{ маш - змін}$$

1.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{14,25}{2 \cdot 5} = 1,4 \text{ маш}$$

Приймаємо 2 машини

Вихідні дані

| № вар | Тип катка | L, (м) | L _a , (м) | t _{ноє} , (с) | S, (діб) | V, м/год |
|-------|-----------|--------|----------------------|------------------------|----------|----------|
| 1 | 4 | 600 | 30 | 60 | 7 | 2000 |
| 2 | 3 | 750 | 80 | 45 | 3 | 1500 |
| 3 | 2.1 | 2000 | 150 | 25 | 2 | 2500 |

Приклад 2. Визначити необхідну кількість трамбувальних машин для ущільнення ґрунті в насипі довжиною $L = 1000$ м та шириною $B = 6$ м, висотою $h = 1$ м. Робоча швидкість $v = 200$ м/год, період виконання $S = 3$ доби, машини працюють 2 зміни на добу (К), H_o – товщина шару, що ущільнюється, в щільному тілі (табл. 1), n – необхідне число проходів (табл. 1), ширина смуги, що ущільнюється $B_c = 2$ м, тривалість зміни $T = 8$ год, K_g – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9);

2.1. Продуктивність трамбувальної машини визначається за формулою 1.2, де $A = TK_g$;

$$P_c = 8 \cdot 0,9 \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,6}{5} = \frac{1728}{5} = 345,6 \text{ м}^3$$

2.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBh = 1000 \cdot 6 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3$$

2.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_c} = \frac{6000}{345,6} = 17,36 \text{ маш - змін}$$

2.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{17,36}{2 \cdot 3} = 2,89 \text{ маш}$$

Приймаємо 3 машини

Вихідні дані

| № вар | Ущільнююча плита | L, (м) | S, (діб) | V, (м/год) | B _c , (м) |
|-------|------------------|--------|----------|------------|----------------------|
| 1 | 5.1 | 1500 | 5 | 250 | 2 |
| 2 | 5.2 | 2000 | 7 | 300 | 2,5 |
| 3 | 5.1 | 3000 | 10 | 400 | 2,8 |

Приклад 3. Визначити необхідну кількість вібраційних машин для ущільнення ґрунті в насипі довжиною $L = 1000$ м та шириною $B = 6$ м, висотою $h = 1$ м. Робоча швидкість $V = 400$ м/год, ширина плити $b = 1$ м, b_o – ширина смуги перекриття сліду попереднього проходу, м ($b_o = 0,2$ м); період виконання $S = 3$ доби, машини працюють 2 зміни на добу (К), H_o – товщина шару, що ущільнюється, в щільному тілі (табл. 1), n – необхідне число проходів (табл. 1), тривалість зміни $T = 8$ год, K_g – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9).

3.1. Продуктивність вібраційної машини визначається за формулою 1.3,

де $A = TK_6$;

$$P_o = 8 \cdot 0,9 \frac{(1-0,2) \cdot 400 \cdot 1}{3} = \frac{2304}{3} = 768 \text{ м}^3$$

3.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBh = 1000 \cdot 6 \cdot 1 = 6000 \text{ м}^3$$

3.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_o} = \frac{6000}{768} = 7,81 \text{ маш-змін}$$

3.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{7,81}{2 \cdot 3} = 1,3 \text{ маш}$$

Приймаємо 2 машини

Вихідні дані

| № вар | Тип трамбувальної плити | L, (м) | S, (діб) | V, (м ³ /год) | B, (м) |
|-------|-------------------------|--------|----------|--------------------------|--------|
| 1 | 5.4 | 500 | 4 | 250 | 4 |
| 2 | 5.5 | 750 | 5 | 300 | 5 |
| 3 | 5.3 | 1500 | 6 | 450 | 7 |

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИН ПРИ БУДІВНИЦТВІ НАСИПУ З БОКОВИХ РЕЗЕРВІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами індивідуальних завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості машин при будівництві насипу з бокових резервів.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Експлуатаційне продуктивність бульдозерів визначають за формулою

$$P = \frac{1}{2} abhnK_n K_n \frac{1}{K_p} K_6 T, \quad (2.1)$$

де a, b, h – геометричні розміри призми волочіння ґрунту перед відвалом, м

(геометричні розміри призми волочіння визначають обміром в натурі); n – число циклів за годину роботи, визначається з виразу $n = \frac{3600}{t_u}$; t_u – час, що витрачається на один повний цикл, с; K_n – коефіцієнт наповнення відвала, приймається для відвалів без відкрітків – 0,9; K_p – коефіцієнт втрат ґрунту при транспортуванні його до місця укладання; залежить від способів ведення робіт і відстані (приймають від 1 до 1,05); K_r – коефіцієнт розпушування ґрунту приймають 1,05-1,35; K_e – коефіцієнт використання робочого часу, приймають 0,85-0,90.

Продуктивність робіт розраховують за формулою

$$\Pi = \frac{qTK_e}{t_u K_p} \quad (2.2)$$

де $q = 2Lf$; L – довжина захватки, м; f – поперечний переріз борозни, що вирізується, при зарізі ґрунту, м²; T – тривалість робочої зміни, год;

$$t_u = \frac{2L}{v_1} + \frac{2L}{v_2} n + 2(n+1)t_n + t_y \quad (2.3)$$

де v_1, v_2 – швидкості руху автогрейдера відповідно при зарізі і переміщенні ґрунту, м/год; n – кількість проходів для переміщення ґрунту, вирізаного за один прохід зарізу; t_n – час, що витрачається на один поворот автогрейдера в кінці захватки, год; t_y – час на одну заміну установки відвала, год; K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту.

Довжину захватки призначають не менше 300-500 м (менші розміри при дощовій або, навпаки, посушливій погоді).

Таблиця 2.1

| Показники | Бульдозери з неповоротним відвалом | | Універсальні | |
|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | ДЗ – 29 (Д – 535) | ДЗ – 24 (Д – 512А) | ДЗ – 27 (Д 572С) | ДЗ – 25 (Д – 522) |
| Базовий трактор | Т – 74 | Т – 180 | Т – 130 | Т – 180ГП |
| Довжина відвала, (b) мм | 2520 | 3640 | 3200 | 4430 |
| Висота відвалу, (h) мм | 800 | 1480 | 1300 | 1200 |

Приклад 1. Визначити необхідну кількість бульдозерів для розподілу ґрунту на ділянці довжиною $L = 5000$ м, шириною $B = 10$ м, висотою $H = 0,7$ м. Довжина відвала $b = 2,52$ м (табл. 2.1), висота відвала $h = 0,8$ м (табл. 2.1), $a = h$, довжина захватки $L_{зах} = 50$ м, швидкість робочого ходу $v_p = 2 \text{ км/год}$, швидкість холостого ходу $v_x = 5 \text{ км/год}$, тривалість зміни $T = 8 \text{ год}$, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 23$ доби, n – число циклів за годину роботи,

визначається з виразу $n = \frac{3600}{t_u}$; t_u – час, що витрачається на один повний цикл, с; K_n – коефіцієнт наповнення відвала приймають – 0,9; K_p – коефіцієнт втрат ґрунту при транспортуванні його до місця укладання; залежить від способів ведення робіт і відстані (приймають від 1 до 1,05); K_r – коефіцієнт розпушування ґрунту приймають 1,05-1,35; K_e – коефіцієнт використання робочого часу, приймають 0,85-0,90.

Таблиця 2.2

| Показники | ДЗ – 40 (Д – 598) | ДЗ – 31А (Д – 710А) | ДЗ – 14В (Д – 395) |
|---------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Потужність двигуна, к.с. | 73 | 108 | 250 |
| Розміри відвалу, мм: | | | |
| довжина | 3040 | 3700 | 4200 |
| висота | 500 | 560 | 700 |
| Боковий виніс відвалу, мм | 700 | 800 | 800 |
| Маса автогрейдеру, кг | 7200 | 12000 | 18600 |

1.1. Продуктивність бульдозерів визначаю за формулою 2.1

де
$$t_u = \frac{L_{зах}}{V_p} + \frac{L_{зах}}{V_x} = \frac{50}{2000} + \frac{50}{5000} = 0,035 \text{ год}$$

$$П = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 2,52 \cdot 0,8 \cdot \frac{3600}{0,035 \cdot 3600} \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{1}{1,1} \cdot 0,87 \cdot 8 = 131,2 \text{ м}^3$$

1.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBH = 5000 \cdot 10 \cdot 0,7 = 35000 \text{ м}^3$$

1.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{П} = \frac{35000}{131,2} = 266,77 \text{ маш - змін}$$

1.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{266,77}{2 \cdot 23} = 5,79 \text{ маш}$$

Приймаємо 6 машин

Вихідні дані

| № вар. | Тип бульдозера | L, м | H, м | B, м | $L_{зах}$, м | S, діб |
|--------|----------------|------|------|------|---------------|--------|
| 1 | ДЗ – 27 | 6000 | 0,5 | 7 | 100 | 30 |
| 2 | ДЗ – 25 | 4500 | 0,6 | 9 | 80 | 27 |
| 3 | ДЗ – 24 | 4000 | 0,65 | 12 | 70 | 25 |

Приклад 2. Визначити необхідну кількість автогрейдерів для зведення насипів з бокових резервів на ділянці довжиною $L = 5000$ м, шириною $B = 6$ м, висотою $H = 0,5$ м, довжина захватки $L_{зах} = 400$ м, поперечний перетин вирішуваної борозни при зарізі ґрунту $f = a \cdot b = 3,04 \cdot 0,5 = 1,52 \text{ м}^2$ (табл. 2.2),

тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 10$ діб, швидкість руху автогрейдера при зарізі $v_1 = 2$ км/год, швидкість руху автогрейдера при переміщенні ґрунту $v_2 = 5$ км/год, кількість проходів для переміщення ґрунту, вирізаного за один прохід зарізу $n = 3$; час, що витрачається на один поворот автогрейдера в кінці захватки $t_n = 1,5$ хв; час на одну зміну установки відвала $t_y = 30$ хв; K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту, приймають 1,05-1,35; K_g – коефіцієнт використання робочого часу, приймають 0,85-0,90.

2.1. Продуктивність автогрейдера визначаю за формулою 2.2

$$\Pi = \frac{qTK_g}{t_u K_p},$$

де

$$t_u = \frac{2L}{v_1} + \frac{2L}{v_2} n + 2(n+1)t_n + t_y$$

$$t_u = \frac{2 \cdot 400}{2000} + \frac{2 \cdot 400}{5000} \cdot 3 + 2 \cdot (3+1) \cdot 0,025 + 0,5 = 1,58 \text{ год}$$

$$\Pi = \frac{152 \cdot 8 \cdot 0,9}{1,58 \cdot 1,1} = 629,69 \text{ м}^3$$

2.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBH = 5000 \cdot 6 \cdot 0,5 = 15000 \text{ м}^3$$

2.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{\Pi} = \frac{15000}{629,69} = 23,82 \text{ маш - змін}$$

2.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{23,82}{2 \cdot 10} = 1,19 \text{ маш}$$

Приймаємо 2 машини

Вихідні дані

| № вар | Тип автогрейдера | L , м | B , м | $L_{зах}$, м | S , діб |
|-------|------------------|---------|---------|---------------|-----------|
| 1 | ДЗ – 31А | 6000 | 4 | 500 | 7 |
| 2 | ДЗ – 14 | 4500 | 5 | 450 | 5 |
| 3 | ДЗ – 14В | 400 | 7 | 350 | 6 |

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИН ПРИ БУДІВНИЦТВІ НАСИПУ З ВИЇМОК АБО КАР'ЄРІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами індивідуальних завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків

при визначенні продуктивності та необхідної кількості машин при будівництві насипу з виїмок або кар'єрів.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.
Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність скреперів визначають за формулою

$$P_c = \frac{3600q_c K_n K_g T}{t_u K_p}, \quad (3.1)$$

де q_c – місткість ковша скрепера, м³ (табл. 3.1); K_n – коефіцієнт наповнення ковша (від 0,8 до 1,2); K_g – коефіцієнт використання часу (0,85-0,90); K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту (1,1-1,5); t_u – тривалість робочого циклу, с;

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (3.2)$$

де $t_{1,2,3,4,5}$ – відповідно тривалість: набору ґрунту, переміщення до місця укладання, розвантаження ґрунту з ковша, переміщення до місця завантаження, перемикаць передач (в середньому приймають 60 с).

Таблиця 3.1

| Ґрунти | Місткість ковша, м ³ | | | |
|--|---------------------------------|-------|----|----|
| | 2,5-3 | 6-8 | 10 | 15 |
| Відстань шляху набору (розвантаження), м | | | | |
| Супісь | 15-20 | 20-30 | 30 | 35 |
| Легкий суглинок | 20-25 | 25-35 | 40 | 40 |
| Важкий суглинок | 25-30 | 40-50 | 60 | 70 |

Продуктивність одноковшового екскаватора визначають за формулою

$$P_e = \frac{3600TV_e K_n K_g}{t_u K_p}, \quad (3.3)$$

де T – тривалість зміни, год; V_e – об'єм ковша екскаватора, м³; K_n – коефіцієнт наповнення ковша (табл. 3.2), K_g – коефіцієнт використання часу; t_u – тривалість робочого циклу екскаватора (табл. 3.3).

Таблиця 3.2

| Група ґрунту | Місткість ковша, м ³ | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|---------|------|------|
| | 0,15-0,3 | 0,5-1,5 | 2 | 3-4 |
| Коефіцієнт наповнення ковша | | | | |
| 1 | 0,9 | 0,9 | 0,85 | 0,85 |
| 2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| 3 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| 4 | – | 0,65 | 0,65 | 0,6 |
| 5 | – | 0,55 | 0,55 | 0,45 |
| 6 | – | 0,55 | 0,55 | 0,5 |

Таблиця 3.3

| Марка екскаватора | Місткість ковша м ³ | Тривалість робочого циклу, с |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------|
| ЕО – 3322А | 0,5; 0,8 | 15 |
| ЕО – 4121 | 0,65; 1,0; 1,5 | 17 |
| ЕО – 5122 | 1,35; 1,6; 2,8 | 20; 25 |
| ЕО – 6121 | 1,85; 2,34; 4,0 | 23; 28 |

Приклад 1. Визначити необхідну кількість скреперів для розробки виїмки на ділянці довжиною $L = 1000$ м, шириною $B = 6$ м, висотою $H = 0,6$ м, тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 10$ діб. Ґрунти – супісь. Місткість ковша скрепера $q_c = 2,5$ м³. K_n – коефіцієнт наповнення ковша (від 0,8 до 1,2); K_e – коефіцієнт використання часу (0,85-0,90); K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту (1,1-1,5); t_u – тривалість робочого циклу, с; Відстань переміщення ґрунту $L_{пер} = 500$ м, відстань шляху набору і розвантаження $L_{наб} = L_{роз} = 20$ м (табл. 3.1), швидкість набору і розвантаження $V_{наб} = V_{роз} = 4000$ м/год, швидкість переміщення до міста розвантаження $V_{пер.роз} = 10000$ м/год, швидкість переміщення до міста навантаження $V_{пер.нав} = 20000$ м/год.

1.1. Продуктивність скреперів визначають за формулою 3.1

$$P_c = \frac{3600 q_c K_n K_e T}{t_u K_p},$$

де

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

$$t_1 = \frac{L_{наб}}{V_{наб}} = \frac{20}{4000} = 0,005 \text{ год},$$

$$t_2 = \frac{L_{пер}}{V_{пер.роз}} = \frac{500}{10000} = 0,05 \text{ год},$$

$$t_3 = \frac{L_{роз}}{V_{роз}} = \frac{20}{4000} = 0,005 \text{ год},$$

$$t_4 = \frac{L_{пер}}{V_{пер.нав}} = \frac{500}{20000} = 0,025 \text{ год},$$

$$t_u = 0,005 + 0,05 + 0,005 + 0,025 + \frac{60}{3600} = 0,1017 \text{ год},$$

$$P_c = \frac{2,5 \cdot 1 \cdot 0,87}{0,1017 \cdot 1,2} \cdot 8 = 142,56 \text{ м}^3.$$

1.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBH = 1000 \cdot 6 \cdot 0,6 = 3600 \text{ м}^3.$$

1.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_c} = \frac{3600}{142,56} = 25,25 \text{ маш-змін}.$$

1.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{25,25}{2 \cdot 10} = 1,26 \text{ маш.}$$

Приймаємо 2 машини

Вихідні дані

| № вар | Місткість ковша, м ³ | Ґрунти | L, м | B, м | H, м | L _{пер} , м | V _{наб} = V _{роз} м/год | V _{пер.роз} м/год | V _{пер.нав} м/год |
|-------|---------------------------------|-----------------|------|------|------|----------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 6,3 | Суглинок важкий | 800 | 10 | 0,4 | 800 | 4000 | 10000 | 20000 |
| 2 | 10 | Суглинок легкий | 2000 | 6 | 0,8 | 600 | 4500 | 11000 | 25000 |
| 3 | 15-18 | Супісь | 1500 | 8 | 0,6 | 1000 | 5000 | 12000 | 30000 |

Приклад 2. Визначити необхідну кількість екскаваторів для розробки виїмки на ділянці довжиною $L = 5000$ м, шириною $B = 10$ м, висотою $H = 7$ м, тривалість зміни $T = 8$ год, машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 40$ діб. Група ґрунту – 3 (табл. 3.2). Марка екскаватора ЕО – 3322А з місткістю ковша $V_e = 0,8$ м³; K_n – коефіцієнт наповнення ковша $K_n = 0,7$ (табл. 3.2); K_e – коефіцієнт використання часу (0,85-0,90); K_p – коефіцієнт розпушування ґрунту (1,1-1,5); t_u – тривалість робочого циклу, $t_u = 15$ с (табл. 3.3).

2.1. Продуктивність одноковшового екскаваторами визначаємо за формулою 3.3

$$P_e = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,87}{15 \cdot 1,2} = 779,52 \text{ м}^3$$

2.2. Загальний об'єм ґрунту

$$V_k = LBH = 5000 \cdot 10 \cdot 7 = 350000 \text{ м}^3$$

2.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{P_e} = \frac{350000}{779,52} = 448,99 \text{ маш-змін}$$

2.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{448,99}{2 \cdot 40} = 5,61 \text{ маш}$$

Приймаємо 6 машин

Вихідні дані

| № вар | Марка екскаватора | Група ґрунту | L, м | B, м | H, м | S, діб |
|-------|-------------------|--------------|-------|------|------|--------|
| 1 | ЕО – 4121 | 2 | 6000 | 12 | 4 | 30 |
| 2 | ЕО – 5122 | 4 | 8000 | 8 | 6 | 45 |
| 3 | ЕО – 6121 | 1 | 10000 | 10 | 8 | 50 |

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ-САМОСКИДІВ, ЩО ПЕРЕВОЗЯТЬ ҐРУНТИ, ПРИ БУДІВНИЦТВІ НАСИПУ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами індивідуальних завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості автомобілів-самоскидів, що перевозять ґрунти, при будівництві насипу.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність автомобілями-самоскидами розраховують за формулою

$$P_a = \frac{TQK_2K_6}{t_u}, \text{ т,}$$

де T – тривалість робочої зміни, год; Q – вантажопідйомність машини, т; K_2 – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля (0,95-1,05); K_6 – коефіцієнт використання часу; t_u – час повного циклу автомобіля, год;

$$t_u = \left(\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} + t \right), \text{ год,}$$

де l – відстань транспортування, км; v_1 – швидкість руху порожнього автомобіля, 40 км/год; v_2 – швидкість руху навантаженого автомобіля, 20 км/год; t – час, що витрачається на навантаження і розвантаження (0,2 год).

Кількість автомобілів-самоскидів N , що працюють в комплекті з екскаватором, визначають залежно від співвідношення їх продуктивності за формулою

$$N = \frac{P_e}{P_a} \gamma, \text{ шт,}$$

де γ – щільність ґрунту, 1,8-2,5 т/м³.

Приклад. Визначити необхідну кількість автомобілів-самоскидів. Тривалість зміни $T = 8 \text{ год}$, Q – вантажопідйомність машини, 22 т; K_6 – коефіцієнт використання часу (0,8); l – відстань транспортування, 2 км; P_e – продуктивність екскаватора, 779,52 м³ (практичне заняття 3, приклад 2).

Продуктивність роботи автомобілями-самоскидами

$$P_a = \frac{TQK_2K_6}{t_u}, \text{ т,}$$

де

$$t_u = \left(\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} + t \right) = \frac{2}{40} + \frac{2}{20} + 0,2 = 0,35 \text{ год}$$
$$P_a = \frac{8 \cdot 22 \cdot 0,95 \cdot 0,8}{0,35} = 382,17 \text{ т.}$$

Кількість автомобілів-самоскидів N , що працюють в комплекті з екскаватором, визначають залежно від співвідношення їх продуктивностей.

$$N = \frac{P_p}{P_a} \gamma = \frac{779,52}{382,17} \cdot 1,9 = 3,87 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 машини.

Вихідні дані

| № вар. | Q , т | L , км | v_1 , км/год | v_2 , км/год | γ , т/м ³ |
|--------|---------|----------|----------------|----------------|-----------------------------|
| 1 | 24 | 5 | 45 | 35 | 2,1 |
| 2 | 20 | 4 | 35 | 25 | 2,0 |
| 3 | 16 | 3 | 30 | 15 | 1,8 |

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ТА РОЗРІВНЮЮЧИ МАШИН

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами індивідуальних завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості розподільчих та розрівнюючі машин.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність розподільчої машини

$$P_p = BV_m TK_\epsilon,$$

де B – ширина одного сліду, м; V_m – робоча швидкість переміщення машини, км/год; T – тривалість зміни, год; K_ϵ – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9). Режим роботи на швидкості $V_m \leq 2$ км/год нераціональний з погляду експлуатаційних характеристик машин.

Продуктивність автогрейдера при виконанні обробних операцій визначають за формулою (у м²/год)

$$P_a = \frac{BL}{tn} 3600TK_\epsilon,$$

де B – ширина одного сліду, м; L – довжина сліду, м; t – час проходження по одному сліду з урахуванням розворотів (табл. 5), год; n – оптимальне число проходів по одному сліду (табл. 5); T – тривалість зміни, год; K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9).

Таблиця 5

| Тип автогрейдера | Вид управління відвалом | Час одного проходу ($l = 200$ м) з урахуванням поворотів, с | Оптимальна кількість проходів |
|------------------|-------------------------|--|-------------------------------|
| Легкий | 1.1 Ручне | 260 | 6 |
| | 1.2 «Профіль – 1» | 360 | 3 |
| | 1.3 «Профіль – 2» | 400 | 3 |
| Середній | 2.1 Ручне | 230 | 6 |
| | 2.2 «Профіль – 1» | 340 | 3 |
| | 2.3 «Профіль – 2» | 380 | 3 |
| Важкий | 3.1 Ручне | 230 | 8 |
| | 3.2 «Профіль – 1» | 355 | 3 |
| | 3.3 «Профіль – 2» | 400 | 4 |

Приклад. Визначити необхідну кількість розподільчих машини та автогрейдерів при виконанні обробних операцій, на ділянці довжиною $L_{dil} = 50$ км; шириною $B_{dil} = 6$ м; B – ширина одного сліду, 3м; V_m – робоча швидкість переміщення машини, 3 км/год; T – тривалість зміни, 8 год; K_e – коефіцієнт використання робочого часу (0,8-0,9); розподільчі машини працюють 1 зміну на добу (K_p); період виконання $S = 5$ діб. L – довжина сліду, 400 м; t – час проходження по одному сліду з урахуванням розворотів, 520 с. (табл. 5); оптимальне число проходів по одному сліду, $n = 6$ (табл. 5); автогрейдери працюють 2 зміни на добу (K_a).

1.1. Продуктивність розподільчої машини

$$P_p = BV_mTK_e = 3 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 0,9 = 64800 \text{ м}^2/\text{змін}$$

1.2. Визначаю необхідну площу

$$F = LB = 50000 \cdot 6 = 300000 \text{ м}^2$$

1.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{F}{P_p} = \frac{300000}{64800} = 4,62 \text{ маш - змін}$$

1.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{K_p S} = \frac{4,62}{1 \cdot 5} = 0,92 \text{ маш}$$

Приймаємо 1 машину

2.1. Продуктивність автогрейдера

$$P_a = \frac{BL}{tn} 3600 \cdot TK_e = \frac{3 \cdot 400}{520 \cdot 6} \cdot 3600 \cdot 8 \cdot 0,9 = 9969,23 \text{ м}^2/\text{змін}$$

2.2. Визначаю необхідну площу

$$F = LB = 50000 \cdot 6 = 300000 \text{ м}^2$$

2.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{F}{P_a} = \frac{300000}{9969,23} = 30 \text{ маш-змін}$$

2.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{K_a S} = \frac{30}{2 \cdot 5} = 3 \text{ маш}$$

Приймаємо 3 машини

Вихідні дані

| № вар. | V_m , км/год | B , м | $L_{\text{діль}}$, км | $B_{\text{діль}}$, м | S , діб | Тип автогрейдеру | L , м |
|--------|----------------|---------|------------------------|-----------------------|-----------|------------------|---------|
| 1 | 4 | 3 | 70 | 5 | 5 | 1.3 | 800 |
| 2 | 5 | 2,5 | 60 | 4 | 5 | 2.1 | 690 |
| 3 | 6 | 2 | 40 | 8 | 5 | 3.2 | 355 |

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АСФАЛЬТОУКЛАДАЛЬНИКА

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості асфальтоукладальників.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.

Предмет практичної роботи: розрахункові справи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність асфальтоукладальника може бути визначена по формулі (т/змін)

$$P = 60TK_e hBv\gamma,$$

де T – тривалість зміни, год; K_e – коефіцієнт використання часу (до 0,9); h – товщина шару, що укладається, м; B – ширина смуги, що укладається, м; γ – необхідна щільність асфальтобетонної суміші, т/м³; v – швидкість руху укладальника, м/хв.

Таблиця 6

| Товщина слою, см | Швидкість, м/хв | Товщина слою, см | Швидкість, м/хв |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| До 2,5 | 5,0 | 6-10 | 2,0 |
| 3-5 | 2,5 | ≥ 11 | 1,6 |

Робота катків, що працюють з асфальтоукладальником

Для визначення кількості катків проводять розрахунки з урахуванням типу катка, числа проходів по одній смузі при заданій швидкості. Число проходів по ширині покриття B визначають залежно від ширини вальців катка

$$n = \frac{1,1B}{b}.$$

Загальне число проходів одного катка по довжині захватки, що укладається, за зміну складає

$$N = \frac{TK_g}{\left(\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + t\right)s},$$

де T – число годинника в зміні, K_g – безрозмірний коефіцієнт використання катка за часом (близько 0,85-0,90); l_1 – довжина ділянки смуги, що ущільнюється, м, l_2 – довжина шляху для переходу на наступний слід, м; v_1 і v_2 – відповідні швидкості катка, м/хв, t – час на перемикання передач в кінці, хв; s – число окремих циклів ущільнення впродовж захватки у зміну, $s = L/l_1$, де L – довжина захватки, м.

Продуктивність одного катка при m проходах по одній смузі складе

$$\Pi = \frac{nN}{m}.$$

Приклад: Визначити необхідну кількість асфальтоукладальників та катків до них. T – тривалість зміни для роботи асфальтоукладальника, 4 год; K_g – коефіцієнт використання часу (0,85-0,9); h – товщина шару, що укладається, 5 см; B – ширина смуги, що укладається, 8 м; γ – необхідна щільність асфальтобетонної суміші, 2,2 т/м³; v – швидкість руху укладальника, 2,5 м/хв (табл. 6); L – довжина робочої ділянки, 5000 м; b – ширина вальців катка, 1,5 м; T – тривалість зміни для роботи катка, 8 год; l_1 – довжина ділянки смуги, що ущільнюється, 100 м, l_2 – довжина шляху для переходу на наступний слід, 10 м; v_1 і v_2 – відповідні швидкості катка, 1 та 2 км/год, t – час на перемикання передач в кінці, 1 хв; s – число окремих циклів ущільнення впродовж захватки у зміну, $s = L/l_1$, де L – довжина захватки, 300 м; m – кількість проходів по одній смузі, 5.

1.1. Продуктивність асфальтоукладальника

$$\Pi = 60TK_g hB\gamma v = 60 \cdot 4 \cdot 0,87 \cdot 0,05 \cdot 8 \cdot 2,2 \cdot 2,5 = 459,36 \text{ т/зміну}$$

1.2. Маса асфальту

$$Q_{асф} = LBh\gamma = 5000 \cdot 8 \cdot 0,05 \cdot 2,2 = 4400 \text{ т}$$

1.3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{Q_{асф}}{\Pi} = \frac{4400}{459,36} = 9,58 \text{ маш - змін}$$

1.4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{9,58}{2 \cdot 6} = 0,79 \text{ маш}$$

Приймаємо 1 машину

2.1. Число проходів по ширині покриття B визначають залежно від ширини вальців катка

$$n = \frac{1,1B}{b} = \frac{1,1 \cdot 8}{1,5} = 5,87$$

2.2. Загальне число проходів одного катка по довжині захватки, що укладається, за зміну складає

$$N = \frac{TK_{\kappa}}{\left(\frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + t\right)S} = \frac{8 \cdot 0,87}{\left(\frac{0,1}{1} + \frac{0,01}{2} + \frac{60}{3600}\right) \cdot \frac{300}{100}} = 19,07 = 20$$

2.3. Продуктивність одного катка при m проходах по одній смузі складе

$$\Pi = \frac{nN}{m} = \frac{6 \cdot 20}{5} = 24$$

2.4 Загальний об'єм асфальту

$$V_{\kappa} = LBH = 5000 \cdot 8 \cdot 0,05 = 2000 \text{ м}^3$$

2.5. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_{\kappa}}{\Pi} = \frac{2000}{24} = 83,34 \text{ маш - змін}$$

2.6. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{83,34}{2 \cdot 6} = 6,9 \text{ маш}$$

Приймаємо 7 машин

Вихідні дані

| № вар | h , см | B , м | L_{∂} , м | l_1 , м | l_2 , м | v_1 , км/год | v_2 , км/год | L , м | m | S , діб |
|-------|----------|---------|--------------------|-----------|-----------|----------------|----------------|---------|-----|-----------|
| 1 | 2,5 | 12 | 4000 | 150 | 40 | 1 | 2 | 450 | 3 | 8 |
| 2 | 7 | 9 | 6000 | 200 | 30 | 1 | 2 | 400 | 4 | 7 |
| 3 | 12 | 10 | 7000 | 80 | 20 | 1 | 2 | 320 | 6 | 5 |

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АВТОГУДРОНІВ

1. Дидактичні цілі

Мета практичного заняття – формування умінь та навичок практичного застосування знань через виконання студентами індивідуальних завдань.

Вид умінь, що набуваються: *знаково-практичні* – виконання розрахунків при визначенні продуктивності та необхідної кількості автогудронів.

2. Тематика

Тематика практичного заняття відповідає робочій програмі дисципліни.
Предмет практичної роботи: розрахункові вправи.

3. Теоретичні відомості

Продуктивність автогудронів розраховують за формулою (у т/зміну)

$$\Pi = \frac{TK_g A}{\frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t_n + t_p},$$

де T – тривалість зміни, год; K_g – коефіцієнт використання часу (0,85-0,9); A – місткість автогудрону, т; L – відстань доставки в'язучого, км; v_1 і v_2 – швидкості руху відповідно навантаженого і порожнього автогудронатора, км/год; t_n – час перебування автогудронатора на базі, год; t_p – час на розлив в'язучого, год (приблизно 0,1-0,2 год на 1 т в'язучого).

Приклад. Визначити необхідну кількість автогудронів. T – тривалість зміни, 8 год; K_g – коефіцієнт використання часу (0,85-0,9); A – місткість автогудрону, 10 т; L – відстань доставки в'язучого, 2 км; v_1 і v_2 – швидкості руху відповідно навантаженого і порожнього автогудрону, 30 і 60 км/год; t_n – час перебування автогудрону на базі, 0,2 год; t_p – час на розлив в'язучого, год (приблизно 0,1-0,2 год на 1 т в'язучого). Машини працюють 2 зміни на добу (K), період виконання $S = 50$ діб. H – товщина шару в'язучого 0,1 м; L_d – довжина дороги, 5000 м; B – ширина дороги, 7 м; γ – щільність в'язучого 2,2 т/м³.

1. Продуктивність автогудрону

$$\Pi = \frac{TK_g A}{\frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + t_n + t_p} = \frac{8 \cdot 0,7 \cdot 10}{\frac{2}{30} + \frac{2}{60} + 0,2 + 1,5} = 38,67 \text{ т/зміну}$$

$$t_p = 0,15 \cdot 10 = 1,5 \text{ год}$$

2. Загальний об'єм в'язучого

$$V_k = L_d B H = 5000 \cdot 7 \cdot 0,1 = 3500 \text{ м}^3$$

3. Необхідна кількість машино-змін

$$N_n = \frac{V_k}{\Pi} \cdot \gamma = \frac{3500}{38,67} \cdot 2,2 = 199,12 \text{ маш-змін}$$

4. Необхідна кількість машин

$$N_m = \frac{N_n}{KS} = \frac{199,12}{2 \cdot 50} = 1,99 \text{ маш}$$

Приймаємо 2 машини

Вихідні дані

| № вар | A , т | L , м | v_1 , км/ГОД | v_2 , км/ГОД | L_0 , м | B , м | S , діб |
|-------|---------|---------|-------------------|-------------------|-----------|---------|-----------|
| 1 | 8 | 3 | 25 | 45 | 4000 | 9 | 40 |
| 2 | 14 | 4 | 35 | 50 | 6000 | 8 | 60 |
| 3 | 18 | 5 | 40 | 55 | 7000 | 6 | 70 |

Оцінювання виконання практичного завдання

Загальні вимоги, що забезпечують максимальну оцінку:

- ♦ правильність розв'язань;
- ♦ повнота структури розрахунків;
- ♦ грамотність, лаконізм і логічна послідовність викладу;
- ♦ оформлення відповідно до чинних стандартів;
- ♦ наявність посилань на джерела інформації;
- ♦ самостійність виконання (діагностується під час захисту).

Список літератури

1. Строительство автомобильных дорог. / Иванов Н.Н., Некрасов В.К., Полосин-Инкитин С.М. и др. / Под ред. В.К. Некрасова – 2-е изд. доп. и перераб. – М.: Транспорт, 1980. – 416 с.
2. Строительство автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника. / Бочин В.А., Вейцман М.И., Зейгер Е.М. и др. / Под ред. В.А. Бочина – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 511 с.
3. Білятинський О.А., Старойвода В.П. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг: Підручник. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.

Упорядники:

Пустовойтенко Валерій Павлович

Терещук Роман Миколайович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
З ДИСЦИПЛІНИ “ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ
І ТУНЕЛІВ” ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМІВ ПІДГОТОВКИ
0903 ГІРНИЦТВО ТА 6.060101 БУДІВНИЦТВО

Друкується в редакційній обробці авторів

Підписано до друку 18.06.08. Формат 30x42/4.
Папір Captain. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,22.
Обл.-вид. арк. 1,4. Тираж 150 прим. Зам. № .

Національний гірничий університет
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19.