

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/192.00.1/Б/ОК16
	Екземпляр № 1	Арк. __ / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
гірничої справи,  
природокористування та будівництва  
30 серпня 2023 р., протокол № 07  
Голова Вченої ради

\_\_\_\_\_ Володимир КОТЕНКО

## МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для проведення практичних занять

з навчальної дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ»**

(назва навчальної дисципліни)

для студентів освітнього рівня «бакалавр»

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр та назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Будівництво та цивільна інженерія»

(назва)

факультет гірничо-екологічний

кафедра маркшейдерії

(назва кафедри)

Схвалено на засіданні кафедри  
маркшейдерії

28 серпня 2023, протокол № 7

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир ШЛАПАК

Розробник: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії Панасюк А.В.

Житомир  
2023

## Проведення горизонталей по відміткам точок

Горизонталі на карті проводять по відміткам зображених на ній характерних точок рельєфу місцевості і точок перегинів скатів; при цьому необхідно знати напрямлення скатів. Нехай на карті дано розташовані на одному скаті точки  $a$  і  $b$  (рис. 2.4.1) з відмітками  $H_a=168,3$  м,  $H_b=157,8$  м та відстанню між ними  $s = 462$  м. Необхідно провести між ними горизонталі з висотою перерізу рельєфу  $h=2,5$  м. Для розв'язування такої задачі визначають на лінії  $s$  точки, відмітки яких кратні прийнятій висоті перерізу рельєфу; ця дія називається інтерполюванням горизонталей.

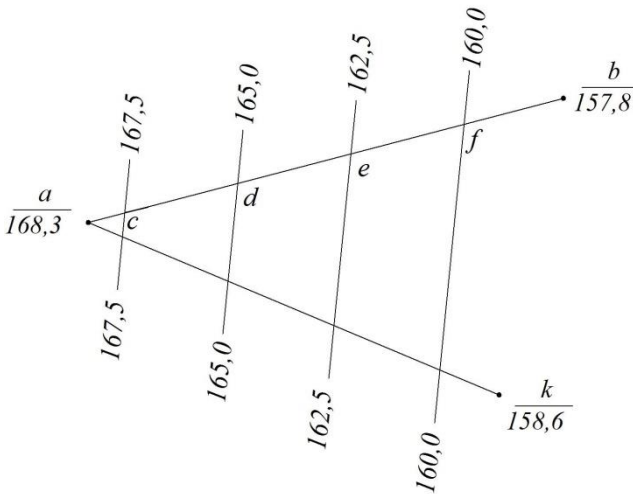


Рис. 1. Інтерполювання горизонталей між точками, розташованими на одному скаті

Інтерполювання горизонталей можна проводити між двома точками, які розташовані на одному скаті.

Подано схему скату  $AB$  із січними рівневими поверхнями; точки  $A$  і  $B$  відповідають точками  $a$  і  $b$  карти. За відмітками точок  $A$  і  $B$  та заданій висоті перерізу  $h$  видно, що між ними повинні бути проведені горизонталі з відмітками  $160,0$  м,  $162,5$  м,  $165,0$  м,  $167,5$  м.

Порядок інтерполювання горизонталей між двома точками з відомими висотними відмітками наступний. Перевищення між точками  $A$  і  $B$  становить  $h = H_a - H_b = 168,3 - 157,8 = 10,5$  м, а відстань по карті складає  $462$  м.

Спочатку потрібно визначити відстань від точки  $b$  до горизонталі з відміткою 160,0 м. Позначимо цю відстань через  $x_{bf}$ . Для цього складемо пропорцію:

$$\frac{s}{x_{bf}} = \frac{(H_a - H_b)}{(H_f - H_b)}$$

$$x_{bf} = \frac{462(160,0 - 157,8)}{(168,3 - 157,8)} = 96,8 \text{ м}$$

Таким же чином знайдемо відстань від горизонталі 160,0 м до горизонталі 162,5 м.

$$\frac{s}{x_{fe}} = \frac{(H_a - H_b)}{(H_e - H_f)}$$

$$x_{fe} = \frac{462(162,5 - 160,0)}{(168,3 - 157,8)} = 110,0 \text{ м}$$

Так як перевищення між горизонталями 160,0 м і 162,5 м дорівнює перевищенню між горизонталями 162,5 м і 165,0 м, 165,0 м і 167,5 м, то відстань між горизонталями 162,5 м і 165,0 м, 165,0 м і 167,5 м буде також становити 110,0 м. Таким чином було знайдено місце проходження горизонталей з перетином рельєфу через лінію, яка з'єднує точки А і В.

Для контролю знайдемо відстань  $ac$ .

$$\frac{s}{x_{ac}} = \frac{(H_a - H_b)}{(H_a - H_c)}$$

$$x_{ac} = \frac{462(168,3 - 167,5)}{(168,3 - 157,8)} = 35,2 \text{ м}$$

І порівняємо знайдене значення  $x_{ac}$  з

$$x_{ac} = 462,0 - 96,8 - 110,0 \cdot 3 = 35,5 \text{ м}$$

Величина значення  $x_{ac}$  визначена двома способами співпадає, тому можна

зробити висновок, що інтерполювання горизонталей виконано правильно.

Аналогічно виконаємо інтерполювання горизонталей між точками  $a$  і  $k$ . Знайдемо точки проходження горизонталей на лінії між точками  $a$  і  $k$ . Потім з'єднаємо однойменні горизонталі ліній  $av$  і  $ak$  і отримаємо таким чином горизонталі з відмітками  $160,0$  м,  $162,5$  м,  $165,0$  м,  $167,5$  м.

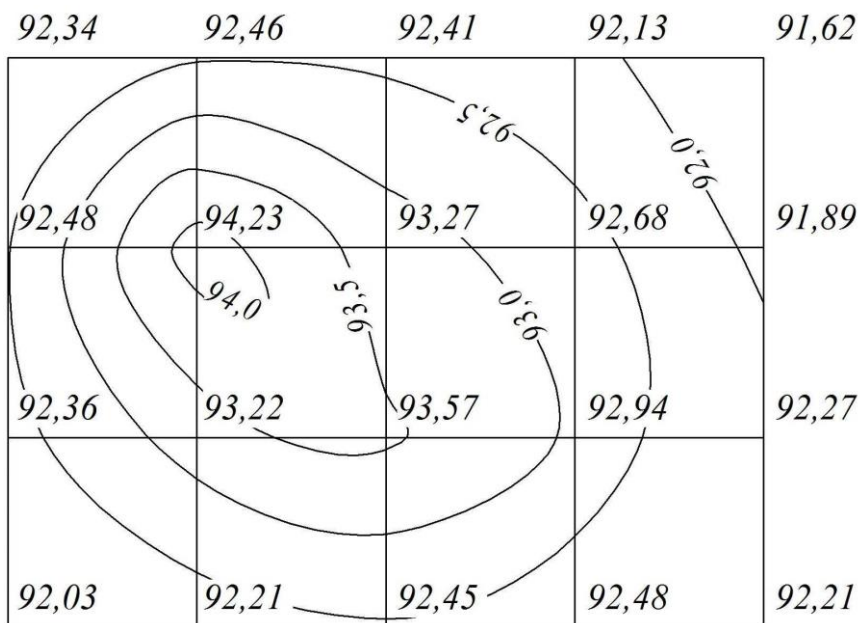
## Проведення горизонталей по відміткам точок

**Завдання:** на папері формату А-4 побудувати сітку квадратів 80 м×60 м (розмір квадрату 20 м×20 м, М 1:500) та зобразити рельєф (висота перерізу рельєфу 0,5 м).

Сітка квадратів із висотними відмітками точок вершин квадратів вибирається згідно індивідуального варіанту за двома останніми цифрами номера залікової книжки; див. розділ 6, пункт 6.5.

Сітка та підпис висотних відміток у вершинах сітки виконуються чорним кольором, горизонталі та підпис їх висот – коричневим.

### Числовий приклад:



## Побудова горизонталей по відміткам точок

Варіант 01

<i>60,68</i>	<i>60,74</i>	<i>60,89</i>	<i>61,44</i>	<i>62,18</i>
<i>61,03</i>	<i>60,78</i>	<i>61,44</i>	<i>61,80</i>	<i>62,43</i>
<i>61,58</i>	<i>61,70</i>	<i>61,78</i>	<i>62,27</i>	<i>62,53</i>
<i>61,69</i>	<i>62,29</i>	<i>62,50</i>	<i>62,82</i>	<i>62,60</i>

Варіант 02

<i>54,45</i>	<i>54,75</i>	<i>54,36</i>	<i>55,42</i>	<i>56,18</i>
<i>55,00</i>	<i>54,79</i>	<i>54,94</i>	<i>55,81</i>	<i>56,44</i>
<i>55,56</i>	<i>56,18</i>	<i>55,79</i>	<i>56,28</i>	<i>56,55</i>
<i>55,68</i>	<i>56,28</i>	<i>56,46</i>	<i>56,87</i>	<i>56,67</i>

Варіант 03

<i>63,43</i>	<i>63,75</i>	<i>63,90</i>	<i>64,44</i>	<i>65,18</i>
<i>64,00</i>	<i>63,28</i>	<i>64,44</i>	<i>64,80</i>	<i>65,43</i>
<i>64,58</i>	<i>64,70</i>	<i>64,28</i>	<i>65,27</i>	<i>65,70</i>
<i>64,70</i>	<i>65,29</i>	<i>65,50</i>	<i>65,80</i>	<i>65,60</i>

Варіант 04

<i>49,43</i>	<i>49,76</i>	<i>49,89</i>	<i>50,44</i>	<i>51,08</i>
<i>50,00</i>	<i>49,18</i>	<i>50,44</i>	<i>50,70</i>	<i>51,43</i>
<i>50,58</i>	<i>50,71</i>	<i>50,78</i>	<i>52,27</i>	<i>51,44</i>
<i>50,61</i>	<i>51,30</i>	<i>51,50</i>	<i>51,71</i>	<i>51,61</i>

Варіант 05

<i>62,61</i>	<i>62,76</i>	<i>62,91</i>	<i>63,45</i>	<i>64,18</i>
<i>63,00</i>	<i>62,85</i>	<i>64,46</i>	<i>63,82</i>	<i>64,43</i>
<i>63,88</i>	<i>63,70</i>	<i>63,78</i>	<i>63,26</i>	<i>64,53</i>
<i>63,78</i>	<i>63,69</i>	<i>64,50</i>	<i>64,84</i>	<i>63,67</i>

Варіант 06

<i>70,19</i>	<i>70,25</i>	<i>70,43</i>	<i>70,94</i>	<i>71,68</i>
<i>70,81</i>	<i>70,20</i>	<i>70,92</i>	<i>70,31</i>	<i>70,94</i>
<i>71,08</i>	<i>71,20</i>	<i>72,28</i>	<i>71,77</i>	<i>72,03</i>
<i>71,19</i>	<i>71,79</i>	<i>72,00</i>	<i>72,30</i>	<i>72,13</i>



Варіант 07

<i>53,69</i>	<i>53,75</i>	<i>53,90</i>	<i>54,44</i>	<i>55,18</i>
<i>54,03</i>	<i>53,79</i>	<i>54,45</i>	<i>55,81</i>	<i>55,44</i>
<i>54,58</i>	<i>53,70</i>	<i>54,78</i>	<i>55,27</i>	<i>55,54</i>
<i>54,71</i>	<i>55,29</i>	<i>55,51</i>	<i>55,81</i>	<i>55,61</i>

Варіант 08

<i>59,08</i>	<i>59,08</i>	<i>59,21</i>	<i>59,75</i>	<i>60,50</i>
<i>59,31</i>	<i>59,10</i>	<i>59,25</i>	<i>60,11</i>	<i>60,74</i>
<i>59,89</i>	<i>60,01</i>	<i>61,10</i>	<i>60,58</i>	<i>60,85</i>
<i>60,02</i>	<i>60,61</i>	<i>60,82</i>	<i>61,12</i>	<i>60,92</i>

Варіант 09

<i>48,25</i>	<i>48,06</i>	<i>48,34</i>	<i>48,11</i>	<i>48,54</i>
<i>48,83</i>	<i>49,07</i>	<i>48,85</i>	<i>49,02</i>	<i>49,07</i>
<i>49,40</i>	<i>49,49</i>	<i>49,49</i>	<i>49,56</i>	<i>49,51</i>
<i>50,00</i>	<i>50,02</i>	<i>49,95</i>	<i>50,04</i>	<i>49,47</i>

Варіант 10

<i>99,96</i>	<i>99,13</i>	<i>98,92</i>	<i>98,49</i>	<i>98,22</i>
<i>99,43</i>	<i>99,40</i>	<i>98,21</i>	<i>99,07</i>	<i>99,12</i>
<i>99,86</i>	<i>99,78</i>	<i>98,97</i>	<i>99,56</i>	<i>98,97</i>
<i>100,87</i>	<i>100,09</i>	<i>99,46</i>	<i>99,49</i>	<i>99,25</i>

Варіант 11

<i>66,58</i>	<i>66,81</i>	<i>67,23</i>	<i>67,71</i>	<i>68,01</i>
<i>66,17</i>	<i>66,44</i>	<i>67,93</i>	<i>67,02</i>	<i>67,52</i>
<i>66,18</i>	<i>66,13</i>	<i>66,16</i>	<i>66,13</i>	<i>67,04</i>
<i>66,09</i>	<i>65,79</i>	<i>65,87</i>	<i>66,14</i>	<i>66,42</i>

Варіант 12

<i>70,61</i>	<i>70,84</i>	<i>71,23</i>	<i>71,63</i>	<i>72,10</i>
<i>70,27</i>	<i>70,47</i>	<i>70,35</i>	<i>70,89</i>	<i>71,40</i>
<i>70,19</i>	<i>70,12</i>	<i>70,18</i>	<i>69,28</i>	<i>70,92</i>
<i>70,09</i>	<i>69,78</i>	<i>69,84</i>	<i>70,10</i>	<i>70,39</i>

Варіант 13

<i>110,50</i>	<i>110,82</i>	<i>110,88</i>	<i>111,02</i>	<i>111,15</i>
<i>110,26</i>	<i>110,49</i>	<i>110,68</i>	<i>109,61</i>	<i>110,93</i>
<i>110,02</i>	<i>110,74</i>	<i>110,40</i>	<i>110,57</i>	<i>110,81</i>
<i>110,09</i>	<i>110,34</i>	<i>110,35</i>	<i>110,38</i>	<i>110,52</i>

Варіант 14

<i>62,52</i>	<i>62,81</i>	<i>62,90</i>	<i>63,05</i>	<i>63,18</i>
<i>62,27</i>	<i>63,47</i>	<i>62,68</i>	<i>62,63</i>	<i>62,92</i>
<i>62,03</i>	<i>62,25</i>	<i>61,42</i>	<i>62,59</i>	<i>62,32</i>
<i>62,00</i>	<i>62,36</i>	<i>62,45</i>	<i>62,37</i>	<i>62,53</i>

Варіант 15

<i>65,51</i>	<i>65,81</i>	<i>65,90</i>	<i>66,05</i>	<i>66,17</i>
<i>65,27</i>	<i>65,51</i>	<i>65,67</i>	<i>65,13</i>	<i>65,92</i>
<i>65,03</i>	<i>65,76</i>	<i>65,42</i>	<i>66,59</i>	<i>65,82</i>
<i>65,09</i>	<i>65,35</i>	<i>65,44</i>	<i>65,37</i>	<i>65,04</i>

Варіант 16

<i>250,52</i>	<i>250,82</i>	<i>250,90</i>	<i>251,07</i>	<i>251,20</i>
<i>250,45</i>	<i>251,39</i>	<i>250,68</i>	<i>250,64</i>	<i>250,95</i>
<i>250,03</i>	<i>250,24</i>	<i>250,47</i>	<i>250,15</i>	<i>250,98</i>
<i>250,09</i>	<i>250,36</i>	<i>250,50</i>	<i>250,42</i>	<i>250,60</i>

Варіант 17

76,29	76,49	76,99	76,83	76,96
76,05	76,29	76,46	75,91	76,71
75,82	76,53	76,21	76,37	76,92
76,99	76,14	76,22	76,15	76,32

Варіант 18

260,53	260,77	260,86	260,91	261,16
260,28	260,46	260,12	260,57	260,75
260,02	259,28	260,38	260,55	260,80
260,09	260,31	260,41	260,33	260,51

Варіант 19

<i>56,51</i>	<i>56,88</i>	<i>56,94</i>	<i>57,04</i>	<i>57,18</i>
<i>56,25</i>	<i>56,04</i>	<i>56,68</i>	<i>56,63</i>	<i>56,93</i>
<i>56,03</i>	<i>56,25</i>	<i>56,78</i>	<i>57,88</i>	<i>56,82</i>
<i>56,09</i>	<i>56,32</i>	<i>56,70</i>	<i>56,66</i>	<i>56,83</i>

Варіант 20

<i>52,53</i>	<i>52,37</i>	<i>52,91</i>	<i>52,36</i>	<i>52,08</i>
<i>52,82</i>	<i>52,42</i>	<i>52,59</i>	<i>52,75</i>	<i>52,05</i>
<i>52,93</i>	<i>51,53</i>	<i>52,67</i>	<i>52,46</i>	<i>52,38</i>
<i>53,17</i>	<i>53,04</i>	<i>52,91</i>	<i>52,82</i>	<i>52,52</i>

Варіант 21

<i>129,08</i>	<i>128,86</i>	<i>129,34</i>	<i>129,01</i>	<i>129,15</i>
<i>128,61</i>	<i>128,86</i>	<i>128,90</i>	<i>128,86</i>	<i>128,55</i>
<i>128,35</i>	<i>128,64</i>	<i>128,88</i>	<i>128,90</i>	<i>128,28</i>
<i>128,63</i>	<i>129,08</i>	<i>129,17</i>	<i>129,08</i>	<i>128,63</i>

Варіант 22

<i>56,68</i>	<i>56,56</i>	<i>57,04</i>	<i>56,73</i>	<i>56,87</i>
<i>56,31</i>	<i>56,56</i>	<i>56,60</i>	<i>56,06</i>	<i>56,25</i>
<i>56,02</i>	<i>56,30</i>	<i>57,07</i>	<i>56,59</i>	<i>55,96</i>
<i>56,27</i>	<i>56,74</i>	<i>56,84</i>	<i>56,77</i>	<i>56,28</i>



Варіант 23

<i>67,60</i>	<i>67,86</i>	<i>68,29</i>	<i>68,61</i>	<i>69,00</i>
<i>67,20</i>	<i>67,64</i>	<i>67,79</i>	<i>67,89</i>	<i>68,38</i>
<i>67,18</i>	<i>67,13</i>	<i>67,31</i>	<i>68,08</i>	<i>67,91</i>
<i>67,00</i>	<i>66,80</i>	<i>67,51</i>	<i>67,78</i>	<i>68,12</i>

Варіант 24

<i>60,54</i>	<i>59,89</i>	<i>61,34</i>	<i>61,52</i>	<i>61,99</i>
<i>60,22</i>	<i>60,41</i>	<i>59,69</i>	<i>60,78</i>	<i>61,29</i>
<i>60,20</i>	<i>60,64</i>	<i>61,23</i>	<i>61,82</i>	<i>61,00</i>
<i>60,09</i>	<i>55,70</i>	<i>60,83</i>	<i>61,10</i>	<i>61,45</i>

Варіант 25

58,47	58,72	59,07	59,67	59,64
58,04	57,83	59,63	58,63	59,13
58,03	57,97	59,27	58,84	58,59
57,87	57,56	57,85	58,13	58,48

Варіант 26

74,59	74,85	75,29	73,90	75,12
74,09	74,36	74,79	73,90	75,28
74,08	74,53	74,21	74,32	74,90
73,89	73,79	73,80	74,03	74,37

Варіант 27

73,14	73,40	74,36	74,69	74,17
72,73	73,00	73,86	74,96	74,46
72,72	72,68	72,85	73,97	73,98
73,03	72,33	72,93	73,17	73,09

Варіант 28

269,02	269,27	271,29	269,28	269,76
268,61	267,88	268,46	268,56	269,05
268,60	268,84	266,74	267,55	271,69
270,09	268,21	267,32	267,55	267,85

Варіант 29

<i>126,68</i>	<i>125,89</i>	<i>126,37</i>	<i>126,05</i>	<i>126,19</i>
<i>125,60</i>	<i>125,88</i>	<i>125,92</i>	<i>125,88</i>	<i>125,57</i>
<i>125,35</i>	<i>125,63</i>	<i>125,91</i>	<i>125,94</i>	<i>125,31</i>
<i>125,61</i>	<i>126,09</i>	<i>126,20</i>	<i>126,11</i>	<i>125,61</i>

Варіант 30

<i>130,00</i>	<i>129,87</i>	<i>130,35</i>	<i>130,03</i>	<i>130,18</i>
<i>129,62</i>	<i>129,88</i>	<i>130,41</i>	<i>129,86</i>	<i>129,55</i>
<i>129,34</i>	<i>128,62</i>	<i>129,89</i>	<i>129,91</i>	<i>129,28</i>
<i>129,52</i>	<i>130,07</i>	<i>130,17</i>	<i>130,08</i>	<i>129,58</i>

Варіант 31

<i>410,65</i>	<i>410,82</i>	<i>410,75</i>	<i>410,77</i>	<i>410,66</i>
<i>410,96</i>	<i>410,97</i>	<i>411,00</i>	<i>411,02</i>	<i>410,38</i>
<i>410,89</i>	<i>411,04</i>	<i>410,99</i>	<i>410,89</i>	<i>410,73</i>
<i>411,04</i>	<i>411,16</i>	<i>410,94</i>	<i>410,96</i>	<i>410,71</i>

Варіант 32

<i>406,82</i>	<i>406,97</i>	<i>407,24</i>	<i>407,15</i>	<i>407,74</i>
<i>407,13</i>	<i>407,17</i>	<i>407,33</i>	<i>406,90</i>	<i>407,37</i>
<i>407,92</i>	<i>407,27</i>	<i>407,32</i>	<i>407,27</i>	<i>407,10</i>
<i>408,69</i>	<i>407,89</i>	<i>407,66</i>	<i>407,68</i>	<i>407,18</i>

Варіант 33

406,65	406,82	406,75	406,77	406,36
406,96	406,47	406,99	407,02	406,89
406,89	407,04	406,99	407,89	406,73
407,09	407,15	406,94	406,96	406,70

Варіант 34

422,63	422,81	422,74	422,76	422,35
422,95	422,97	421,99	423,01	422,89
422,89	423,04	423,99	422,88	422,72
423,69	423,15	422,97	422,95	422,70

Варіант 35

<i>414,71</i>	<i>415,12</i>	<i>414,74</i>	<i>414,68</i>	<i>414,28</i>
<i>414,95</i>	<i>414,47</i>	<i>414,91</i>	<i>414,93</i>	<i>414,80</i>
<i>414,69</i>	<i>415,04</i>	<i>414,49</i>	<i>414,80</i>	<i>414,64</i>
<i>415,00</i>	<i>415,15</i>	<i>414,93</i>	<i>414,95</i>	<i>414,64</i>

Варіант 36

<i>299,32</i>	<i>299,36</i>	<i>299,33</i>	<i>299,27</i>	<i>299,99</i>
<i>299,42</i>	<i>300,38</i>	<i>299,89</i>	<i>299,01</i>	<i>299,01</i>
<i>299,75</i>	<i>299,46</i>	<i>298,32</i>	<i>299,44</i>	<i>299,30</i>
<i>300,69</i>	<i>299,79</i>	<i>299,57</i>	<i>299,46</i>	<i>299,37</i>

Варіант 37

<i>349,40</i>	<i>349,44</i>	<i>349,34</i>	<i>349,40</i>	<i>349,42</i>
<i>349,49</i>	<i>349,45</i>	<i>348,32</i>	<i>349,44</i>	<i>349,44</i>
<i>349,67</i>	<i>349,37</i>	<i>349,23</i>	<i>349,64</i>	<i>349,21</i>
<i>350,03</i>	<i>349,70</i>	<i>349,48</i>	<i>349,37</i>	<i>349,37</i>

Варіант 38

<i>199,56</i>	<i>199,59</i>	<i>199,32</i>	<i>199,40</i>	<i>199,43</i>
<i>199,65</i>	<i>199,61</i>	<i>199,32</i>	<i>198,50</i>	<i>199,45</i>
<i>199,68</i>	<i>200,33</i>	<i>199,24</i>	<i>199,17</i>	<i>199,23</i>
<i>200,23</i>	<i>199,70</i>	<i>199,45</i>	<i>199,40</i>	<i>199,38</i>



Варіант 39

<i>403,65</i>	<i>403,81</i>	<i>403,79</i>	<i>403,76</i>	<i>403,70</i>
<i>403,95</i>	<i>404,47</i>	<i>403,99</i>	<i>403,52</i>	<i>403,89</i>
<i>403,89</i>	<i>404,54</i>	<i>402,73</i>	<i>403,89</i>	<i>403,72</i>
<i>404,17</i>	<i>404,14</i>	<i>403,93</i>	<i>403,95</i>	<i>403,70</i>

Варіант 40

<i>132,03</i>	<i>131,87</i>	<i>132,35</i>	<i>132,04</i>	<i>132,18</i>
<i>131,56</i>	<i>131,86</i>	<i>131,97</i>	<i>131,75</i>	<i>131,55</i>
<i>131,33</i>	<i>131,63</i>	<i>132,06</i>	<i>131,95</i>	<i>131,63</i>
<i>131,59</i>	<i>131,76</i>	<i>132,16</i>	<i>132,08</i>	<i>131,59</i>

Варіант 41

<i>399,78</i>	<i>400,11</i>	<i>400,26</i>	<i>400,88</i>	<i>400,28</i>
<i>399,67</i>	<i>399,99</i>	<i>400,49</i>	<i>400,37</i>	<i>399,89</i>
<i>400,58</i>	<i>400,53</i>	<i>400,00</i>	<i>399,99</i>	<i>400,17</i>
<i>400,08</i>	<i>399,65</i>	<i>400,63</i>	<i>400,39</i>	<i>399,72</i>

Варіант 42

<i>411,76</i>	<i>411,81</i>	<i>411,75</i>	<i>411,77</i>	<i>411,36</i>
<i>412,06</i>	<i>411,97</i>	<i>412,09</i>	<i>412,02</i>	<i>411,59</i>
<i>412,11</i>	<i>412,04</i>	<i>411,99</i>	<i>411,89</i>	<i>411,73</i>
<i>412,17</i>	<i>411,79</i>	<i>411,94</i>	<i>411,96</i>	<i>411,71</i>

Варіант 43

<i>409,01</i>	<i>409,51</i>	<i>409,25</i>	<i>410,00</i>	<i>409,09</i>
<i>410,32</i>	<i>410,23</i>	<i>410,33</i>	<i>410,25</i>	<i>410,32</i>
<i>409,65</i>	<i>409,80</i>	<i>409,97</i>	<i>410,62</i>	<i>409,96</i>
<i>409,00</i>	<i>410,12</i>	<i>409,11</i>	<i>409,94</i>	<i>409,66</i>

Варіант 44

<i>401,66</i>	<i>401,81</i>	<i>401,75</i>	<i>401,77</i>	<i>401,35</i>
<i>401,96</i>	<i>401,88</i>	<i>401,99</i>	<i>402,03</i>	<i>401,88</i>
<i>401,89</i>	<i>402,04</i>	<i>402,08</i>	<i>401,81</i>	<i>401,73</i>
<i>402,08</i>	<i>402,15</i>	<i>401,94</i>	<i>401,98</i>	<i>401,71</i>

Варіант 45

<i>410,34</i>	<i>409,45</i>	<i>409,81</i>	<i>410,72</i>	<i>410,11</i>
<i>410,05</i>	<i>410,59</i>	<i>409,78</i>	<i>410,19</i>	<i>410,05</i>
<i>409,50</i>	<i>410,33</i>	<i>409,37</i>	<i>410,66</i>	<i>409,82</i>
<i>410,69</i>	<i>410,23</i>	<i>409,69</i>	<i>410,55</i>	<i>409,33</i>

Варіант 46

<i>310,35</i>	<i>309,95</i>	<i>309,81</i>	<i>309,71</i>	<i>310,10</i>
<i>310,05</i>	<i>310,09</i>	<i>309,77</i>	<i>309,68</i>	<i>309,54</i>
<i>309,99</i>	<i>310,34</i>	<i>309,87</i>	<i>309,66</i>	<i>309,32</i>
<i>310,06</i>	<i>309,79</i>	<i>309,69</i>	<i>309,56</i>	<i>309,33</i>

Варіант 47

<i>413,98</i>	<i>413,59</i>	<i>413,00</i>	<i>414,08</i>	<i>413,97</i>
<i>413,19</i>	<i>413,73</i>	<i>414,09</i>	<i>414,05</i>	<i>413,41</i>
<i>414,15</i>	<i>413,48</i>	<i>414,03</i>	<i>413,82</i>	<i>414,10</i>
<i>413,09</i>	<i>413,90</i>	<i>414,36</i>	<i>414,22</i>	<i>413,00</i>

Варіант 48

<i>359,80</i>	<i>359,74</i>	<i>359,33</i>	<i>359,41</i>	<i>359,43</i>
<i>359,80</i>	<i>359,76</i>	<i>359,32</i>	<i>359,38</i>	<i>359,46</i>
<i>359,67</i>	<i>359,37</i>	<i>359,24</i>	<i>359,17</i>	<i>359,23</i>
<i>360,05</i>	<i>359,69</i>	<i>359,49</i>	<i>359,40</i>	<i>359,81</i>

Варіант 49

<i>365,40</i>	<i>365,44</i>	<i>365,33</i>	<i>365,39</i>	<i>365,41</i>
<i>365,50</i>	<i>365,46</i>	<i>365,90</i>	<i>365,43</i>	<i>365,43</i>
<i>365,67</i>	<i>365,37</i>	<i>365,73</i>	<i>365,14</i>	<i>365,21</i>
<i>366,14</i>	<i>365,70</i>	<i>365,48</i>	<i>365,38</i>	<i>365,37</i>

Варіант 50

<i>33,00</i>	<i>35,04</i>	<i>35,91</i>	<i>35,38</i>	<i>35,85</i>
<i>34,71</i>	<i>34,81</i>	<i>35,30</i>	<i>35,41</i>	<i>35,07</i>
<i>34,20</i>	<i>34,18</i>	<i>35,18</i>	<i>35,26</i>	<i>35,38</i>
<i>34,51</i>	<i>34,02</i>	<i>34,86</i>	<i>34,87</i>	<i>34,50</i>

Варіант 51

<i>113,05</i>	<i>113,04</i>	<i>113,38</i>	<i>113,04</i>	<i>112,84</i>
<i>112,62</i>	<i>112,83</i>	<i>112,92</i>	<i>113,04</i>	<i>112,74</i>
<i>112,43</i>	<i>112,44</i>	<i>112,94</i>	<i>112,60</i>	<i>112,71</i>
<i>112,65</i>	<i>112,17</i>	<i>112,65</i>	<i>112,87</i>	<i>112,72</i>

Варіант 52

<i>97,00</i>	<i>97,10</i>	<i>97,53</i>	<i>96,98</i>	<i>96,82</i>
<i>96,70</i>	<i>96,79</i>	<i>96,89</i>	<i>96,01</i>	<i>96,66</i>
<i>96,18</i>	<i>96,17</i>	<i>96,51</i>	<i>96,55</i>	<i>96,71</i>
<i>96,41</i>	<i>96,01</i>	<i>96,12</i>	<i>96,85</i>	<i>96,76</i>

Варіант 53

<i>95,00</i>	<i>95,04</i>	<i>95,38</i>	<i>94,54</i>	<i>94,85</i>
<i>94,62</i>	<i>94,83</i>	<i>94,92</i>	<i>95,04</i>	<i>94,45</i>
<i>94,43</i>	<i>94,41</i>	<i>94,94</i>	<i>94,60</i>	<i>94,70</i>
<i>94,65</i>	<i>94,17</i>	<i>94,65</i>	<i>94,88</i>	<i>94,72</i>

Варіант 54

<i>114,06</i>	<i>114,03</i>	<i>114,55</i>	<i>113,52</i>	<i>113,84</i>
<i>113,70</i>	<i>113,80</i>	<i>113,44</i>	<i>114,05</i>	<i>113,71</i>
<i>113,19</i>	<i>114,18</i>	<i>113,52</i>	<i>113,65</i>	<i>113,72</i>
<i>113,51</i>	<i>113,02</i>	<i>113,20</i>	<i>113,87</i>	<i>113,84</i>



Варіант 55

<i>112,04</i>	<i>112,03</i>	<i>112,25</i>	<i>112,02</i>	<i>111,82</i>
<i>111,70</i>	<i>111,81</i>	<i>111,90</i>	<i>112,01</i>	<i>111,60</i>
<i>111,38</i>	<i>111,36</i>	<i>111,68</i>	<i>111,85</i>	<i>111,71</i>
<i>111,50</i>	<i>111,22</i>	<i>111,39</i>	<i>111,86</i>	<i>111,76</i>

Варіант 56

<i>115,22</i>	<i>115,03</i>	<i>115,34</i>	<i>115,03</i>	<i>114,85</i>
<i>114,69</i>	<i>114,80</i>	<i>114,89</i>	<i>115,04</i>	<i>115,31</i>
<i>114,19</i>	<i>114,19</i>	<i>114,51</i>	<i>113,54</i>	<i>113,72</i>
<i>114,30</i>	<i>114,02</i>	<i>114,83</i>	<i>114,84</i>	<i>113,74</i>

Варіант 57

57,17	58,06	58,09	58,22	58,36
57,52	57,76	57,86	57,75	58,12
57,26	58,33	57,98	57,96	58,13
58,41	58,14	58,14	58,16	57,23

Варіант 58

254,52	254,91	255,43	255,16	255,29
254,36	254,59	255,75	255,73	255,05
254,12	254,33	254,57	254,74	255,08
254,09	254,45	254,60	254,51	254,70

Варіант 59

<i>259,67</i>	<i>259,91</i>	<i>260,13</i>	<i>260,14</i>	<i>260,29</i>
<i>259,41</i>	<i>259,59</i>	<i>259,76</i>	<i>259,71</i>	<i>259,89</i>
<i>259,16</i>	<i>259,63</i>	<i>260,02</i>	<i>260,19</i>	<i>259,94</i>
<i>259,14</i>	<i>259,94</i>	<i>260,05</i>	<i>259,97</i>	<i>259,65</i>

Варіант 60

<i>51,06</i>	<i>51,36</i>	<i>51,90</i>	<i>52,08</i>	<i>52,21</i>
<i>50,82</i>	<i>51,05</i>	<i>51,71</i>	<i>51,67</i>	<i>51,96</i>
<i>51,71</i>	<i>51,93</i>	<i>51,84</i>	<i>52,01</i>	<i>51,82</i>
<i>51,01</i>	<i>51,84</i>	<i>52,13</i>	<i>52,39</i>	<i>52,05</i>

Варіант 61

<i>210,18</i>	<i>210,07</i>	<i>210,05</i>	<i>210,50</i>	<i>210,13</i>
<i>210,35</i>	<i>210,25</i>	<i>210,28</i>	<i>210,46</i>	<i>210,46</i>
<i>210,28</i>	<i>210,28</i>	<i>209,84</i>	<i>209,06</i>	<i>210,30</i>
<i>210,21</i>	<i>210,04</i>	<i>209,67</i>	<i>209,69</i>	<i>210,18</i>

Варіант 62

<i>98,57</i>	<i>98,41</i>	<i>97,99</i>	<i>98,15</i>	<i>97,92</i>
<i>98,72</i>	<i>98,58</i>	<i>98,09</i>	<i>98,56</i>	<i>98,30</i>
<i>98,59</i>	<i>98,44</i>	<i>99,27</i>	<i>99,30</i>	<i>99,28</i>
<i>99,00</i>	<i>98,67</i>	<i>98,90</i>	<i>98,96</i>	<i>98,81</i>

Варіант 63

<i>14,80</i>	<i>14,90</i>	<i>15,09</i>	<i>14,69</i>	<i>14,96</i>
<i>15,09</i>	<i>14,98</i>	<i>14,74</i>	<i>14,55</i>	<i>15,03</i>
<i>14,93</i>	<i>14,94</i>	<i>14,73</i>	<i>14,96</i>	<i>14,98</i>
<i>15,09</i>	<i>15,10</i>	<i>14,69</i>	<i>14,75</i>	<i>14,93</i>

Варіант 64

<i>350,02</i>	<i>350,06</i>	<i>349,96</i>	<i>350,02</i>	<i>350,04</i>
<i>350,12</i>	<i>350,08</i>	<i>349,93</i>	<i>350,06</i>	<i>350,04</i>
<i>350,29</i>	<i>349,99</i>	<i>349,86</i>	<i>349,76</i>	<i>349,83</i>
<i>350,62</i>	<i>350,32</i>	<i>350,10</i>	<i>350,25</i>	<i>350,76</i>

Варіант 65

<i>39,203</i>	<i>39,306</i>	<i>39,189</i>	<i>39,321</i>	<i>38,723</i>
<i>39,470</i>	<i>39,585</i>	<i>39,437</i>	<i>39,313</i>	<i>39,337</i>
<i>39,181</i>	<i>39,531</i>	<i>39,502</i>	<i>39,320</i>	<i>39,167</i>
<i>39,319</i>	<i>39,650</i>	<i>39,624</i>	<i>39,397</i>	<i>39,168</i>

Варіант 66

<i>220,02</i>	<i>220,06</i>	<i>220,19</i>	<i>218,55</i>	<i>218,83</i>
<i>220,17</i>	<i>220,12</i>	<i>219,13</i>	<i>218,85</i>	<i>218,91</i>
<i>220,09</i>	<i>219,90</i>	<i>219,98</i>	<i>219,95</i>	<i>219,63</i>
<i>220,17</i>	<i>220,12</i>	<i>220,10</i>	<i>220,05</i>	<i>219,77</i>

Варіант 67

<i>169,75</i>	<i>170,02</i>	<i>170,63</i>	<i>170,62</i>	<i>171,31</i>
<i>170,05</i>	<i>170,75</i>	<i>171,09</i>	<i>171,16</i>	<i>171,19</i>
<i>170,29</i>	<i>170,77</i>	<i>170,26</i>	<i>170,77</i>	<i>171,13</i>
<i>170,02</i>	<i>171,11</i>	<i>170,18</i>	<i>170,20</i>	<i>171,12</i>

Варіант 68

<i>370,03</i>	<i>370,06</i>	<i>369,96</i>	<i>370,07</i>	<i>370,04</i>
<i>368,61</i>	<i>370,08</i>	<i>369,94</i>	<i>370,07</i>	<i>370,06</i>
<i>370,30</i>	<i>370,08</i>	<i>369,88</i>	<i>369,78</i>	<i>369,85</i>
<i>370,63</i>	<i>370,34</i>	<i>370,11</i>	<i>369,99</i>	<i>370,06</i>

Варіант 69

<i>314,79</i>	<i>314,91</i>	<i>314,84</i>	<i>315,42</i>	<i>314,74</i>
<i>314,90</i>	<i>314,87</i>	<i>315,15</i>	<i>315,58</i>	<i>315,25</i>
<i>315,29</i>	<i>315,48</i>	<i>315,35</i>	<i>315,76</i>	<i>315,36</i>
<i>315,61</i>	<i>315,31</i>	<i>315,07</i>	<i>314,94</i>	<i>315,04</i>

Варіант 70

<i>372,92</i>	<i>372,90</i>	<i>373,00</i>	<i>373,12</i>	<i>373,43</i>
<i>372,80</i>	<i>372,73</i>	<i>372,68</i>	<i>372,88</i>	<i>372,46</i>
<i>372,91</i>	<i>372,84</i>	<i>372,88</i>	<i>372,84</i>	<i>372,91</i>
<i>372,90</i>	<i>372,88</i>	<i>372,77</i>	<i>372,57</i>	<i>372,74</i>



Варіант 71

370,02	370,04	369,25	369,47	369,28
369,42	369,34	369,03	369,19	368,81
369,67	369,60	369,30	369,14	369,18
369,15	369,13	369,04	369,13	369,06

Варіант 72

324,10	324,14	324,32	324,40	324,43
324,87	324,16	324,31	324,34	324,44
324,61	324,37	324,25	324,26	324,23
324,84	324,10	324,49	324,38	324,30

Варіант 73

<i>200,82</i>	<i>199,88</i>	<i>200,47</i>	<i>200,42</i>	<i>200,82</i>
<i>200,04</i>	<i>200,67</i>	<i>200,47</i>	<i>198,82</i>	<i>198,46</i>
<i>198,66</i>	<i>198,79</i>	<i>198,40</i>	<i>198,72</i>	<i>198,16</i>
<i>198,56</i>	<i>198,36</i>	<i>200,03</i>	<i>199,10</i>	<i>199,16</i>

Варіант 74

<i>118,05</i>	<i>118,03</i>	<i>118,36</i>	<i>118,00</i>	<i>117,82</i>
<i>117,70</i>	<i>117,80</i>	<i>117,92</i>	<i>118,04</i>	<i>117,69</i>
<i>117,20</i>	<i>117,19</i>	<i>117,62</i>	<i>117,86</i>	<i>117,21</i>
<i>117,52</i>	<i>117,02</i>	<i>117,19</i>	<i>117,86</i>	<i>117,69</i>

Варіант 75

<i>45,00</i>	<i>45,03</i>	<i>43,34</i>	<i>45,08</i>	<i>44,83</i>
<i>44,69</i>	<i>44,80</i>	<i>44,83</i>	<i>45,04</i>	<i>44,75</i>
<i>44,20</i>	<i>44,27</i>	<i>44,52</i>	<i>44,86</i>	<i>44,71</i>
<i>44,32</i>	<i>44,03</i>	<i>44,24</i>	<i>44,86</i>	<i>44,76</i>

Варіант 76

<i>125,70</i>	<i>125,48</i>	<i>126,37</i>	<i>126,06</i>	<i>125,60</i>
<i>125,11</i>	<i>126,08</i>	<i>126,13</i>	<i>125,38</i>	<i>125,07</i>
<i>124,84</i>	<i>125,12</i>	<i>126,91</i>	<i>125,44</i>	<i>124,81</i>
<i>125,07</i>	<i>125,58</i>	<i>125,50</i>	<i>126,11</i>	<i>126,61</i>

Варіант 77

<i>130,00</i>	<i>129,88</i>	<i>130,35</i>	<i>130,04</i>	<i>130,19</i>
<i>129,62</i>	<i>129,87</i>	<i>129,91</i>	<i>129,86</i>	<i>129,55</i>
<i>129,25</i>	<i>129,63</i>	<i>129,89</i>	<i>129,91</i>	<i>128,26</i>
<i>129,23</i>	<i>130,09</i>	<i>130,21</i>	<i>130,09</i>	<i>129,59</i>

Варіант 78

<i>131,00</i>	<i>130,88</i>	<i>131,37</i>	<i>131,01</i>	<i>131,10</i>
<i>130,67</i>	<i>130,85</i>	<i>130,96</i>	<i>130,86</i>	<i>130,54</i>
<i>130,31</i>	<i>130,61</i>	<i>130,87</i>	<i>130,90</i>	<i>130,27</i>
<i>130,60</i>	<i>131,06</i>	<i>131,16</i>	<i>131,07</i>	<i>130,59</i>

Варіант 79

<i>127,19</i>	<i>126,88</i>	<i>127,16</i>	<i>127,05</i>	<i>127,18</i>
<i>126,63</i>	<i>126,88</i>	<i>126,92</i>	<i>126,87</i>	<i>126,56</i>
<i>126,34</i>	<i>126,63</i>	<i>126,89</i>	<i>126,28</i>	<i>126,27</i>
<i>126,60</i>	<i>127,08</i>	<i>127,00</i>	<i>127,10</i>	<i>127,20</i>

Варіант 80

<i>132,18</i>	<i>131,80</i>	<i>132,27</i>	<i>131,96</i>	<i>132,17</i>
<i>131,54</i>	<i>131,78</i>	<i>131,82</i>	<i>132,39</i>	<i>131,47</i>
<i>131,24</i>	<i>131,54</i>	<i>131,80</i>	<i>131,82</i>	<i>131,20</i>
<i>131,50</i>	<i>131,98</i>	<i>132,00</i>	<i>132,04</i>	<i>131,51</i>

Варіант 81

<i>96,30</i>	<i>95,96</i>	<i>95,74</i>	<i>95,64</i>	<i>95,33</i>
<i>95,90</i>	<i>95,22</i>	<i>95,19</i>	<i>95,10</i>	<i>95,04</i>
<i>95,13</i>	<i>94,84</i>	<i>94,81</i>	<i>94,77</i>	<i>94,58</i>
<i>94,83</i>	<i>94,62</i>	<i>94,32</i>	<i>94,27</i>	<i>94,14</i>

Варіант 82

<i>98,34</i>	<i>97,84</i>	<i>97,34</i>	<i>96,87</i>	<i>96,23</i>
<i>98,22</i>	<i>98,14</i>	<i>97,72</i>	<i>97,03</i>	<i>96,58</i>
<i>97,84</i>	<i>97,89</i>	<i>97,62</i>	<i>97,28</i>	<i>96,72</i>
<i>97,63</i>	<i>97,42</i>	<i>97,34</i>	<i>97,14</i>	<i>96,64</i>

Варіант 83

<i>94,48</i>	<i>94,07</i>	<i>93,39</i>	<i>93,40</i>	<i>93,72</i>
<i>94,29</i>	<i>93,74</i>	<i>93,30</i>	<i>93,59</i>	<i>94,12</i>
<i>94,11</i>	<i>93,74</i>	<i>93,59</i>	<i>93,90</i>	<i>94,53</i>
<i>94,32</i>	<i>94,09</i>	<i>94,10</i>	<i>94,52</i>	<i>94,74</i>

Варіант 84

<i>94,62</i>	<i>94,91</i>	<i>94,96</i>	<i>94,84</i>	<i>94,53</i>
<i>94,90</i>	<i>95,45</i>	<i>95,54</i>	<i>95,22</i>	<i>94,80</i>
<i>95,09</i>	<i>95,61</i>	<i>96,32</i>	<i>95,51</i>	<i>95,13</i>
<i>95,13</i>	<i>95,42</i>	<i>95,41</i>	<i>95,20</i>	<i>95,04</i>

Варіант 85

<i>99,59</i>	<i>99,91</i>	<i>100,39</i>	<i>100,84</i>	<i>100,61</i>
<i>99,73</i>	<i>100,22</i>	<i>100,71</i>	<i>101,42</i>	<i>100,72</i>
<i>99,84</i>	<i>100,17</i>	<i>100,52</i>	<i>100,53</i>	<i>100,40</i>
<i>99,32</i>	<i>99,73</i>	<i>100,02</i>	<i>100,24</i>	<i>100,07</i>

Варіант 86

<i>93,92</i>	<i>93,87</i>	<i>93,74</i>	<i>93,61</i>	<i>93,67</i>
<i>93,42</i>	<i>93,28</i>	<i>93,11</i>	<i>92,92</i>	<i>93,20</i>
<i>92,78</i>	<i>92,61</i>	<i>92,48</i>	<i>92,54</i>	<i>92,94</i>
<i>92,34</i>	<i>92,30</i>	<i>92,25</i>	<i>92,54</i>	<i>92,72</i>



Варіант 87

95,48	95,28	94,90	94,58	94,21
95,30	94,91	94,53	94,20	93,78
94,89	94,57	94,22	93,79	93,54
94,74	94,58	94,45	94,30	93,73

Варіант 88

95,24	94,72	94,40	93,92	93,58
95,43	95,05	94,60	94,19	93,70
95,42	95,06	94,69	94,37	93,84
94,25	94,15	94,41	94,13	93,73

Варіант 89

98,58	98,84	99,19	99,63	99,68
98,61	99,09	99,54	99,68	99,27
98,68	99,04	99,28	99,09	98,71
98,42	98,40	98,39	98,43	98,23

Варіант 90

93,74	93,59	93,54	93,57	93,74
93,46	93,04	92,87	92,97	93,43
92,92	92,58	92,44	92,47	93,07
92,68	92,34	92,21	92,42	93,02

Варіант 91

97,86	98,03	98,42	98,73	99,24
97,92	98,38	98,69	99,26	99,43
98,04	98,37	98,76	99,13	99,18
98,22	98,39	98,48	98,62	98,74

Варіант 92

97,42	97,38	97,57	98,07	98,34
97,15	96,72	97,17	97,61	98,12
97,34	97,19	97,26	97,57	98,04
97,68	97,56	97,62	98,03	98,23

Варіант 93

88,93	88,62	88,28	87,73	88,34
88,61	88,42	87,94	87,43	88,17
88,44	87,90	87,42	88,40	88,24
88,40	88,07	88,03	88,09	88,42

Варіант 94

90,58	90,74	90,42	90,36	90,18
90,56	91,44	91,53	90,77	90,34
90,60	91,63	91,52	90,83	90,38
90,63	90,68	90,59	90,31	90,24

Варіант 95

<i>91,32</i>	<i>91,88</i>	<i>92,31</i>	<i>92,23</i>	<i>92,08</i>
<i>91,74</i>	<i>92,31</i>	<i>92,68</i>	<i>92,54</i>	<i>92,17</i>
<i>91,71</i>	<i>92,32</i>	<i>92,92</i>	<i>93,21</i>	<i>92,80</i>
<i>91,62</i>	<i>91,98</i>	<i>92,73</i>	<i>93,37</i>	<i>93,28</i>

Варіант 96

<i>93,72</i>	<i>94,41</i>	<i>94,74</i>	<i>94,55</i>	<i>93,82</i>
<i>93,94</i>	<i>94,63</i>	<i>94,87</i>	<i>94,14</i>	<i>93,48</i>
<i>93,97</i>	<i>94,23</i>	<i>94,18</i>	<i>93,76</i>	<i>93,37</i>
<i>93,62</i>	<i>93,86</i>	<i>93,73</i>	<i>93,52</i>	<i>93,32</i>

Варіант 97

96,23	96,14	96,08	96,59	96,87
95,62	95,39	95,48	96,02	96,72
95,24	94,78	95,24	95,91	96,67
95,43	95,36	95,58	96,17	96,72

Варіант 98

96,54	96,76	97,32	97,73	97,78
96,62	97,37	98,16	98,26	97,81
96,71	97,42	97,86	97,84	97,37
96,57	96,93	97,34	97,27	97,30

Варіант 99

<i>100,34</i>	<i>99,91</i>	<i>99,42</i>	<i>98,89</i>	<i>98,31</i>
<i>100,12</i>	<i>100,14</i>	<i>99,75</i>	<i>99,34</i>	<i>98,39</i>
<i>99,38</i>	<i>99,58</i>	<i>99,62</i>	<i>99,28</i>	<i>98,46</i>
<i>98,72</i>	<i>98,83</i>	<i>98,84</i>	<i>98,86</i>	<i>98,37</i>

Варіант 00

<i>92,93</i>	<i>92,81</i>	<i>92,74</i>	<i>92,70</i>	<i>93,32</i>
<i>92,87</i>	<i>92,34</i>	<i>92,22</i>	<i>92,33</i>	<i>93,18</i>
<i>93,19</i>	<i>92,81</i>	<i>92,84</i>	<i>92,91</i>	<i>93,51</i>
<i>93,61</i>	<i>93,52</i>	<i>93,54</i>	<i>93,56</i>	<i>93,68</i>

## Обчислення координат пунктів розімкнутого теодолітного ходу

Порядок дій при камеральній обробці розімкнутого теодолітного ходу.

1. Визначаємо практичну суму вимірних горизонтальних кутів в теодолітному ході  $\sum \beta_{np.}$ .

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів розімкнутого теодолітного ходу:  
– для лівих вимірних кутів

$$\sum \beta_{теор.} = \alpha_{кінц.} - \alpha_{поч.} + 180^\circ \cdot n ; \quad (2.2.1)$$

– для правих вимірних кутів

$$\sum \beta_{теор.} = \alpha_{поч.} - \alpha_{кінц.} + 180^\circ \cdot n , \quad (2.2.2)$$

де  $n$  – кількість кутів у теодолітному ході.

Якщо ці дві суми відрізняються приблизно на  $360^\circ$ , то теоретичну суму можна збільшити або зменшити на  $360^\circ$ .

3. Обчислюємо кутову нев'язку ходу за формулою

$$f_\beta = \sum \beta_{np.} - \sum \beta_{теор.} . \quad (2.2.3)$$

Перевіряємо чи кутова нев'язка не перевищує допустиму. Допустиму кутову нев'язку обчислюємо за наступною формулою

$$f_{\beta_{дон.}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 60'' \sqrt{n} . \quad (2.2.4)$$

Кутову нев'язку порівню розподіляють між кутами при вершинах теодолітного ходу. Поправка у виміряні кути повинна дорівнювати нев'язці з оберненим знаком. Після внесення поправок обчислюються значення виправлених горизонтальних кутів у вершинах теодолітного ходу.

4. Обчислюємо значення дирекційних кутів сторін теодолітного ходу:  
– при вимірних лівих кутах обчислення виконуються за формулою

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_l - 180^\circ ; \quad (2.2.5)$$



Схема  
розімкнутого теодолітного ходу

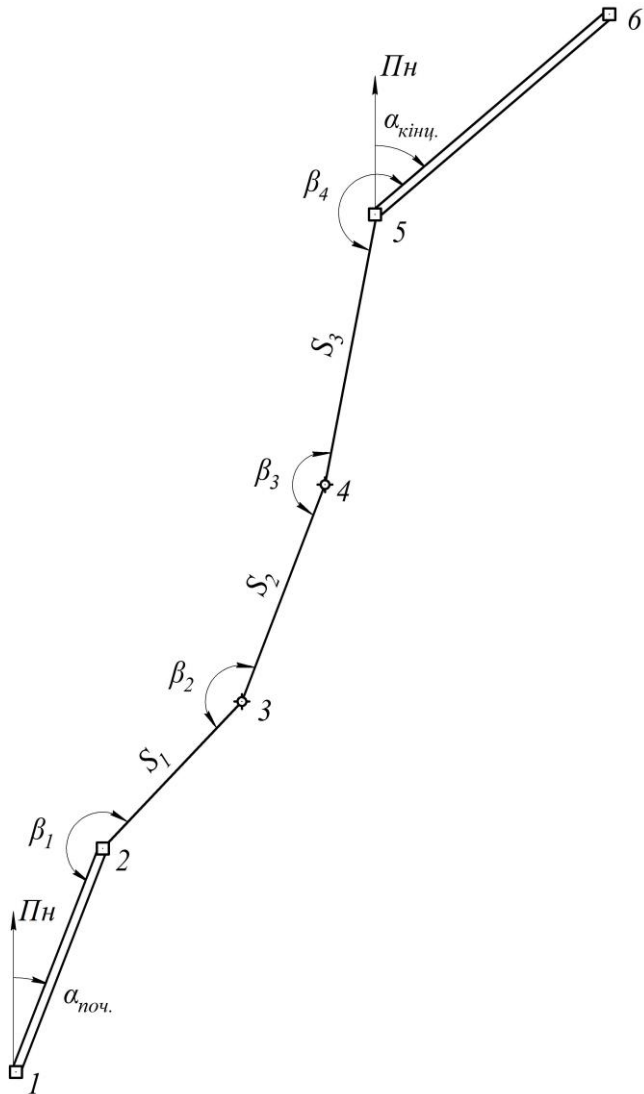


Рис. 2.2.1. Схема розімкнутого теодолітного ходу

– при вимірних правих кутах обчислення виконуються за формулою

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} - \beta_{np} + 180^\circ. \quad (2.2.6)$$

Якщо при обчисленні дирекційного кута його числове значення вийшло від'ємним, його потрібно збільшити на  $360^\circ$ ; якщо значення дирекційного кута більше ніж  $360^\circ$ , то його потрібно зменшити на  $360^\circ$ . Необхідно переконатися, що в кінці ходу обчислене значення дирекційного кута вихідного напрямку точно збігається з його заданим значенням.

5. Виконуємо перехід від дирекційних кутів сторін до румбів за формулами:

$$\begin{aligned} r_{ПнСх} &= \alpha; \\ r_{ПдСх} &= 180^\circ - \alpha; \\ r_{ПдЗх} &= 180^\circ + \alpha; \\ r_{ПнЗх} &= 360^\circ - \alpha. \end{aligned} \quad (2.2.7)$$

6. Знаходимо прирости координат пунктів за формулами:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= S_i \cos \alpha_i; \\ \Delta y_i &= S_i \sin \alpha_i. \end{aligned} \quad (2.2.8)$$

7. Нев'язки приростів координат обчислюємо за формулами

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{np.} - \sum \Delta x_{теор.}; \\ f_y &= \sum \Delta y_{np.} - \sum \Delta y_{теор.}, \end{aligned} \quad (2.2.9)$$

де  $\sum \Delta x_{np.}$  та  $\sum \Delta y_{np.}$  – практичні суми приростів координат, що чисельно дорівнюють алгебраїчній сумі приростів абсцис та ординат відповідно;

$\sum \Delta x_{теор.}$  та  $\sum \Delta y_{теор.}$  – теоретичні суми приростів координат, що у розімкнутому теодолітному ході дорівнюють

$$\begin{aligned} \sum \Delta x_{теор.} &= x_{кінц.} - x_{поч.}; \\ \sum \Delta y_{теор.} &= y_{кінц.} - y_{поч.} \end{aligned} \quad (2.2.10)$$

Потім обчислюємо абсолютну та відносну лінійні нев'язки розімкнутого теодолітного ходу за формулами

$$\begin{aligned} f_{абс.} &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2} ; \\ f_{відн.} &= \frac{f_{абс.}}{\Sigma S} , \end{aligned} \quad (2.2.11)$$

де  $\Sigma S$  – периметр полігону, м.

У випадку, якщо обчислене значення відносної лінійної нев'язки не перевищує допустиме  $f_{дон.} = \frac{1}{1000}$ , то виконується ув'язка приростів координат; в протилежному випадку, необхідно визначити місце в теодолітному ході, де допущена груба помилка при вимірюванні кутів або довжин сторін.

#### 8. Урівнювання приростів координат.

Обчислюємо поправки в прирости абсцис та ординат за наступними формулами

$$\begin{aligned} v_{\Delta x_i} &= -\frac{f_x}{\Sigma S} \cdot S_i ; \\ v_{\Delta y_i} &= -\frac{f_y}{\Sigma S} \cdot S_i . \end{aligned} \quad (2.2.12)$$

Поправку необхідно обчислювати до 0,001 м, а потім заокруглювати до 0,01 м. Контролюється цей етап умовою: *сума поправок повинна дорівнювати лінійній нев'язці з оберненим знаком.*

#### 9. Обчислюємо виправлені значення приростів координат за формулами:

$$\begin{aligned} \Delta x_{i(випр)} &= \Delta x_i + v_{\Delta x_i} ; \\ \Delta y_{i(випр)} &= \Delta y_i + v_{\Delta y_i} . \end{aligned} \quad (2.2.13)$$

Для контролю виправленні значення приростів додають і їх сума повинна дорівнювати теоретичній сумі приростів.

10. Координати точок теодолітного ходу обчислюємо за формулами:

$$\begin{aligned}x_{i+1} &= x_i + \Delta x_{i(\text{теодоліт})}; \\y_{i+1} &= y_i + \Delta y_{i(\text{теодоліт})}.\end{aligned}\tag{2.2.14}$$

Якщо обчислені координати вихідної точки дорівнюють заданим, це означає, що координати обчислені правильно.

## Обчислення координат пунктів розімкнутого теодолітного ходу

**Завдання:** обчислити координати пунктів розімкнутого теодолітного ходу за наведеними нижче вихідними даними та за отриманими результатами побудувати схему розімкнутого теодолітного ходу:

$$\alpha_{\text{поч.}} = 68^{\circ}02,3', \quad \alpha_{\text{кін.}} = 298^{\circ}00,2';$$

$$\beta_1 = 119^{\circ}59,9', \quad \beta_2 = 130^{\circ}58,8', \quad \beta_3 = 133^{\circ}57,8', \quad \beta_4 = 205^{\circ}01,4';$$

$$S_1 = 208,34 \text{ м}, \quad S_2 = 193,42 \text{ м}, \quad S_3 = 203,34 \text{ м};$$

$$2 (1000,00; 1000,00), \quad 5 (1362,64; 699,46).$$

(числові значення наведених вище даних вибираються згідно індивідуального варіанту за двома останніми цифрами номера залікової книжки; див. розділ 6, пункт 6.2)

### Числовий приклад:

Обчислення координат точок розімкнутого теодолітного ходу виконуємо в наступній послідовності:

1. Обчислюємо суму вимірянних кутів в теодолітному ході  $\sum \beta_{\text{пр.}}$ . ( $\sum \beta_{\text{пр.}}$  визначається як сума даних, що знаходяться в стовпчику 2 таблиці 3.2.1). Для нашого ходу маємо:

$$\sum \beta_{\text{пр.}} = 120^{\circ}00,0' + 130^{\circ}59,0' + 133^{\circ}58,0' + 205^{\circ}01,5' = 589^{\circ}58,5'.$$

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів для лівих вимірянних кутів за формулою (2.2.1)

$$\sum \beta_{\text{теор.}} = 298^{\circ}00,2' - 68^{\circ}02,3' + 180^{\circ} \cdot 4 = 949^{\circ}57,9',$$

де  $n$  – кількість кутів у теодолітному ході,  $n = 4$ .

Оскільки  $\sum \beta_{\text{пр.}}$  і  $\sum \beta_{\text{теор.}}$  відрізняються приблизно на  $360^{\circ}$ , то теоретичну суму зменшуємо на  $360^{\circ}$ . Отже кінцеве значення теоретичної суми кутів  $\sum \beta_{\text{теор.}} = 589^{\circ}57,9'$ .

3. Обчислюємо кутову нев'язку ходу за формулою (2.2.3):

$$f_{\beta} = 589^{\circ}58,5' - 589^{\circ}57,9' = 0^{\circ}00,6'.$$

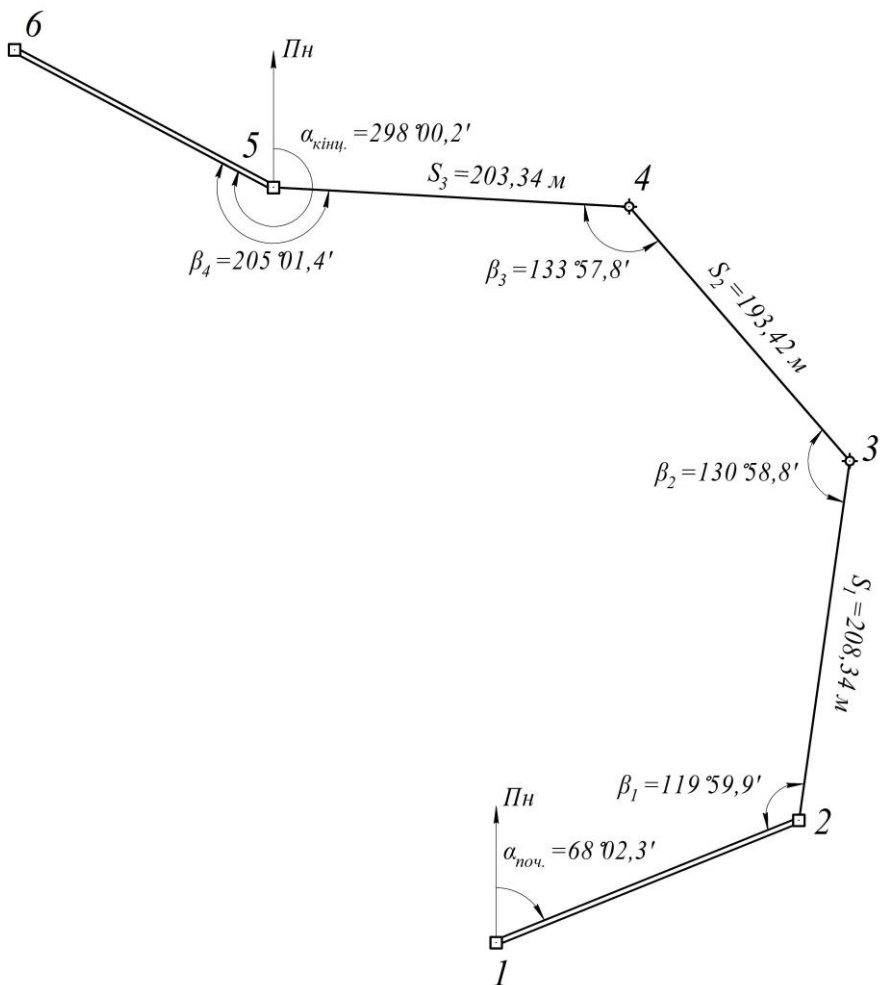


Рис. 3.2.1. Схема розімкнутого теодолітного ходу

Допустиму кутову нев'язку обчислюємо за формулою (2.2.4):

$$f_{\beta_{\text{доп.}}} = \pm 1' \sqrt{4} = \pm 0^{\circ}02,0'.$$

Практична кутова нев'язка не перевищує допустиму  $f_{\beta_{\text{пр.}}} < f_{\beta_{\text{доп.}}}$ , отже можна приступати до ув'язки кутів.

Поправка у виміряні кути повинна дорівнювати нев'язці, взятій з протилежним знаком. Отже, у значення вимірених кутів потрібно внести поправку в розмірі  $-0^{\circ}00,6'$ .

Поправки у розмірі  $-0^{\circ}00,2'$  вносимо в два виміряні кути, що утворені найкоротшими сторонами теодолітного ходу, оскільки похибки взяття відліку при вимірюванні таких кутів більша, тобто при вершинах теодолітного ходу 3 та 4. Поправки в розмірі  $-0^{\circ}00,1'$  вносимо у кути при вершинах теодолітного ходу 2 та 5, про що зробимо відповідні записи в таблиці 3.2.1, стовпчик 3.

Після внесення поправок обчислюємо значення виправлених кутів і записуємо отримані результати в «Журнал обчислення координат точок розімкнутого теодолітного ходу» (таблиця 3.2.1, стовпчик 4).

4. Обчислюємо дирекційні кути усіх сторін ходу за формулою (2.2.5):

$$\begin{aligned}\alpha_{2-3} &= 68^{\circ}02,3' + 119^{\circ}59,9' - 180^{\circ} = 08^{\circ}02,2'; \\ \alpha_{3-4} &= 08^{\circ}02,2' + 130^{\circ}58,8' - 180^{\circ} = 319^{\circ}01,0'; \\ \alpha_{4-5} &= 319^{\circ}01,0' + 133^{\circ}57,9' - 180^{\circ} = 272^{\circ}58,8'; \\ \alpha_{5-6} &= 272^{\circ}58,8' + 205^{\circ}01,4' - 180^{\circ} = 298^{\circ}00,2' .\end{aligned}$$

Значення дирекційного кута  $\alpha_{4-5}$  за результатами розрахунків вийшов менше  $0^{\circ}$ , тому до отриманого значення кута додаємо  $360^{\circ}$ .

Обчислене значення дирекційного кута  $\alpha_{5-6}$  збігається із заданим його значенням, отже значення дирекційних кутів обчислені вірно. Отримані значення дирекційних кутів заносимо до Журналу (стовпчик 5 таблиці 3.2.1).

5. Дирекційні кути сторін переводимо в румби за формулами (2.2.7):

$$\begin{aligned}r_{2-3} &= ПнСх: 08^{\circ}02,2'; \\ r_{3-4} &= ПнЗх: 40^{\circ}59,0'; \\ r_{4-5} &= ПнЗх: 87^{\circ}01,2' .\end{aligned}$$

Запис значень румбів виконуємо в стовпчику 6 (таблиця 3.2.1).

6. Прирости координат знаходимо за формулами (2.2.8). Для нашого теодолітного ходу маємо:

– прирости абсцис  $\Delta x$  пунктів теодолітного ходу:

$$\Delta x_{2-3} = 208,34 \cdot \cos 08^\circ 02,2' = 206,29 \text{ м};$$

$$\Delta x_{3-4} = 193,42 \cdot \cos 319^\circ 01,0' = 146,01 \text{ м};$$

$$\Delta x_{4-5} = 203,34 \cdot \cos 272^\circ 58,8' = 10,57 \text{ м}.$$

– прирости ординат  $\Delta y$  пунктів теодолітного ходу:

$$\Delta y_{2-3} = 208,34 \cdot \sin 08^\circ 02,2' = 29,12 \text{ м};$$

$$\Delta y_{3-4} = 193,42 \cdot \sin 319^\circ 01,0' = -126,85 \text{ м};$$

$$\Delta y_{4-5} = 203,34 \cdot \sin 272^\circ 58,8' = -203,07 \text{ м}.$$

Значення приростів координат точок теодолітного ходу заносимо до Журналу (таблиця 3.2.1) в стовпчик 8 (приріст абсцис) та стовпчик 10 (приріст ординат). При заповненні Журналу приростам абсцис та ординат необхідно приписати відповідні знаки «+» або «-» в залежності від орієнтації румба або значення дирекційного кута.

7. Практична сума приростів дорівнює

$$\sum \Delta x_{np.} = 206,29 + 146,01 + 10,57 = 362,87 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{np.} = 29,12 + (-126,85) + (-203,07) = -300,80 \text{ м}.$$

Теоретичну суму приростів координат обчислюємо за формулою (2.2.10):

$$\sum \Delta x_{теор.} = 1362,64 - 1000,00 = 362,64 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{теор.} = 699,46 - 1000,00 = -300,54 \text{ м}.$$

Нев'язки приростів координат обчислюємо за формулами (2.2.9):

$$f_x = 362,87 + (-362,64) = +0,23 \text{ м};$$



$$f_y = -300,80 - (-300,54) = -0,26 \text{ м}.$$

Обчислюємо абсолютну та відносну лінійні нев'язки розімкненого теодолітного ходу за формулами (2.2.11):

$$f_{абс.} = \sqrt{(+0,23)^2 + (-0,26)^2} = 0,35 \text{ м};$$

$$f_{відн.} = \frac{0,35}{605,10} = \frac{1}{1729}.$$

Для теодолітного ходу даної точності допустима лінійна нев'язка становить  $\frac{1}{1000}$ . Як видно з отриманих результатів, отримане значення відносної лінійної нев'язки не перевищує допустимого  $f_{відн.} = \frac{1}{1729} < f_{дон.} = \frac{1}{1000}$ , тому можна виконувати ув'язку обчислених приростів.

#### 8. Ув'язка приростів координат пунктів.

Спочатку обчислюємо поправки в прирости абсцис та ординат за формулами (2.2.12), при цьому враховуємо, що поправку в прирости обчислюємо до 0,001 м, а потім заокруглюємо до 0,01 м.

Поправки в прирости абсцис:

$$v_{x_{2-3}} = -\frac{+0,23}{605,10} \cdot 208,34 = -0,079 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x_{2-3}} = -0,08 \text{ м};$$

$$v_{x_{3-4}} = -\frac{+0,23}{605,10} \cdot 193,42 = -0,074 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x_{3-4}} = -0,07 \text{ м};$$

$$v_{x_{3-4}} = -\frac{+0,23}{605,10} \cdot 203,34 = -0,077 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x_{4-5}} = -0,08 \text{ м}.$$

Поправки в прирости ординат:

$$v_{y_{2-3}} = -\frac{-0,26}{605,10} \cdot 208,34 = +0,090 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{2-3}} = +0,09 \text{ м};$$

$$v_{y_{3-4}} = -\frac{-0,26}{605,10} \cdot 193,42 = +0,083 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{3-4}} = +0,08 \text{ м};$$

$$v_{y_{4-5}} = -\frac{-0,26}{605,10} \cdot 203,34 = +0,087 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{3-4}} = +0,09 \text{ м}.$$

Контролюється цей етап умовою: сума поправок повинна дорівнювати лінійній нев'язці з протилежним знаком.

$$\sum v_{x_i} = -0,08 + (-0,07) + (-0,08) = -0,23 \text{ м},$$

$$f_x = +0,23 \text{ м};$$

$$\sum v_{y_i} = +0,09 + 0,08 + 0,09 = +0,26 \text{ м},$$

$$f_y = -0,26 \text{ м}.$$

Умова виконується.

9. Обчислюємо виправлені значення приростів координат за формулами (2.2.13). Тобто вводимо поправки у відповідні значення приростів абсцис та ординат, а виправлені значення записуємо у стовпчики 12 і 13 відповідно (таблиця 3.2.1).

Виправлені значення приростів абсцис:

$$\Delta x_{3(\text{випр})} = +206,29 + (-0,08) = +206,21 \text{ м};$$

$$\Delta x_{4(\text{випр})} = +146,01 + (-0,07) = +145,94 \text{ м};$$

$$\Delta x_{5(\text{випр})} = +10,57 + (-0,08) = +10,49 \text{ м}.$$

Виправлені значення приростів ординат:

$$\Delta y_{3(\text{випр})} = +29,12 + 0,09 = +29,21 \text{ м};$$

$$\Delta y_{4(\text{випр})} = -126,85 + 0,08 = -126,77 \text{ м};$$

$$\Delta y_{5(\text{випр})} = -203,07 + 0,09 = -202,98 \text{ м}.$$

Для контролю виправлені значення приростів додають; їх сума повинна дорівнювати теоретичній сумі приростів координат.

$$\sum \Delta x_{i(\text{випр})} = +206,21 + 145,94 + 10,49 = +362,64 \text{ м},$$

$$\sum \Delta x_{\text{теор.}} = +362,64 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{i(\text{супр})} = +29,21 - 126,77 - 202,98 = -300,54 \text{ м},$$

$$\sum \Delta y_{\text{теор}} = -300,54 \text{ м}.$$

Умова виконується.

10. Обчислюємо координати точок теодолітного ходу за формулами (2.2.14), прийнявши за вихідну точку 2 з координатами  $x_2 = 1000,00 \text{ м}$ ;  $y_2 = 1000,00 \text{ м}$ :

$$x_3 = 1000,00 + 206,21 = 1206,21 \text{ м};$$

$$x_4 = 1206,21 + 145,94 = 1352,15 \text{ м}.$$

$$y_3 = 1000,00 + 29,21 = 1029,21 \text{ м};$$

$$y_4 = 1029,21 + (-126,77) = 902,44 \text{ м}.$$

Для контролю правильності обчислення координат точок теодолітного ходу обчислюємо координати точки 5:

$$x_5 = 1352,15 + 10,49 = 1362,64 \text{ м};$$

$$y_5 = 902,44 + (-202,98) = 699,46 \text{ м}.$$

Обчислені координати точка 5 дорівнюють заданим, отже координати точок розімкнутого теодолітного ходу обчислені вірно.

### Журнал обчислення координат точок розімкнутого теодолітного ходу

Точка	Вимірний кут	Поправка	Виправлений кут	Дирекційний кут	Румб	Довжина сторін, м	Прирости обчислені				Прирости виправлені		Координати	
							$\Delta x$	поправка	$\Delta y$	поправка	$\Delta x$	$\Delta y$	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1				68°02,3'										
2	120°00,0'	-0°01,0'	119°59,9'	08°02,2'	ПнСх: 08°02,1'	208,34	+206,29	-0,08	+29,12	+0,09	+206,21	+29,21	1000,00	1000,00
3	130°59,0'	-0°02,0'	130°58,8'	319°00,8'	ПнЗх: 40°59,0'	193,42	+146,01	-0,07	-126,86	+0,08	+145,94	-126,77	1206,21	1029,21
4	133°58,0'	-0°02,0'	133°57,8'	272°58,8'	ПнЗх: 87°01,2'	203,34	+10,57	-0,08	-203,07	+0,09	+10,49	-202,98	1352,15	902,44
5	205°01,5'	-0°01,0'	205°01,4'	298°00,2'									1362,64	699,46
6														
	$\Sigma \beta_{np.} = 589°58,5'$					$\Sigma S = 605,10$	$\Sigma \Delta x_{np.} = + 362,87$		$\Sigma \Delta y_{np.} = - 300,80$					
	$\Sigma \beta_{теор.} = 589°57,9'$						$\Sigma \Delta x_{теор.} = + 362,64$		$\Sigma \Delta y_{теор.} = - 300,54$					
	$f_{\beta} = + 0°00,6'$						$f_x = + 0,23$		$f_y = - 0,26$					
	$f_{\beta_{дон.}} = \pm 0°02,0'$						$f_{абс.} = \sqrt{(+ 0,23)^2 + (- 0,26)^2} = 0,35$							
							$f_{відн.} = \frac{1}{1729} < f_{дон.} = \frac{1}{1000}$							

Обчислення виконав:

## Обчислення координат пунктів розімкненого теодолітного ходу

Таблиця №2

№ варіанту	Дирекційні кути, $\alpha$		Координати початкової точки, м		Координати кінцевої точки, м		Виміряні горизонтальні кути (ліві по ходу)				Виміряні довжини сторін, м		
	початковий	кінцевий	$X_2$	$Y_2$	$X_5$	$Y_5$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
01	60°01,1'	10°01,1'	1000,00	1000,00	1528,27	917,73	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,80	193,46
02	60°02,2'	10°02,0'	1000,00	1000,00	1528,10	917,91	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,60	193,46
03	60°03,3'	10°03,0'	1000,00	1000,00	1527,92	918,10	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,40	193,46
04	60°04,4'	10°04,0'	1000,00	1000,00	1527,75	918,28	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,20	193,46
05	60°05,5'	10°05,0'	1000,00	1000,00	1527,58	918,47	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,00	193,46
06	60°02,2'	10°06,0'	1000,00	1000,00	1527,40	918,65	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,8'	177,54	205,25	192,65
07	60°03,3'	10°07,0'	1000,00	1000,00	1527,23	918,83	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,5'	178,52	203,54	193,46
08	60°04,4'	10°08,0'	1000,00	1000,00	1527,05	919,02	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,5'	177,65	204,58	192,85
09	60°05,5'	10°09,0'	1000,00	1000,00	1526,88	919,20	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,1'	178,25	203,79	193,27
10	60°02,2'	10°10,0'	1000,00	1000,00	1526,71	919,39	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°09,1'	178,75	204,26	191,91
11	60°12,1'	10°11,0'	1000,00	1000,00	1526,53	919,57	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,80	193,46
12	60°13,2'	10°12,0'	1000,00	1000,00	1526,36	919,75	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,60	193,46
13	60°14,3'	10°13,0'	1000,00	1000,00	1526,18	919,94	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,40	193,46
14	60°15,4'	10°14,0'	1000,00	1000,00	1526,01	920,12	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,20	193,46
15	60°16,5'	10°15,0'	1000,00	1000,00	1525,83	920,30	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,00	193,46
16	60°17,6'	10°16,0'	1000,00	1000,00	1525,66	920,48	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,80	193,46
17	60°18,7'	10°17,0'	1000,00	1000,00	1525,48	920,66	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,60	193,46
18	60°19,8'	10°18,0'	1000,00	1000,00	1525,31	920,85	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,40	193,46
19	60°20,9'	10°19,0'	1000,00	1000,00	1525,13	921,03	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,20	193,46
20	60°22,0'	10°20,0'	1000,00	1000,00	1524,96	921,21	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,00	193,46
21	60°23,0'	10°21,0'	1000,00	1000,00	1524,78	921,40	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,80	193,46
22	60°24,1'	10°22,0'	1000,00	1000,00	1524,61	921,59	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,60	193,46
23	60°25,0'	10°22,9'	1000,00	1000,00	1524,44	921,78	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,41	193,46
24	60°26,1'	10°23,4'	1000,00	1000,00	1524,25	921,97	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,20	193,46
25	60°27,2'	10°24,8'	1000,00	1000,00	1524,03	922,15	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,01	193,46

Продовження таблиці №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
26	60°28,3'	10°25,4'	1000,00	1000,00	1523,85	922,36	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,82	193,46
27	60°29,4'	10°26,8'	1000,00	1000,00	1523,66	922,51	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,63	193,46
28	60°30,5'	10°27,6'	1000,00	1000,00	1523,58	922,70	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,42	193,46
29	60°31,5'	10°28,7'	1000,00	1000,00	1523,39	922,88	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,21	193,46
30	60°32,6'	10°29,8'	1000,00	1000,00	1523,22	923,06	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,02	193,46
31	60°33,7'	10°32,0'	1000,00	1000,00	1523,04	923,24	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,82	193,46
32	60°34,7'	10°32,9'	1000,00	1000,00	1522,86	923,43	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,63	193,46
33	60°35,8'	10°33,8'	1000,00	1000,00	1522,67	923,84	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,44	193,46
34	60°36,9'	10°35,9'	1000,00	1000,00	1522,47	923,95	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,22	193,46
35	60°38,0'	10°35,6'	1000,00	1000,00	1522,28	924,12	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,03	193,46
36	60°39,1'	10°36,6'	1000,00	1000,00	1522,18	924,40	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,81	193,46
37	60°40,2'	10°37,7'	1000,00	1000,00	1521,94	924,59	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,60	193,46
38	60°41,3'	10°38,8'	1000,00	1000,00	1521,76	924,77	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,40	193,46
39	60°42,4'	10°39,9'	1000,00	1000,00	1521,58	925,00	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,20	193,46
40	60°43,5'	10°41,5'	1000,00	1000,00	1521,50	925,15	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,00	193,46
41	70°01,1'	20°01,0'	1000,00	1000,00	1524,53	1010,71	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	173,52	204,01	188,18
42	70°02,2'	20°02,0'	1000,00	1000,00	1534,33	1010,86	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,60	193,46
43	70°03,3'	20°03,0'	1000,00	1000,00	1534,13	1011,02	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,40	193,46
44	70°04,4'	20°04,0'	1000,00	1000,00	1533,92	1011,17	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,20	193,46
45	70°05,5'	20°05,0'	1000,00	1000,00	1533,72	1011,32	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,00	193,46
46	70°06,6'	20°06,0'	1000,00	1000,00	1533,52	1011,47	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,80	193,46
47	70°07,7'	20°07,0'	1000,00	1000,00	1533,31	1011,62	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,60	193,46
48	70°08,8'	20°08,0'	1000,00	1000,00	1533,11	1011,77	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,40	193,46
49	70°09,9'	20°09,0'	1000,00	1000,00	1532,91	1011,92	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,20	193,46
50	70°11,0'	20°10,0'	1000,00	1000,00	1532,70	1012,07	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,00	193,46
51	70°12,1'	20°11,0'	1000,00	1000,00	1532,50	1012,22	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,80	193,46
52	70°13,2'	20°12,0'	1000,00	1000,00	1532,29	1012,37	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,60	193,46
53	70°14,3'	20°13,0'	1000,00	1000,00	1532,00	1012,52	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,40	193,46
54	70°15,4'	20°14,0'	1000,00	1000,00	1531,89	1012,67	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,20	193,46
55	70°16,5'	20°15,0'	1000,00	1000,00	1531,69	1012,82	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,00	193,46
56	70°17,6'	20°16,0'	1000,00	1000,00	1531,49	1012,97	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,80	193,46
57	70°18,7'	20°17,0'	1000,00	1000,00	1531,30	1013,12	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,60	193,46

## Продовження таблиці №2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
58	70°19,8'	20°18,0'	1000,00	1000,00	1531,09	1013,27	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,40	193,46
59	70°20,9'	20°19,0'	1000,00	1000,00	1530,89	1013,42	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,20	193,46
60	70°22,0'	20°20,0'	1000,00	1000,00	1530,69	1013,37	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,00	193,46
61	70°23,1'	20°21,0'	1000,00	1000,00	1530,40	1013,68	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,80	193,46
62	70°24,2'	20°22,0'	1000,00	1000,00	1530,19	1013,81	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,60	193,46
63	70°25,3'	20°23,9'	1000,00	1000,00	1530,00	1014,00	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,40	193,46
64	70°26,4'	20°24,4'	1000,00	1000,00	1529,87	1014,23	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,20	193,46
65	70°27,5'	20°25,8'	1000,00	1000,00	1529,74	1014,47	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	201,00	193,46
66	70°28,6'	20°26,0'	1000,00	1000,00	1529,55	1014,70	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,80	193,46
67	70°29,7'	20°27,0'	1000,00	1000,00	1529,36	1014,94	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,60	193,46
68	70°30,8'	20°28,0'	1000,00	1000,00	1529,15	1015,08	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,40	193,46
69	70°31,9'	20°29,0'	1000,00	1000,00	1528,96	1015,25	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,20	193,46
70	70°33,0'	20°30,0'	1000,00	1000,00	1528,77	1015,28	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	200,00	193,46
71	70°34,1'	20°31,0'	1000,00	1000,00	1528,58	1015,43	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,83	193,46
72	70°35,2'	20°32,1'	1000,00	1000,00	1528,38	1015,60	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,64	193,46
73	70°36,3'	20°33,8'	1000,00	1000,00	1528,19	1015,75	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,44	193,46
74	70°37,4'	20°34,9'	1000,00	1000,00	1528,10	1015,80	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,23	193,46
75	70°37,5'	20°36,0'	1000,00	1000,00	1528,00	1015,92	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	199,05	193,46
76	70°38,6'	20°37,1'	1000,00	1000,00	1527,84	1016,10	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,86	193,46
77	70°39,7'	20°38,2'	1000,00	1000,00	1527,65	1016,27	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,67	193,46
78	70°40,8'	20°40,0'	1000,00	1000,00	1527,47	1016,48	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,48	193,46
79	70°41,9'	20°41,1'	1000,00	1000,00	1527,18	1016,70	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,29	193,46
80	70°43,0'	20°41,5'	1000,00	1000,00	1526,95	1016,77	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	198,26	193,46
81	80°06,6'	30°05,6'	1000,00	1000,00	1523,50	1103,94	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,80	193,46
82	80°07,6'	30°06,6'	1000,00	1000,00	1523,31	1104,10	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,60	193,46
83	80°08,6'	30°07,6'	1000,00	1000,00	1523,12	1104,20	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,40	193,46
84	80°09,6'	30°08,5'	1000,00	1000,00	1522,97	1104,30	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,20	193,46
85	80°10,5'	30°09,5'	1000,00	1000,00	1522,80	1104,40	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	204,00	193,46
86	80°11,6'	30°10,1'	1000,00	1000,00	1522,42	1104,48	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,80	193,46
87	80°12,7'	30°11,3'	1000,00	1000,00	1522,21	1104,60	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,60	193,46
88	80°13,8'	30°12,4'	1000,00	1000,00	1522,00	1104,70	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,39	193,46
89	80°14,9'	30°13,5'	1000,00	1000,00	1521,80	1104,81	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,21	193,46

*Продовження таблиці №2*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90	80°16,0'	30°14,6'	1000,00	1000,00	1521,58	1104,93	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	203,02	193,46
91	80°17,1'	30°16,1'	1000,00	1000,00	1521,30	1104,98	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,81	193,46
92	80°18,2'	30°17,2'	1000,00	1000,00	1520,85	1105,14	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,60	193,46
93	80°19,3'	30°18,3'	1000,00	1000,00	1520,76	1105,30	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,40	193,46
94	80°20,4'	30°19,4'	1000,00	1000,00	1520,52	1105,48	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,20	193,46
95	80°21,5'	30°20,5'	1000,00	1000,00	1520,33	1105,64	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	202,00	193,46
96	80°01,1'	30°01,1'	1000,00	1000,00	1524,55	1103,37	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,80	193,46
97	80°02,2'	30°02,2'	1000,00	1000,00	1524,33	1103,48	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,60	193,46
98	80°03,3'	30°03,3'	1000,00	1000,00	1524,16	1103,60	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,40	193,46
99	80°04,4'	30°04,4'	1000,00	1000,00	1523,87	1103,71	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,20	193,46
00	80°05,5'	30°05,5'	1000,00	1000,00	1523,65	1103,82	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	177,37	205,00	193,46



## 1.1. Порядок обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу

Обчислення координат точок теодолітного ходу виконується в наступній послідовності:

1. Визначаємо практичну суму виміряних горизонтальних кутів в теодолітному ході  $\sum \beta_{np.}$ .

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів замкнутого теодолітного ходу:  
– для внутрішніх виміряних кутів

$$\sum \beta_{теор.} = 180^\circ \cdot (n - 2); \quad (1.1)$$

– для зовнішніх виміряних кутів

$$\sum \beta_{теор.} = 180^\circ \cdot (n + 2), \quad (1.2)$$

де  $n$  – кількість горизонтальних кутів в замкнутому теодолітному ході.

3. Обчислюємо кутову нев'язку за формулою

$$f_\beta = \sum \beta_{np.} - \sum \beta_{теор.} \quad (1.3)$$

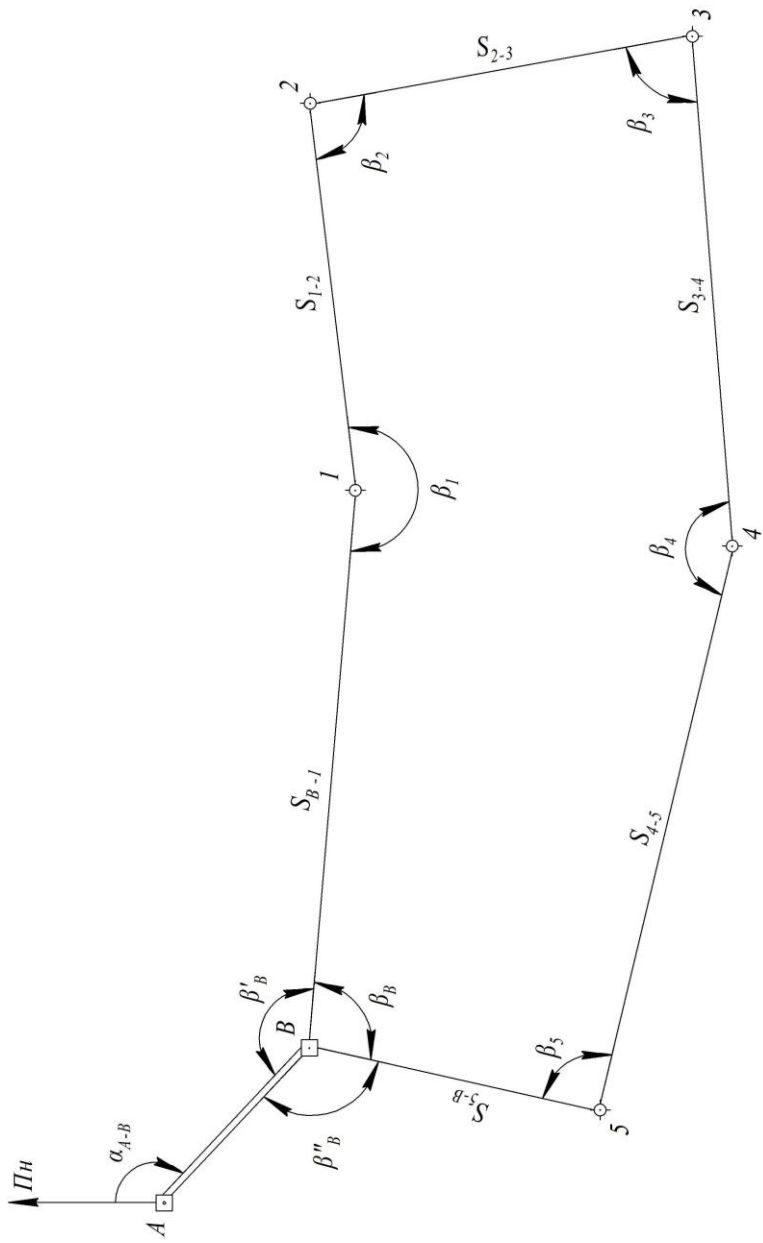


Рис. 1.1. Схема замкнутого теодолитного хода

Перевіряємо чи кутова нев'язка не перевищує допустиму. Допустиму кутову нев'язку обчислюємо за формулою

$$f_{\beta_{\text{доп.}}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 60'' \sqrt{n}. \quad (1.4)$$

Якщо кутова нев'язка не перевищує допустиму, її порівню розподіляють між кутами при вершинах теодолітного ходу. Поправка у виміряні кути повинна дорівнювати нев'язці, взятій з протилежним знаком. Після внесення поправок обчислюються значення виправлених кутів у вершинах теодолітного ходу.

4. Обчислюємо значення дирекційних кутів сторін теодолітного ходу:  
– для виміряних лівих кутів обчислення виконуються за формулою

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_{\text{л}} - 180^\circ; \quad (1.5)$$

- для виміряних правих кутів обчислення виконуються за формулою

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} - \beta_{\text{пр}} + 180^\circ. \quad (1.6)$$

Якщо дирекційний кут виходить від'ємним, його потрібно збільшити на  $360^\circ$ ; якщо дирекційний кут виходить більше ніж  $360^\circ$ , то його потрібно зменшити на  $360^\circ$ . Необхідно переконатися, що в кінці ходу обчислене значення дирекційного кута вихідного напрямку точно збігається з його заданим (початковим) значенням.

5. Дирекційні кути сторін переводимо в румби за формулами:

$$\begin{aligned} r_{\text{ПнСх}} &= \alpha; \\ r_{\text{ПдСх}} &= 180^\circ - \alpha; \\ r_{\text{ПдЗх}} &= 180^\circ + \alpha; \\ r_{\text{ПнЗх}} &= 360^\circ - \alpha. \end{aligned} \quad (1.7)$$

6. Знаходимо прирости координат за формулами прямої задачі геодезії:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= S_i \cos r_i; \\ \Delta y_i &= S_i \sin r_i. \end{aligned} \quad (1.8)$$

При заповненні журналу приростам абсцис та ординат необхідно приписати знаки «+» або «-» в залежності від орієнтації румба або значення дирекційного кута.

### 7. Нев'язки приростів координат обчислюємо за формулами

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{np.} - \sum \Delta x_{теор.} ; \\ f_y &= \sum \Delta y_{np.} - \sum \Delta y_{теор.} , \end{aligned} \quad (1.9)$$

де  $\sum \Delta x_{np.}$  та  $\sum \Delta y_{np.}$  – практичні суми приростів координат, що чисельно дорівнюють алгебраїчній сумі приростів абсцис та ординат відповідно;

$\sum \Delta x_{теор.}$  та  $\sum \Delta y_{теор.}$  – теоретичні суми приростів координат, що в замкнутому теодолітному ході повинні дорівнювати нулю  $\sum \Delta x_{теор.} = 0$  м і  $\sum \Delta y_{теор.} = 0$  м. Тому формула для замкнутого ходу (1.9) спроститься до вигляду

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{np.} ; \\ f_y &= \sum \Delta y_{np.} . \end{aligned} \quad (1.10)$$

Потім обчислюємо абсолютну та відносну лінійні невязки замкнутого теодолітного ходу за формулами

$$\begin{aligned} f_{абс.} &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2} ; \\ f_{відн.} &= \frac{f_{абс.}}{S} , \end{aligned} \quad (1.11)$$

де  $S$  – периметр полігону, м.

У випадку, якщо обчислене значення відносної лінійної невязки не перевищує допустиме  $f_{дон.} = \frac{1}{1000}$ , то виконується ув'язка приростів координат; в протилежному випадку, необхідно визначити місце в теодолітному ході, де допущена груба помилка при вимірюванні кутів або ліній.

### 8. Ув'язка приростів координат.

Обчислюємо поправки в прирости абсцис та ординат за наступними формулами

$$\begin{aligned}
 v_{\Delta x_i} &= -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i; \\
 v_{\Delta y_i} &= -\frac{f_y}{\sum S} \cdot S_i.
 \end{aligned}
 \tag{1.12}$$

Поправку необхідно обчислювати до 0,001 м, а потім заокруглювати до 0,01 м. Контролюється цей етап умовою: *сума поправок повинна дорівнювати лінійній нев'язці з оберненим знаком.*

9. Обчислюємо виправлені значення приростів координат за формулами:

$$\begin{aligned}
 \Delta x_{i(\text{випр})} &= \Delta x_i + v_{\Delta x_i}; \\
 \Delta y_{i(\text{випр})} &= \Delta y_i + v_{\Delta y_i}.
 \end{aligned}
 \tag{1.13}$$

Для контролю виправленні значення приростів додаємо; їх сума повинна дорівнювати нулю.

10. Координати точок теодолітного ходу обчислюємо за формулами прямої задачі геодезії:

$$\begin{aligned}
 x_{i+1} &= x_i + \Delta x_{i(\text{випр})}; \\
 y_{i+1} &= y_i + \Delta y_{i(\text{випр})}.
 \end{aligned}
 \tag{1.14}$$

Якщо обчислені координати вихідної точки дорівнюють заданим, це означає, що координати обчислені правильно.

## 1.2. Приклад обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу

В даній роботі розглядається стандартний замкнутий теодолітний хід. Схема теодолітного ходу наведена на *рис. 1.2*. Вихідними даними при прокладанні даного ходу є дирекційний кут вихідного напрямку  $\alpha_{A-B}$  та координати точки  $B(x_B; y_B)$ . В процесі польових робіт були виміряні внутрішні (в даному випадку праві по ходу) горизонтальні кути  $\beta_i$  та довжини сторін  $S_i$ . Прив'язка теодолітного ходу до вихідного напрямку виконувалась шляхом вимірювання горизонтального примічного кута  $\beta'_B$  і контрольного примічного кута  $\beta''_B$ .

Обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу виконуємо в наступній послідовності:

1. Обчислюємо суму виміряних кутів в теодолітному ході  $\sum \beta_{np.}$  ( $\sum \beta_{np.}$  визначається як сума даних, що знаходиться в стовпчику 2 *таблиці 1.1*). Для нашого теодолітного ходу маємо:

$$\sum \beta_{np.} = 204^{\circ}05' + 81^{\circ}24' + 93^{\circ}28' + 151^{\circ}24' + 89^{\circ}40' + 99^{\circ}57' = 719^{\circ}58'.$$

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів замкнутого теодолітного ходу за формулою (1.1):

$$\sum \beta_{теор.} = 180^{\circ} \cdot (6 - 2) = 720^{\circ}00',$$

де  $n$  – кількість горизонтальних кутів в замкнутому теодолітному ході,  $n = 6$ .

3. Обчислюємо практичну кутову нев'язку за формулою (1.3):

$$f_{\beta} = 719^{\circ}58' - 720^{\circ}00' = -0^{\circ}02'.$$

Допустиму кутову нев'язку обчислюємо за формулою (1.4):

$$f_{\beta_{доп.}} = \pm 1' \sqrt{6} = \pm 0^{\circ}02,45'.$$

Практична кутова нев'язка не перевищує допустиму  $f_{\beta_{np.}} < f_{\beta_{доп.}}$ , отже можна приступати до ув'язки кутів.

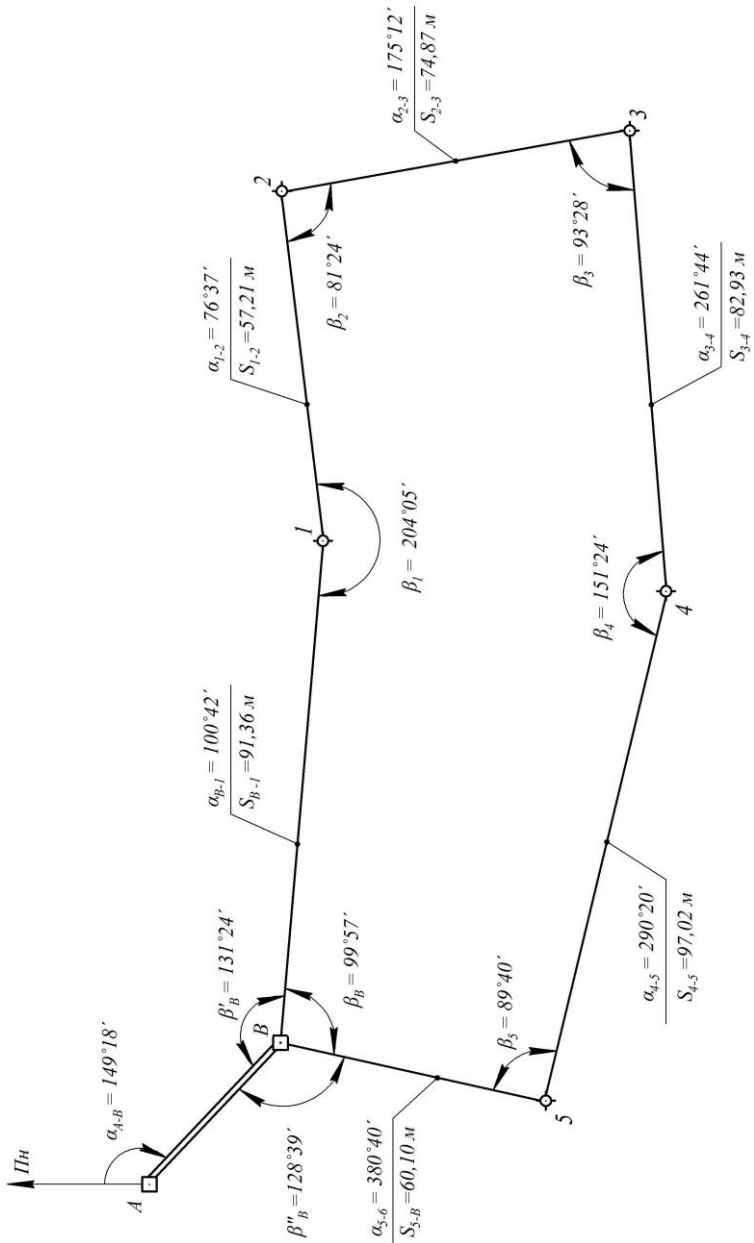


Рис. 1.2. Схема замкнутого теодолітного ходу із числовими значеннями виміряних та обчислених параметрів

Поправка у виміряні кути повинна дорівнювати нев'язці, взятій з протилежним знаком. Отже у значення виміряних кутів потрібно внести поправку  $+0^{\circ}02'$ .

Для спрощення розрахунків вносимо поправки  $0^{\circ}01'$  в два виміряні кути, що утворені найкоротшими сторонами теодолітного ходу, оскільки похибки взяття відліку при вимірюванні таких кутів більша. В нашому випадку кутову нев'язку порівну розділимо між кутами при вершинах теодолітного ходу 2 та В, про що зробимо відповідні записи в *таблиці 1.1*, стовпчик 3.

Після внесення поправок обчислюємо значення виправлених кутів і записуємо отримані результати в «Журнал обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу» (*таблиця 1.1*, стовпчик 4).

4. Дирекційні кути сторін теодолітного ходу обчислюємо в такій послідовності: спочатку за дирекційним кутом вихідної сторони  $\alpha_{A-B}$  та примичним кутом  $\beta'_B$  необхідно обчислити дирекційний кут першої сторони теодолітного ходу. Згідно *рис. 1.2* маємо

$$\alpha_{B-1} = 149^{\circ}18' + 131^{\circ}24' - 180^{\circ} = 100^{\circ}42'.$$

Дирекційні кути всіх наступних сторін теодолітного ходу обчислюємо за отриманим значенням дирекційного кута першої сторони теодолітного ходу  $\alpha_{B-1}$  та по виправленим значенням горизонтальних кутів за формулою (1.6). Обчислення виконуємо послідовно наступним чином:

$$\alpha_{1-2} = 100^{\circ}42' - 204^{\circ}05' + 180^{\circ} = 76^{\circ}37';$$

$$\alpha_{2-3} = 76^{\circ}37' - 81^{\circ}25' + 180^{\circ} = 175^{\circ}12';$$

$$\alpha_{3-4} = 175^{\circ}12' - 93^{\circ}28' + 180^{\circ} = 261^{\circ}44';$$

$$\alpha_{4-5} = 261^{\circ}44' - 151^{\circ}24' + 180^{\circ} = 290^{\circ}20';$$

$$\alpha_{5-B} = 290^{\circ}20' - 89^{\circ}40' + 180^{\circ} = 380^{\circ}40'.$$

Останній кут більший ніж  $360^{\circ}$ , тому від отриманого значення кута слід відняти  $360^{\circ}$ :

$$\alpha_{5-B} = 380^{\circ}40' - 360^{\circ}00' = 20^{\circ}40'.$$

Для контролю правильності обчислення дирекційних кутів обчислюємо значення вихідного дирекційного кута, яке повинно дорівнювати заданому:

$$\alpha_{B-1} = \alpha_{5-B} - \beta_B + 180^{\circ} = 20^{\circ}40' - 99^{\circ}58' + 180^{\circ} = 100^{\circ}42'.$$



Умова виконується, отже значення дирекційних кутів обчислені вірно. Отримані значення дирекційних кутів заносимо до Журналу (стовпчик 5 таблиці 1.1).

5. Дирекційні кути сторін переводимо в румби за формулами (1.7):

$$r_{B-1} = П\partial Cx: 79^{\circ}18';$$

$$r_{1-2} = Пн Cx: 76^{\circ}37';$$

$$r_{2-3} = П\partial Cx: 04^{\circ}48';$$

$$r_{3-4} = П\partial 3x: 81^{\circ}44';$$

$$r_{4-5} = Пн 3x: 69^{\circ}40';$$

$$r_{5-B} = Пн 3x: 20^{\circ}40'.$$

Запис значень румбів виконуємо в стовпчик 6 (таблиця 1.1).

6. Прирости координат знаходимо за формулами (1.8). Для нашого теодолітного ходу маємо:

– прирости абсцис точок теодолітного ходу:

$$\Delta x_{B-1} = 91,36 \cdot \cos 79^{\circ}18' = 16,96 \text{ м};$$

$$\Delta x_{1-2} = 57,21 \cdot \cos 76^{\circ}37' = 13,24 \text{ м};$$

$$\Delta x_{2-3} = 74,87 \cdot \cos 04^{\circ}48' = 74,61 \text{ м};$$

$$\Delta x_{3-4} = 82,93 \cdot \cos 81^{\circ}44' = 11,92 \text{ м};$$

$$\Delta x_{4-5} = 97,02 \cdot \cos 69^{\circ}40' = 33,71 \text{ м};$$

$$\Delta x_{5-B} = 60,10 \cdot \cos 20^{\circ}40' = 56,23 \text{ м}.$$

– прирости ординат точок теодолітного ходу:

$$\Delta y_{B-1} = 91,36 \cdot \sin 79^{\circ}18' = 89,77 \text{ м};$$

$$\Delta y_{1-2} = 57,21 \cdot \sin 76^{\circ}37' = 55,66 \text{ м};$$

$$\Delta y_{2-3} = 74,87 \cdot \sin 04^{\circ}48' = 6,26 \text{ м};$$

$$\Delta y_{3-4} = 82,93 \cdot \sin 81^{\circ}44' = 82,07 \text{ м};$$

$$\Delta y_{4-5} = 97,02 \cdot \sin 69^{\circ}40' = 90,97 \text{ м};$$

$$\Delta y_{5-B} = 60,10 \cdot \sin 20^{\circ}40' = 21,21 \text{ м}.$$

Значення приростів координат точок теодолітного ходу заносимо до Журналу (таблиця 1.1) в стовпчик 8 (приріст абсцис) та стовпчик 10 (приріст ординат). При заповненні Журналу приростам абсцис та ординат необхідно

приписати відповідні знаки, «+» або «-» в залежності від орієнтації румба або значення дирекційного кута.

7. Нев'язки приростів координат замкнутого теодолітного ходу знаходимо за формулами (1.10):

$$f_x = -16,96 + 13,24 + (-74,61) + (-11,92) + 33,71 + 56,23 = -0,31 \text{ м};$$

$$f_y = +89,77 + 55,66 + 6,26 + (-82,07) + (-90,97) + 21,21 = -0,14 \text{ м}.$$

Обчислюємо абсолютну та відносну лінійні невязки замкнутого теодолітного ходу за формулами (1.11):

$$f_{абс} = \sqrt{(-0,31)^2 + (-0,14)^2} = 0,34 \text{ м};$$

$$f_{відн} = \frac{0,34}{463,49} = \frac{1}{1363}.$$

Для теодолітного ходу допустима лінійна невязка становить  $\frac{1}{1000}$ . Як видно з отриманих результатів, отримане значення відносної лінійної невязки не перевищує допустимого  $f_{відн} = \frac{1}{1363} < f_{доп} = \frac{1}{1000}$ , тому можна виконувати ув'язку обчислених приростів.

8. Ув'язка приростів координат.

Спочатку обчислюємо поправки в прирости абсцис та ординат за формулами (1.12), при цьому враховуємо, що поправку в прирости обчислюємо до 0,001 м, а потім заокруглюємо до 0,01 м.

Поправки в прирости абсцис:

$$v_{xB-1} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 91,36 = 0,061 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{xB-1} = +0,06 \text{ м};$$

$$v_{x1-2} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 57,21 = 0,038 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x1-2} = +0,04 \text{ м};$$

$$v_{x2-3} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 74,87 = 0,050 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x2-3} = +0,05 \text{ м};$$

$$v_{x3-4} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 82,93 = 0,055 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x3-4} = +0,05 \text{ м};$$

$$v_{x_{4-5}} = -\frac{-0,31}{463,49} \cdot 97,02 = 0,065 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x_{4-5}} = +0,07 \text{ м};$$

$$v_{x_{5-B}} = -\frac{-0,31}{463,49} \cdot 60,10 = 0,040 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{x_{5-B}} = +0,04 \text{ м}.$$

Поправки в прирости ординат:

$$v_{y_{B-1}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 91,36 = 0,028 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{B-1}} = +0,03 \text{ м};$$

$$v_{y_{1-2}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 57,21 = 0,017 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{1-2}} = +0,01 \text{ м};$$

$$v_{y_{2-3}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 74,87 = 0,023 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{2-3}} = +0,02 \text{ м};$$

$$v_{y_{3-4}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 82,93 = 0,025 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{3-4}} = +0,03 \text{ м};$$

$$v_{y_{4-5}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 97,02 = 0,029 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{4-5}} = +0,03 \text{ м};$$

$$v_{y_{5-B}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 60,10 = 0,018 \text{ м}, \text{ приймаємо } v_{y_{5-B}} = +0,02 \text{ м}.$$

Контролюється цей етап умовою: *сума поправок повинна дорівнювати лінійній нев'язці з оберненим знаком.*

$$\sum v_{x_i} = +0,06 + 0,04 + 0,05 + 0,05 + 0,07 + 0,04 = +0,31 \text{ м},$$

$$f_x = -0,31 \text{ м};$$

$$\sum v_{y_i} = +0,03 + 0,01 + 0,02 + 0,03 + 0,03 + 0,02 = +0,14 \text{ м},$$

$$f_y = -0,14 \text{ м}.$$

Умова виконується.

9. Обчислюємо виправлені значення приростів координат за формулами (1.13). Тобто вводимо поправки у відповідні значення приростів абсцис та ординат, а виправленні значення записуємо у стовпчики 12 і 13 відповідно (*таблиця 1.1*).

Виправлені значення приростів абсцис:

$$\Delta x_{1(\text{випр})} = -16,96 + 0,06 = -16,90 \text{ м};$$

$$\Delta x_{2(\text{випр})} = +13,24 + 0,04 = +13,28 \text{ м};$$

$$\Delta x_{3(\text{випр})} = -74,61 + 0,05 = -74,56 \text{ м};$$

$$\Delta x_{4(\text{випр})} = -11,92 + 0,05 = -11,87 \text{ м};$$

$$\Delta x_{5(\text{випр})} = +33,71 + 0,07 = +33,78 \text{ м};$$

$$\Delta x_{B(\text{випр})} = +56,23 + 0,04 = +56,27 \text{ м}.$$

Виправлені значення приростів ординат:

$$\Delta y_{1(\text{випр})} = +89,77 + 0,03 = +89,80 \text{ м};$$

$$\Delta y_{2(\text{випр})} = +55,66 + 0,01 = 55,67 \text{ м};$$

$$\Delta y_{3(\text{випр})} = +6,26 + 0,02 = +6,28 \text{ м};$$

$$\Delta y_{4(\text{випр})} = -82,07 + 0,03 = -82,04 \text{ м};$$

$$\Delta y_{5(\text{випр})} = -90,97 + 0,03 = -90,94 \text{ м};$$

$$\Delta y_{B(\text{випр})} = +21,21 + 0,02 = +21,23 \text{ м}.$$

Для контролю виправленні значення приростів додають, а їх сума повинна дорівнювати нулю.

$$\sum \Delta x_{i(\text{випр})} = -16,90 + 13,28 + (-74,56) + (-11,87) + 33,78 + 56,27 = 0 \text{ м};$$

$$\sum \Delta y_{i(\text{випр})} = +89,80 + 55,67 + 6,28 + (-82,04) + (-90,94) + 21,23 = 0 \text{ м}.$$

Умова виконується.

10. Обчислюємо координати точок теодолітного ходу за формулами (1.14), прийнявши за вихідну точку ходу, точку  $B$  з координатами  $x_B = 500,00 \text{ м}$ ;  $y_B = 500,00 \text{ м}$ :

$$x_1 = 500,00 + (-16,90) = 483,10 \text{ м};$$

$$x_2 = 483,10 + 13,28 = 496,38 \text{ м};$$

$$x_3 = 496,38 + (-74,56) = 421,82 \text{ м};$$

$$x_4 = 421,82 + (-11,87) = 409,95 \text{ м};$$

$$x_5 = 409,95 + 33,78 = 443,73 \text{ м}.$$

$$y_1 = 500,00 + 89,80 = 589,80 \text{ м} ;$$

$$y_2 = 589,80 + 55,67 = 645,47 \text{ м} ;$$

$$y_3 = 645,47 + 6,28 = 651,75 \text{ м} ;$$

$$y_4 = 651,75 + (-82,04) = 569,71 \text{ м} ;$$

$$y_5 = 569,71 + (-90,94) = 478,77 \text{ м} .$$

Для контролю правильності обчислення координат точок теодолітного ходу обчислюємо координати точки  $B$ :

$$x_B = 443,73 + 56,27 = 500,00 \text{ м} ;$$

$$y_B = 478,77 + 21,23 = 500,00 \text{ м} .$$

Обчислені координати вихідної точки дорівнюють заданим, отже координати точок замкнутого теодолітного ходу обчислені вірно.

Таблиця 1.1

## Журнал обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу

Точка	Вимірний кут	Поправка	Виправлений кут	Дирекційний кут	Румб	Довжина сторони, м	Прирости обчислені, м				Прирости виправлені, м		Координати, м	
							$\Delta x$	поп- равка	$\Delta y$	поп- равка	$\Delta x$	$\Delta y$	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
В														
				100°42'	ПдСх: 79°18'	91,36	-16,96	+0,06	+89,77	+0,03	-16,90	+89,80	+500,00	+500,00
1	204°05'	0	204°05'	76°37'	ПнСх: 76°37'	57,21	+13,24	+0,04	+55,66	+0,01	+13,28	+55,67	+483,10	+589,80
2	81°24'	+ 0°01'	81°25'	175°12'	ПдСх: 04°48'	74,87	-74,61	+0,05	+6,26	+0,02	-74,56	+6,28	+496,38	+645,47
3	93°28'	0	93°28'	261°44'	ПдЗх: 81°44'	82,93	-11,92	+0,05	-82,07	+0,03	-11,87	-82,04	+421,82	+651,75
4	151°24'	0	151°24'	290°20'	ПнЗх: 69°4'	97,02	+33,71	+0,07	-90,97	+0,03	+33,78	-90,94	+409,95	+569,71
5	89°40'	0	89°40'	20°40'	ПнЗх: 20°40'	60,10	+56,23	+0,04	+21,21	+0,02	+56,27	+21,23	+443,73	+478,77
В	99°57'	+ 0°01'	99°58'	100°42'									+500,00	+500,00

$$\sum \beta_{np.} = 719^{\circ}58'$$

$$\sum \beta_{теор.} = 720^{\circ}00'$$

$$f_{\beta} = -0^{\circ}02'$$

$$f_{\beta_{доп.}} = \pm 0^{\circ}02,45'$$

$$\sum S = 463,49 \text{ м} \quad \sum \Delta x_{np.} = -0,31 \text{ м} \quad \sum \Delta y_{np.} = -0,14 \text{ м}$$

$$\sum \Delta x_{теор.} = 0 \quad \sum \Delta y_{теор.} = 0$$

$$f_x = -0,31 \text{ м} \quad f_y = -0,14 \text{ м}$$

$$f_{абс.} = \sqrt{(-0,31)^2 + (-0,14)^2} = 0,34 \text{ м}$$

$$f_{видн} = \frac{1}{1363} < f_{доп.} = \frac{1}{1000}$$

Варіанти завдань (замкнутий теодолітний хід)

	$\alpha_{A-B}$		$X_B$	$Y_B$	$\beta_B$		$\beta_B$		$\beta_1$		$\beta_2$		$\beta_3$		$\beta_4$		$\beta_5$		$S_{B-1}$	$S_{1-2}$	$S_{2-3}$	$S_{3-4}$	$S_{4-5}$	$S_{5-B}$
1	85	42	-13125,4	24200,7	97	14	68	38	201	46	93	31	141	11	107	1	107	55	54,64	113,53	70,01	58,86	142,41	93,45
2	110	12	45500,6	10125,2	179	19	112	19	131	41	126	16	100	22	133	21	115	59	112,41	76,93	56,31	121,89	76,92	55,72
3	56	55	8300,2	15125,3	161	50	141	18	129	46	119	45	93	19	177	26	58	25	123,33	72,98	68,41	122,78	98,09	81,46
4	300	10	-26250,5	-58200,7	79	54	111	45	212	4	75	40	84	2	158	59	77	28	91,02	90,88	116,57	117,2	117,63	73,2
5	25	48	45100,2	26100,8	148	47	98	47	130	53	94	9	124	24	165	34	106	15	133,34	115,63	60,02	91,86	96,47	73,03
6	254	10	17250,5	54250,2	97	4	133	49	91	50	192	29	69	15	158	11	74	28	127,91	45,26	61,28	121,18	83,45	71,39
7	54	26	26400,4	49200,5	58	25	144	49	119	36	137	23	101	57	136	22	79	54	98,74	56,82	57,76	108,89	88,91	71,26
8	321	14	-4150,7	-31125,4	179	35	108	11	149	47	98	50	120	29	123	23	119	18	128,2	94,84	52,87	165,75	73,59	72,65
9	59	23	36540,2	-12125,2	113	29	123	51	145	9	91	6	97	4	206	15	56	34	90,87	83,59	76,95	63,47	115,3	99,24
10	125	54	87425,5	10300,5	92	15	102	40	233	6	72	24	94	35	100	9	117	5	83,74	82,29	92,16	186,68	79,93	80,25
11	48	52	-47140,4	21125,4	105	4	98	2	208	0	58	25	106	29	176	3	73	2	109,16	98,28	129,15	102,04	106,92	123,32
12	187	54	64450,1	47560,2	107	55	105	17	156	42	105	7	108	51	144	54	99	11	95,81	103,37	88,47	89,78	126,54	96,08
13	236	54	12375,3	23750,7	113	57	71	46	179	19	93	46	151	54	94	12	129	5	109,75	100,23	73,86	74,66	165,61	88,06
14	248	51	10225,5	54750,7	88	2	102	1	157	35	112	32	97	15	154	5	96	30	69,57	151,94	64,2	110,19	127,92	97,84
15	89	56	-16200,7	-45750,5	106	45	141	40	110	36	104	9	112	30	189	8	61	55	147,86	104,52	91,57	105,91	96,76	87,15
16	245	35	26175,7	-48125,7	166	2	111	41	146	24	96	40	148	47	137	29	78	58	100,67	69,36	67,71	86,42	105,88	134,33
17	23	24	-16550,5	12100,7	173	48	114	47	161	50	90	38	100	3	181	45	70	59	116,39	124,19	75,27	133,1	117,84	89,48
18	150	50	8525,3	-56425,3	95	32	90	10	174	41	84	18	105	21	150	16	115	13	141,73	99,29	108,71	135,27	94,29	85,78
19	268	43	12500,7	64350,3	109	20	112	12	96	22	76	22	212	25	100	55	121	43	203,19	122,69	108,84	103,12	84,41	90,5
20	63	21	48125,8	12575,4	111	34	109	13	110	33	52	39	216	54	106	45	123	58	172,91	139,21	105,05	108,2	76,65	80,2
21	48	56	-12375,7	56250,6	146	44	98	21	149	5	129	36	86	39	144	58	111	22	129,11	99,56	81,27	136,2	119,34	85,91
22	354	20	25825,7	65250,4	108	18	101	32	149	32	93	10	141	3	128	18	106	24	90,19	152,25	96,87	62,57	161,55	115,17
23	249	6	63450,7	24250,6	134	19	124	10	107	55	135	2	115	47	140	50	96	17	158,87	74,1	80,92	173,63	54,42	124,91
24	254	10	-48725,3	24475,3	93	51	111	37	112	37	56	21	200	2	113	29	125	55	168,37	154,43	89,62	124,72	84,97	78,7
25	324	10	-47125,3	-18250,3	112	15	78	2	162	2	104	51	91	8	153	10	130	46	100,43	146,26	103,54	105,08	126,79	85,72
26	256	24	-15350,7	54125,5	90	38	61	56	168	10	92	15	146	44	113	57	136	57	116,09	136,26	82,08	66,69	137,39	128,37
27	235	20	19350,7	35425,4	84	18	51	50	160	13	100	57	129	16	109	15	168	31	121,54	114,48	78,86	74,94	122,14	96,1
28	350	42	35500,7	18450,7	148	48	108	0	128	12	129	4	112	15	124	26	118	3	169,4	78,38	62,1	169,15	92,81	87,58
29	256	24	-59225,7	11125,7	168	10	106	15	147	32	89	51	129	46	135	35	111	3	84,16	172,85	78,26	107,02	135,54	93,59
30	300	25	-15250,7	-48250,2	70	59	77	57	190	24	88	2	106	47	148	48	108	4	102,22	121,31	77,42	122,12	102,49	98,14
31	100	42	23250,2	56250,2	116	15	107	41	164	27	105	57	92	13	173	48	75	56	93,83	102,86	58,12	79,01	140,29	84,39
32	253	45	41300,7	14325,7	69	15	78	52	112	10	199	2	58	25	129	2	142	31	90,67	57,93	86,93	96,85	76,91	85,94
33	148	52	45400,9	48325,6	212	25	125	28	137	57	105	4	125	25	123	30	102	38	75,94	82,13	61,04	106,24	77,68	82,36
34	52	26	-14125,3	57250,3	146	24	60	12	141	27	125	2	95	32	131	47	166	2	134,46	73,53	71,44	100,88	63,57	86,1
35	265	34	56400,2	34250,2	96	22	90	11	164	12	105	28	126	17	124	34	109	20	113,62	90,84	66,42	65,97	156,45	77,64

36	123	56	-54250,2	-10150,2	111	34	51	34	164	47	120	33	132	49	93	51	156	24	96,16	113,51	69,18	69,62	124,85	123,96
37	330	0	12125,2	12350,2	144	45	120	9	120	6	150	6	113	24	116	36	99	41	39,83	85,68	98,18	67,56	120,09	141,5
38	129	24	-12125,2	46200,2	106	45	114	7	152	21	108	18	114	44	135	56	94	32	87,9	107,15	74,78	89,91	137,34	89,38
39	54	12	10350,2	-68250,2	168	31	46	31	159	33	114	54	98	44	120	42	179	35	116,59	85,67	64,65	93,77	78,46	81,66
40	48	56	24150,2	56150,5	128	12	134	4	155	51	90	9	111	34	130	5	98	19	82,31	88,91	100,7	117,73	90,14	71,94
41	345	25	-12250,5	24350,2	88	2	91	47	170	56	118	2	101	15	134	19	103	43	84,28	95,88	77,24	104,45	121,51	108,26
42	42	19	-24425,8	-76150,2	95	32	108	36	161	57	100	22	104	27	163	39	81	1	124,83	95,54	76,11	92,62	146,34	96,49
43	44	9	-12125,8	24625,8	23	54	188	18	89	30	139	54	114	18	98	36	89	24	41,64	76,06	110,12	81,02	151,15	89,05
44	329	21	56475,8	-7125,2	124	48	127	6	66	30	231	54	65	45	95	57	132	49	79,2	103,08	71,1	128,04	76,09	114,54
45	186	54	48500,1	32350	155	51	112	20	150	4	103	40	114	3	140	16	99	39	96,39	106,83	62,91	92,1	123,71	65,6
46	90	15	52250,2	-23450,2	108	18	66	49	158	3	130	53	124	58	95	58	143	21	95,77	90,95	73,81	77,89	133,54	108,39
47	56	24	28075,7	-59325,2	98	44	98	6	166	42	80	26	108	4	164	24	102	16	96,39	124,19	103,07	115,19	79,63	87,04
48	185	24	-56500,1	-56350,2	105	57	103	36	152	27	101	45	102	26	164	37	95	7	128,62	88,76	75,85	97,99	112,31	74,39
49	273	54	47425,7	24450,7	120	32	87	59	163	35	71	44	128	3	110	23	158	18	121,33	103,06	112,37	124,95	72,89	62,12
50	270	0	-24530,2	-17025,2	142	7	99	45	105	59	104	20	149	5	121	31	139	22	176,59	92,82	69,35	114,78	73,56	60,69
51	97	14	52250,2	-76150,2	85	42	114	7	152	21	108	18	114	44	135	56	94	32	87,9	107,15	74,78	89,91	137,34	89,38
52	179	19	28075,7	24625,8	110	12	46	31	159	33	114	54	98	44	120	42	179	35	116,59	85,67	64,65	93,77	78,46	81,66
53	161	50	-56500,1	-7125,2	56	55	134	4	155	51	90	9	111	34	130	5	98	19	82,31	88,91	100,4	117,73	90,14	71,94
54	79	54	47425,7	32350	300	10	91	47	170	56	118	2	101	15	134	19	103	43	84,28	95,88	77,24	104,45	121,51	108,26
55	148	47	-24530,4	-23450,2	25	48	108	36	161	57	100	22	104	27	163	39	81	1	124,83	95,54	76,11	92,62	146,34	96,49
56	45	0	-24425,8	-59325,2	89	9	65	42	142	54	103	54	99	48	84	48	222	53	81,22	115,07	122,1	83,08	39,06	137,49
57	58	25	-12125,8	-56350,2	54	26	103	2	139	59	85	27	132	27	132	35	126	30	130,15	92,85	97,92	94,52	81,06	65,86
58	179	35	56475,8	24450,7	321	14	112	20	150	4	103	40	114	3	140	16	99	39	96,39	106,83	62,91	92,1	123,71	65,6
59	113	29	48500,1	-17025,2	59	23	66	49	158	3	130	53	124	58	95	58	143	21	95,77	90,95	73,81	77,89	133,54	108,39
60	92	15	-54250,2	56250,2	125	54	98	6	166	42	80	26	108	4	164	24	102	16	96,39	124,19	103,07	115,19	79,63	87,04
61	105	4	12125,2	14325,7	48	52	103	36	152	27	101	45	102	26	164	37	95	7	128,62	88,76	75,85	97,99	112,31	74,39
62	107	55	-12125,2	48325,6	187	54	87	59	163	35	71	44	128	3	110	23	158	18	121,33	103,06	112,37	124,95	72,89	62,12
63	113	57	10350,2	57250,3	236	54	99	45	105	59	104	20	149	5	121	31	139	22	176,59	92,82	69,35	114,78	73,56	60,69
64	88	2	24150,2	34250,2	68	51	124	10	107	55	135	2	115	47	140	50	96	17	158,87	74,1	80,92	173,63	54,42	124,91
65	106	45	-12250,5	-10150,2	89	56	111	37	112	37	56	21	200	2	113	29	125	55	168,37	154,43	89,62	124,72	84,97	78,7
66	166	2	23250,2	12350,2	245	35	78	2	162	2	104	51	91	8	153	10	130	46	100,43	146,26	103,54	105,08	126,79	85,72
67	173	48	41300,7	46200,2	23	24	61	56	168	10	92	15	146	44	113	57	136	57	116,09	136,26	82,08	66,69	137,39	128,37
68	95	32	45400,9	-68250,2	150	50	51	50	160	13	100	57	129	16	109	15	168	31	121,54	114,48	78,86	74,94	122,14	96,1
69	109	20	-14125,3	56150,5	268	43	108	0	128	12	129	4	112	15	124	26	118	3	169,4	78,38	62,1	169,15	92,81	87,58
70	111	34	56400,2	24350,2	63	21	106	15	147	32	89	51	129	46	135	35	111	3	84,16	172,85	78,26	107,02	135,54	93,59
71	146	44	-48725,3	-45750,5	48	56	77	57	190	24	88	2	106	47	148	48	108	4	102,22	121,31	77,42	122,12	102,49	98,14
72	108	18	-47125,3	-48125,7	174	20	107	41	164	27	105	57	92	13	173	48	75	56	93,83	102,86	58,12	79,01	140,29	84,39



73	134	19	-15350,7	12100,7	249	6	78	52	112	10	199	2	58	25	129	2	142	31	90,67	57,93	86,93	96,85	76,91	85,94
74	93	51	19350,7	-56425,3	74	10	125	28	137	57	105	4	125	25	123	30	102	38	75,94	82,13	61,04	106,24	77,68	82,36
75	112	15	35500,7	64350,3	144	10	60	12	141	27	125	2	95	32	131	47	166	2	134,46	73,53	71,44	100,88	63,57	86,1
76	90	38	-59225,7	12575,4	256	24	90	11	164	12	105	28	126	17	124	34	109	20	113,62	90,84	66,42	65,97	156,45	77,64
77	84	18	-15250,7	56250,6	235	20	51	34	164	47	120	33	132	49	93	51	156	24	96,16	113,51	69,18	69,62	124,85	123,96
78	148	48	-16550,5	65250,4	170	42	98	22	142	7	117	50	122	1	116	15	123	24	96,91	86,36	113,14	43,83	155,56	78
79	168	10	8525,3	24250,6	256	24	68	38	201	46	93	31	141	11	107	1	107	55	54,64	113,53	70,01	58,86	142,41	93,45
80	70	59	12500,7	24475,3	120	25	112	19	131	41	126	16	100	22	133	21	115	59	112,41	76,93	56,31	121,89	76,92	55,72
81	116	15	48125,8	-18250,3	100	42	141	18	129	46	119	45	93	19	177	26	58	25	123,33	72,98	68,41	122,78	98,09	81,46
82	69	15	-12375,7	54125,5	73	45	111	45	212	40	75	40	84	2	158	59	77	28	91,02	90,88	116,57	117,2	117,63	73,2
83	212	25	25825,7	35425,4	148	52	98	47	130	53	94	9	124	24	165	34	106	15	133,34	115,63	60,02	91,86	96,47	73,03
84	146	24	63450,7	18450,7	52	26	133	49	91	50	192	29	69	15	158	11	74	28	127,91	45,26	61,28	121,18	83,45	71,39
85	96	22	-45150,7	11125,7	85	34	144	49	119	36	137	23	101	57	136	22	79	54	98,74	56,82	57,76	108,89	88,91	71,26
86	111	34	36540,2	-48250,2	123	56	108	11	149	47	98	50	120	29	123	23	119	18	128,2	94,84	52,87	165,75	73,59	72,65
87	86	39	87425,5	24200,7	25	45	123	51	145	9	91	6	97	4	206	15	56	34	90,87	83,59	76,95	63,47	115,3	99,24
88	106	45	-47140,4	10125,2	129	24	102	40	233	6	72	24	94	35	100	9	117	5	83,74	82,29	92,16	186,68	79,93	80,25
89	168	31	64450,1	15125,3	54	12	98	2	208	0	58	25	106	29	176	3	73	2	109,16	98,28	129,15	102,04	106,92	123,32
90	128	12	12375,3	-58200,7	48	56	105	17	156	42	105	7	108	51	144	54	99	11	95,81	103,37	88,47	89,78	126,54	96,08
91	88	2	10225,5	26100,8	165	25	71	46	179	19	93	46	151	54	94	12	129	5	109,75	100,23	73,86	74,66	165,61	88,06
92	95	32	-16200,7	54250,2	42	19	102	1	157	35	112	32	97	15	154	5	96	30	69,57	151,94	64,2	110,19	127,92	97,84
93	152	21	26175,7	49200,5	10	59	141	40	110	36	104	9	112	30	189	8	61	55	147,86	104,52	91,57	105,91	96,76	87,15
94	216	54	-13125,4	-31125,4	99	0	111	41	146	24	96	40	148	47	137	29	78	58	100,67	69,36	67,71	86,42	105,88	134,33
95	155	51	45500,6	-12125,2	186	54	114	47	161	50	90	38	100	3	181	45	70	59	116,39	124,19	75,27	133,1	117,84	89,48
96	108	18	8300,2	10300,5	90	15	90	10	174	41	84	18	105	21	150	16	115	13	141,73	99,29	108,71	135,27	94,29	85,78
97	98	44	-26250,5	21125,4	56	24	112	12	96	22	76	22	212	25	100	55	121	43	203,19	122,69	108,84	103,12	84,41	90,5
98	105	57	45100,2	47560,2	185	24	109	13	110	33	52	39	216	54	106	45	123	58	172,91	139,21	105,05	108,2	76,65	80,2
99	120	32	17250,5	23750,7	273	54	98	21	149	5	129	36	86	39	144	58	111	22	129,11	99,56	81,27	136,2	119,34	85,91
0	142	7	26400,4	54750,7	270	0	101	32	149	32	93	10	141	3	128	18	106	24	90,19	152,25	96,87	62,57	161,55	115,17

## **Обчислення висот пунктів ходу геометричного нівелювання. Побудова поздовжнього профілю**

Згідно «Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500» ходи технічного нівелювання прокладають між двома вихідними знаками у вигляді одиночних ходів або системи ходів з однією або декількома вузловими точками.

Прокладання замкнутих ходів, що опираються обома кінцями на один і той самий вихідний знак, не дозволяється.

У мережу технічного нівелювання включається всі пункти планових мереж згущення (полігонометрії, трилатерацій, триангуляції), які не включені в мережу нівелювання IV класу.

Для виконання технічного нівелювання застосовуються нівеліри із збільшенням зорової труби не менше 20<sup>x</sup> та ціною поділки рівня не більше 45" на 2 мм, нівеліри із самоустановлювальною лінією візування, а також теодоліти з компенсатором або із рівнем при зоровій трубі.

Нівелірні рейки повинні мати шашковий малюнок із сантиметровими або двосантиметровими поділками.

Нівелювання виконують у одному напрямку. Відліки по рейці, що встановлена на нівелірний башмак, костиль чи вбитий в землю кілок, беруть по середній нитці.

Порядок спостережень на станції такий:

- відліки по чорній та червоній сторонах задньої рейки;
- відліки по чорній та червоній сторонах передньої рейки.

Дані, отримані під час нівелювання, записують у «Журнал поздовжнього нівелювання» (табл. 2.3.1). Розглянемо порядок його заповнення.

На станції 1 виконано прив'язку початку траси *Pn1* до *ПК0*. Задня точка - *Pn1*, передня - *ПК0*. Відповідні («чорний» і «червоний») відліки на точки записують відповідно у графах 3 і 4. «Чорне» і «червоне» перевищення, записані в графі 6, різняться на 2 мм. Оскільки це менше за допустимі 5 мм, то за остаточне значення приймають середнє, записане в графі 7.

На станції 2 задня точка *ПК0*, передня - *ПК1*, проміжна - +50; на станції 3 задня точка *ПК1*, передня - *ПК2*, проміжні - Лів30, Лів60, Пр28, Пр60 і т.д. Відліки на всі проміжні точки записують в графі 5.

«Чорні» і «червоні» перевищення між сполучними точками обчислюють в журналі одразу на станції, не знімаючи приладу. І тільки у разі виконання умови  $|h_{\text{чор}} - h_{\text{чер}}| \leq 5 \text{ мм}$  починають нівелювання проміжних точок.

Таблиця 1

## ЖУРНАЛ ПОЗДОВЖНЬОГО НІВЕЛЮВАННЯ ТРАСИ

№ ст	№ спост	Відліки по рейці			Перевищення, мм			ГІ	Відмітки, м
		задні	перед	пром.	обчисл	середні	виправл		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Рп1	1420			+0700	-2			243,429
	ПК0	5900	0720		+0698	+0699	+0697		244,126
2	ПК0	1770			+0895	-2		245,896	244,126
	+50 ПК1	6250	0875	2237	+0892	+0893	+0891		243,659 245,017
3	ПК1	2093			+1235	-3		247,110	245,017
	Лів30 Лів60 Пр60 Пр30 ПК2	6576	0858	1868 0948 2061 1137	+1236	+1236	+1233		245,242 246,162 245,049 245,973 246,250
4	ПК2	1840			+1714	-3		248,090	246,250
	+60 ПК3	6322	0126	0927	+1714	+1714	+1711		247,163 247,961
5	ПК3	1123			-0347	-2			247,961
	X	5607	1470		-0349	-0348	-0350		247,611
6	X	1812			+1368	-3			247,611
	ПК4	6296	0444		+1368	+1368	+1365		248,976
7	ПК4	1990			+1040	-3			248,976
	ПК5	6472	0950		+1040	+1040	+1037		250,013
8	ПК5	2180			+1582	-3			250,013
	Рп2	6660	0598		+1580	+1581	+1578		251,591

$$\Sigma z = 64311$$

$$\Sigma n = 47945$$

$$\Sigma h_{cp} = 8183$$

$$\text{Контроль: } \Sigma h_{cp, \text{контр}} = \frac{\Sigma z - \Sigma n}{2} = \frac{64311 - 47945}{2} = 8183$$

$$\Sigma h_m = 251,591 - 243,429 = 8,162 (м)$$

$$\text{Допустима похибка: } f_{h_{\text{дон}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{0,7} = \pm 42 (мм)$$

$$\text{Практична похибка: } f_{h_{np}} = \Sigma h_{np} - \Sigma h_m = 8183 - 8162 = 21 (мм)$$

Правильність обчислення у журналі нівелювання обов'язково перевіряють посторінковим контролем. Для цього знаходять суму задніх відліків  $\sum z$ , суму передніх відліків  $\sum n$  і обчислюють сумарне значення перевищення:

$$\sum h_{cp, контр.} = \frac{\sum z - \sum n}{2}. \quad (2.3.1)$$

На останній сторінці журналу нівелювання обов'язково виконують підсумковий контроль за рівностями, в яких обчислюють загальні суми із сум величин, отриманих на сторінках журналу.

Для визначення практичної похибки слід від практичної суми перевищень  $\sum h_{cp}$  відняти теоретичну суму перевищень, яка обчислюється як різниця відміток реперів  $\sum h_{теор} = H_{Pn.2} - H_{Pn.1}$ :

$$f_{h_{np}} = \sum h_{cp} - \sum h_{теор}. \quad (2.3.2)$$

Допустима похибка для технічного нівелювання визначається за формулою:

$$f_{h_{доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}, \quad (2.3.3)$$

де  $L$  – довжина нівелірного ходу, км.

Якщо  $f_{h_{np}} \leq f_{h_{доп}}$  слід зробити висновок, що проведене нівелювання відповідає технічним допускам, а це дає нам право ввести поправки в середні значення перевищень. Поправки вводяться з оберненим знаком похибки пропорційно кількості станцій. Абсолютна величина поправки повинна бути такою, щоб виправлені перевищення не мали половини міліметра.

З урахуванням знака поправки обчислюють виправлені перевищення. Сума виправлених перевищень повинна дорівнювати теоретичній сумі перевищень  $\sum h_{теор}$ .

Відмітки пікетів обчислюють за формулою

$$H_n = H_{n-1} + h_{n(n-1)}, \quad (2.3.4)$$

де  $H_{n-1}$  – висота попереднього пікету;

$h_{n(n-1)}$  – виправлене перевищення між пікетами  $n$  та  $n-1$ .

Для контролю правильності обчислення висот пунктів ходу обчислюють висоту кінцевої точки.

Відмітки проміжних точок обчислюють через «горизонт інструмента»  $PI$ . Горизонтом інструмента називається відмітка візирного променя нівеліра в даній станції. Значення  $PI$  можна знайти за формулою:

$$PI = H_n + b, \quad (2.3.5)$$

де  $b$  - відлік по чорній стороні задньої рейки на відповідній станції;

Якщо відлік на проміжній точці позначити через  $a$ , то відмітку проміжної точки  $H_{np}$  можна обчислити за формулою:

$$H_{np} = PI - a. \quad (2.3.6)$$

За цією формулою обчислюються висотні відмітки всіх проміжних точок.

За обчисленими відмітками будується поздовжній профіль траси (рис. 2.3.1).

За допомогою поздовжнього профілю виконується вертикальне планування осі споруди і земляні роботи.

Вертикальний масштаб профілю беруть в 10 разів крупніше горизонтального. Робота із складання поздовжнього профілю траси складається з чорного профілю і побудови червоної (проектної) лінії.

Чорним профілем називається профіль траси, побудований за відмітками точок траси, одержаних безпосередньо в полі, і тому вони відображають існуюче положення цих точок на час нівелювання. Всі лінії і підписи чорного профілю виконуються чорним кольором.

*Проектною лінією* називається профіль осі траси, який вона повинна мати після виконання земляних робіт.

Всі лінії і записи, що відносяться до проектної лінії, виконуються червоним кольором.

#### *Складання чорного профілю*

Побудова чорного профілю починається з вибору горизонтального та вертикального масштабів і відмітки умовного горизонту. Горизонтальний масштаб профілю вибирається з урахуванням рельєфу місцевості і залежно

від точності проектування. При дорожніх вишукуваннях горизонтальний масштаб може бути прийнятим від 1:10000 до 1:2000. Вісь траси, як правило,

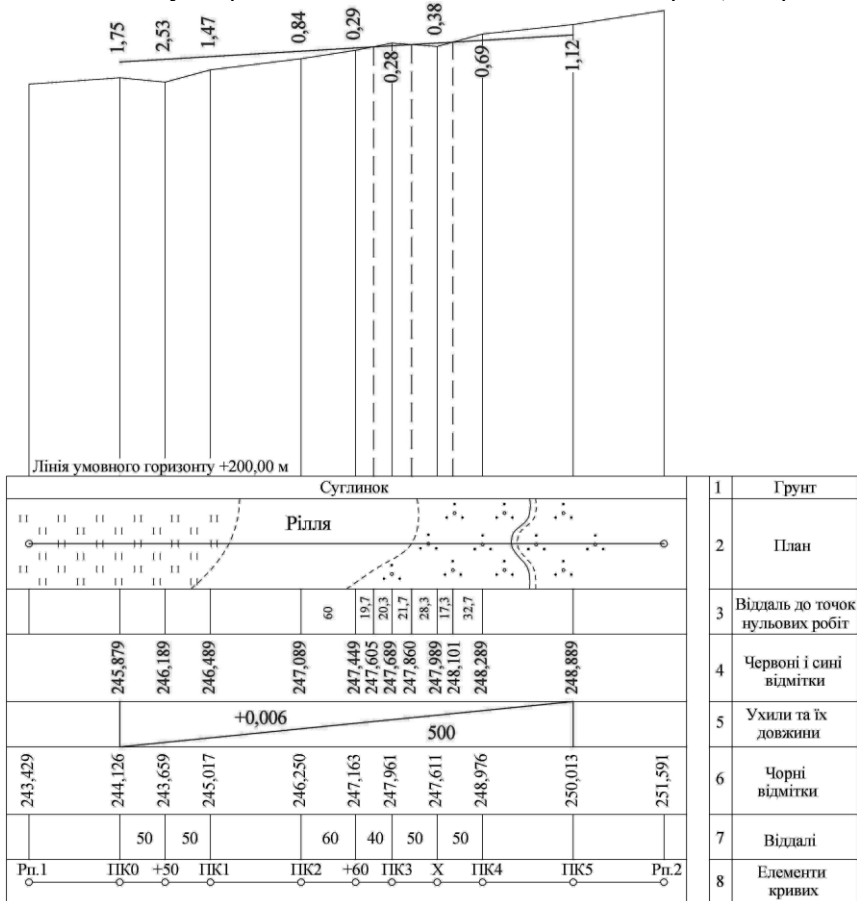


Рис. 1. Поздовжній профіль траси

проходить по лініях з невеликими ухилами, тому щоб зміни рельєфу було видно виразніше, при побудові профілю вертикальний масштаб береться в 10 разів крупніше горизонтального. При побудові профілю важливо правильно вибрати відмітку умовного горизонту, тобто лінії, відносно якої будується профіль. Умовний горизонт повинен бути вибраний таким, щоб лінія профілю його не перетинала і щоб у середньому профіль був розташований

над лінією горизонту на 8-10 см. Крім цього відмітка умовного горизонту повинна бути кратною 10 м.

Як правило, профіль викреслюють на міліметровому папері.

Лінію умовного горизонту проводять на аркуші міліметрового паперу з таким розрахунком, щоб під нею можна було розташувати сітку профілю (рис. 2.3.1).

Після проведення лінії горизонту в масштабі відкладають пікети і проміжні точки. В кожній одержаній точці встановлюють перпендикуляр до лінії умовного горизонту і на перпендикулярах відкладають у вертикальному масштабі профільні відмітки, які дорівнюють різниці відміток точок і умовного горизонту із заокругленням до 1 см.

Перпендикуляри і вертикальні лінії, які їм відповідають, в смугах сітки 3 і 7 проводять чорним кольором. В смузі 7, в тих місцях, де є проміжні точки, записують відстані від заднього і переднього пікетів до даної проміжної точки в метрах. Сума таких відстаней повинна дорівнювати 100 м, тобто відстані між суміжними пікетами. В смузі 8 підписують номери пікетів, а в смузі 6 підписують абсолютні відмітки, заокруглені до 1 см. Всі лінії і підписи виконують чорним кольором.

Кінці перпендикулярів, встановлені до лінії умовного горизонту, які дорівнюють профільним відміткам у вертикальному масштабі, з'єднують прямими чорними лініями. Ламана лінія, яка утворилась, є чорним профілем. Після цього в смузі 2 сітки у відповідності з пікетажною книжкою складають план траси в горизонтальному масштабі профілю. При цьому випрямлена вісь траси наноситься чорним кольором, а всі контури – червоним.

На осі траси пікети і проміжні точки не показуються.

Контури на плані траси зображають загальноприйнятими для даного масштабу умовними топографічними знаками.

В смузі 1 сітки профілю чорним кольором підписують характер ґрунту.

#### *Побудова проектної червоної лінії*

При проектуванні земляних робіт на поздовжньому профілі траси повинна бути проведена червона лінія, яка відповідає проектному профілю поверхні землі після виконання земляних робіт.

При проектуванні червоної лінії розглядається декілька варіантів і вибирають той, який відповідає вимогам мінімуму земляних робіт та забезпечує заданий ухил лінії.

Проектування червоної лінії виконується олівцем на чорному профілі. Після того, коли остаточно вибрали варіант проектної лінії, її викреслюють червоною тушшю. Проектуючи червону лінію на профілі, доводиться розв'язувати такі задачі, як визначення ухилів і відміток червоної лінії,

визначити відстань до точок перетину червоної лінії з чорною і визначити відмітки цих точок.

#### *Визначення ухилів червоної лінії*

Відмітки проектної лінії в нульовому і кінцевому пікетах, як правило, відомі. Таким чином, постає завдання провести проектну лінію на профілі між двома заданими відмітками початку і кінця лінії.

Проектуючи червону лінію і вибираючи найкращий варіант, доводиться декілька разів на профілі визначати ухили окремих відрізків червоної лінії. Для цього визначають графічно на профілі різницю відміток “ $h$ ” початку і кінця даного ухилу в метрах, ділять її на горизонтальну проекцію “ $d$ ” цього ухилу в метрах, зняту з профілю, з урахуванням горизонтального масштабу профілю, і одержують ухил червоної лінії за формулою:

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}. \quad (2.3.7)$$

Кінцеві пункти окремих ухилів і горизонтальних ділянок позначаються червоним кольором та записуються в п’яту смугу сітки профілю і на відповідній ділянці смуги проводиться діагональ, що показує напрямок підйому або спуску ухилу, або горизонтальна лінія, що показує горизонтальну ділянку (нульовий ухил). Зверху над діагоналлю виписують ухил з точністю до тисячних, а знизу – довжину траси з даним ухилом в метрах. Всі лінії і підписи виконуються червоним кольором.

#### *Обчислення червоних відміток*

Щоб визначити проектну відмітку  $n$ -го пікету  $H_q^n$  знаючи червону відмітку початкової точки, виконуються наступні обчислення:

$$H_q^n = H_q^0 + h = H_q^0 + id, \quad (2.3.8)$$

де  $H_q^0$  – червона відмітка початкової точки;

$i$  – ухил червоної лінії;

$d_n$  – горизонтальна проекція від початкової точки до  $n$ -го пікету (точки).

Червоні відмітки виписують в четверту смугу сітки профілю напроти відповідних чорних відміток.



### Робочі відмітки

Робочими відмітками називаються різниці червоних і чорних відміток однієї і тієї ж точки  $\Delta H = H_{\text{чер}} - H_{\text{чор}}$ . Вони визначають глибину виїмки або висоту насипу в даній точці. Якщо обчислена величина  $\Delta H$  має знак плюс, то вона характеризує висоту насипу, а якщо мінус – глибину виїмки. Це найбільш важливі для виконавця земляних робіт числа. Робочі відмітки записуються червоним кольором з точністю до 1 см. Якщо робоча відмітка характеризує виїмку, то її виписують під проектною лінією, якщо робоча відмітка відноситься до насипу, то вона виписується над проектною лінією.

### Сині відмітки

Перетини червоної лінії з чорною лінією профілю називається точками нульових робіт. В цих точках земляні роботи не виконуються, тому що робочі відмітки в цих точках дорівнюють нулю. Положення цих точок на трасі необхідно знати з точністю до 0,1 м, тому що від них починають виконувати земляні роботи. Відмітки точок нульових робіт виписують в смугу червоних відміток синім кольором. Тому відмітки точок нульових робіт називають синіми відмітками.

Відстань від найближчих пікетів до точок нульових робіт потрібно обчислювати аналітично. Нехай на *рис. 2.3.2*  $ab$  – червона лінія, а  $cd$  – чорна лінія. Необхідно визначити розміщення точок нульових робіт “ $e$ ”. Очевидно,  $ac$  і  $bd$  – робочі відмітки. Відстань між вертикальними лініями  $ac$  і  $bd$  нам відома з вимірювань на трасі (розмітка пікетажу). Позначимо її літерою “ $D$ ”, а відстань до точки нульових робіт літерою  $x$ . Проведемо через точку “ $c$ ” лінію  $cf$ , паралельну до  $ab$ , тоді  $bf=ac$ . З подібних трикутників  $aec$  і  $def$  можна написати:

$$\frac{x}{D} = \frac{ac}{ac + bd} \quad (2.3.9)$$

звідки

$$x = \frac{ac \cdot D}{ac + bd},$$

тобто відстань до точки нульових робіт дорівнює добуткові задньої робочої відмітки на відстань між точками траси, поділеному на суму задньої і передньої робочих відміток.

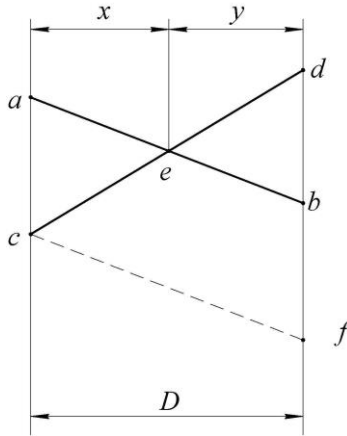


Рис. 2. Обчислення відстані від точки нульових робіт до пікета

Для контролю можна обчислити “ $y$ ” від ПК до точки нульових робіт “ $e$ ”, тоді  $x+y=D$ .

Відстань до точок нульових робіт виписують в смузі профілю 3 синім кольором до 0,1 м і перпендикуляр, який проектує цю точку, проводиться також синьою тушшю. Обчислення синьої відмітки виконують через ухил червоної лінії:

$$h_c = ix \quad (2.3.9)$$

Додаючи до червоної відмітки задньої точки це перевищення  $h_c$ , одержимо відмітку точки нульових робіт:  $H_c = H_q + h_c$ . Знак  $h_c$  залежить від підйому чи спуску ухилу.

Елементи кривої виписують в 8 смузі сітки профілю. Всі лінії і підписи виконуються червоним кольором.

Крива позначається дугою, поверненою випуклістю вниз, коли траса повертає наліво, і вверх, – коли траса повертає направо. Початок і кінець кривої відмічають перпендикуляром, який проводиться до сьомої смуги. Відстань до початку і кінця кривої від найближчих до них пікетів підписують до 0,01 м вздовж цих перпендикулярів. Крім цього, біля кривої виписують кут повороту траси, довжину кривої, радіус кривої і тангенс. Всі ці дані виписують з точністю до 1 см.

## Обчислення висот пунктів ходу геометричного нівелювання.

### Побудова поздовжнього профілю

**Завдання:** виконати обчислення висот пунктів ходу геометричного нівелювання (вихідні дані для обчислення висот пунктів вибираються згідно індивідуального варіанту за двома останніми цифрами номера залікової книжки; див. розділ 6, пункт 6.3);

За обчисленими висотними відмітками побудувати профіль траси. Траса задається наступними параметрами:

- проектна висотна відмітка  $Пк0 = 245,589$  м;
- проектний ухил від  $ПК0$  до  $ПК5$ ;  $i = +0,006$ .

(значення проектної відмітки  $ПК0$  та проектний ухил наведені в розділі 6, пункт 6.4; дані вибираються згідно індивідуального варіанту за двома останніми цифрами номера залікової книжки).

Приклад побудови поздовжнього профілю наведено на *рис. 1*.

ЖУРНАЛ ПОЗДОВЖНЬОГО НІВЕЛЮВАННЯ ТРАСИ

№ ст	№ спост	Відліки по рейці			Перевищення, мм			ГІ	Відмітки, м
		задні	перед	пром.	обчисл	середні	виправл		
1	Рп1	1420 5900			+0700 +0698	-2 +0699	+0697		243,429
	ПК0		0720 5202						244,126
2	ПК0	1770 6250			+0895 +0892	-2 +0893	+0891	245,896	244,126
	+50 ПК1		0875 5358	2237					248,133 245,017
3	ПК1	2093 6576			+1235 +1236	-3 +1236	+1233	247,110	245,017
	Лів30 Лів60 Пр60 Пр30 ПК2		0858 5340	1868 0948 2061 1137					248,978 248,058 249,171 248,247 246,250
4	ПК2	1840 6322			+1714 +1714	-3 +1714	+1711	248,090	246,250
	+60 ПК3		0126 4608	0927					249,017 247,961
5	ПК3	1123 5607			-0347 -0349	-2 -0348	-0350		247,961
	X		1470 5956						247,611
6	X	1812 6296			+1368 +1368	-3 +1368	+1365		247,611
	ПК4		0444 4928						248,976
7	ПК4	1990 6472			+1040 +1040	-3 +1040	+1037		248,976
	ПК5		0950 5432						250,013
8	ПК5	2180 6660			+1582 +1580	-3 +1581	+1578		250,013
	Рп2		0598 5080						251,591

$$\sum z = 64311$$

$$\sum n = 47945$$

$$\sum h_{cp} = 8183$$

$$\text{Контроль: } \frac{\sum z - \sum n}{2} = \frac{64311 - 47945}{2} = 8183$$

$$\frac{\sum h}{2} = \frac{17062 - 0696}{2} = 8183$$

$$\sum h_m = 251,591 - 243,429 = 8,162 (м)$$

$$\text{Практична похибка: } fh_{mp} = \sum h_{mp} - \sum h_m = 8183 - 8162 = 21 (мм)$$

$$\text{Допустима похибка: } fh_{дон} = \pm 50 \sqrt{L} = \pm 50 \sqrt{0,7} = \pm 42 (мм)$$

## Обчислення висот пунктів ходу геометричного нівелювання

№ ст.	№ спост	Варіант 01			Варіант 02			Варіант 03		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	0731 5414	1563 6250		1709 6391	1988 6668		1045 5731	0699 5387	
2	ПК0  Лів10 Лів25 Пр.12 Пр.25 Пк.1	1151 5834	1332 6017	2075 1148 1354 1720	1488 6169	1904 6584	2215 1012 2521 2735	1022 5700	0996 5674	0715 2117 1312 1113
3	ПК1  +44 Пк2	1813 6492	1861 6542	1206	2336 7022	0696 5378	0172	2516 7198	1342 6025	0312
4	ПК2  ПК3	1269 5956	1301 5988		0969 5651	0738 5420		1042 5721	1072 5751	
5	ПК3  ПК4	1293 5973	1116 5797		0733 5419	1748 6431		1429 6112	1339 6021	
6	ПК4  +60 ПК5	2021 6707	1132 5818	2013	1010 5698	2988 7678	1125	1441 6124	1857 6540	2918
7	ПК5  X	1184 5868	2541 7225		2933 7623	0410 5101		0151 4824	2332 7007	
8	X  Рп.2	0324 5011	2389 7076		0319 5001	2153 6831		0813 5492	1861 6542	

№ ст.	№ спост	Варіант 04			Варіант 05			Варіант 06		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1269 5956	1301 5988		0453 5138	1437 6122		0605 5288	0017 4702	
2	ПК0 Лів9 Лів30 Пр.11 Пр.30 Пк.1	1293 5973	1116 5796	1463 0463 1563 3024	1257 5941	1412 6095	1322 2115 1500 1713	0459 5146	1568 6251	1010 1923 1817 2315
3	ПК1 +30 ПК2	2021 6607	1232 5818	1715	0748 5433	2958 7642	1917	2978 7662	0332 5016	1218
4	ПК2 +70 ПК3	1184 5868	1541 6225	0317	1622 6308	0492 5176	2373	1569 6254	0637 5321	0375
5	ПК3 X	0324 5011	2889 7576		1728 6413	1368 6052		0890 5573	2991 7675	
6	-X ПК4	2532 7213	0266 4949		1851 6533	1587 6271		0620 5305	2541 7226	
7	ПК4 ПК5	1021 5704	0896 5581		2698 7381	0050 4731		2939 7624	0689 5372	
8	ПК5 Рп.2	0797 5478	1667 6348		2909 7593	0109 4792		2178 6862	1036 5719	

№ ст.	№ спост	Варіант 07			Варіант 08			Варіант 09		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	0750 5434	1737 6420		1238 5918	1053 5736		1295 5985	1463 6149	
2	ПК0 Лів9 Лів30 Пр.11 Пр.30 Пк.1	1159 5844	1271 5958	0647 1412 1948 2918	0754 5438	1605 6290	1310 1895 1607 1368	1572 6259	1698 6383	1700 2000 1347 0935
3	ПК1 +30 ПК2	0765 5450	2975 7660	1092	1481 6165	0982 5670	1624	1298 5981	1944 6629	0127
4	ПК2 +70 ПК3	2662 7344	1170 5855	2620	1985 6670	1510 6194	1467	1769 6452	1269 5952	2119
5	ПК3 X	2570 7256	1928 6613		1263 5945	0761 5446		1514 6198	1987 6672	
6	X ПК4	2694 7378	0081 4764		2973 7655	1329 6008		0994 5682	1493 6177	
7	ПК4 ПК5	2765 7450	0073 4757		1606 6292	1526 6216		1621 6308	0770 5457	
8	ПК5 Рп.2	1125 5809	0567 5250		1417 6098	1026 5703		1083 5763	1268 5953	

№ ст.	№ спост	Варіант 10			Варіант 11			Варіант 12		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	0493 5179	2124 6809		0977 5664	1635 6318		0367 5050	1300 5984	
2	ПК0 Лів9 Лів30 Пр.11 Пр.30 Пк.1	2425 7206	0243 5026	1923 0014 1715 1340	1789 6477	2219 6908	1841 2618 1642 2211	0235 4918	2832 7518	0535 2705 1913 2522
3	ПК1 +30 ПК2	1682 6469	1324 6107	2118	1358 6039	1078 5759	0896	0983 5670	1845 6532	0578
4	ПК2 +70 ПК3	1502 6288	1642 6429	2917	1574 6259	0315 5000	1516	1620 6302	2680 7363	2628
5	ПК3 -X	0363 5148	1622 6409		1752 6438	2421 7106		0268 4950	2758 7436	
6	X ПК4	1953 6739	1523 6307		1460 6140	1820 6504		2509 7192	0538 5220	
7	ПК4 ПК5	1485 6270	0829 5614		0211 4892	2388 7072		1601 6289	0367 5051	
8	ПК5 Рп.2	0772 5557	1067 5848		2892 7575	0209 4891		1728 6410	1208 5889	



№ ст.	№ спост	Варіант 13			Варіант 14			Варіант 15		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	2912 7596	0113 4801		0282 4966	2347 7034		0911 5700	1250 6038	
2	ПК0  +40 ПК1	2042 6725	0042 4724	1011	0449 5132	1401 6086	2472	0398 5080	1260 5965	1410
3	ПК1  Лів10 Лів20 Пр.8 Пр.20 Пк.2	0909 5592	1103 5790	0728 1452 2138 2138	0398 5084	1998 6683	1934 2058 1602 2248	0889 5666	0955 5730	1545 2185 1525 2374
4	ПК2  +60 ПК3	0213 4900	2251 6934	0658	0314 4996	1197 5882	0242	0952 5735	2059 6840	0115
5	ПК3  ПК4	0853 5541	2924 7609		2926 7608	0056 4741		2059 6880	1815 6638	
6	ПК4  X	1587 6271	0616 5299		2627 7312	0554 5239		1955 6638	0895 5580	
7	X  ПК5	2225 6909	0642 5325		2599 7283	0984 5666		1768 6550	0462 5248	
8	ПК5  Рп.2	2888 7572	0463 5149		0318 5004	2686 7371		2509 7290	0820 5602	

№ ст.	№ спост	Варіант 16			Варіант 17			Варіант 18		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	1570 6050	1210 5694		0902 5382	1732 6216		0270 4750	2814 7298	
2	ПК0  +40 ПК1	2140 6624	1070 5554	2010	0742 5226	1220 5702	1817	0950 5430	0180 4660	1125
3	ПК1  Лів10 Лів20 Пр.8 Пр.20 Пк.2	1600 6082	0900 5380	1115 2575 1420 2321	0870 5350	1262 5744	0715 1421 0803 2101	3380 7860	1475 5955	2115 0712 1927 1318
4	ПК2  +60 ПК3	0870 5350	2000 6480	2951	0570 5050	1780 6260	2527	2015 6499	1354 5834	2011
5	ПК3  ПК4	1510 5995	1300 5783		0650 5132	1900 6382		2870 7350	1180 5664	
6	ПК4  X	2250 6732	0745 5225		0310 4790	1470 5952		1690 6170	2100 6580	
7	X  ПК5	1460 5942	1090 5570		0110 4592	1690 6170		2555 7040	1230 5712	
8	ПК5  Рп.2	0990 5472	1374 5858		0270 4750	2814 7298		1305 5788	0930 5410	

№ ст.	№ спост	Варіант 19			Варіант 20			Варіант 21		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1510 5995	1300 5783		0650 5132	1900 6382		2110 6890	2370 7150	
2	ПК0 +80 ПК1	2550 6732	0745 5225	1718	0310 4790	1470 5952	1512	0472 5252	0922 5705	0310
3	ПК1 Лів15 Лів30 Пр.17 Пр.30 Пк.2	1460 5942	1090 5570	0810 1317 0912 1721	0110 4592	1690 6170	0415 0012 0917 1522	0053 4835	1110 5890	0727 1129 0618 1928
4	ПК2 +30 ПК3	0990 5472	1374 5858	1019	0950 5432	2250 6732	2351	0932 5712	1075 5855	0217
5	ПК3 ПК4	0902 5382	1732 6216		0180 4660	2980 7460		0755 5535	1290 6072	
6	ПК4 X	0742 5226	1220 5702		1475 5955	2015 6499		1208 5990	0911 5693	
7	X ПК5	0870 5350	1262 5744		1740 6222	1044 5528		1015 5795	1045 5827	
8	ПК5 Рп.2	0570 5050	1780 6260		1220 5702	0908 5390		0970 5750	1525 6305	

№ ст.	№ спост	Варіант 22			Варіант 23			Варіант 24		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	1140 5920	1905 6685		1010 5790	1430 6210		1100 5882	1150 5930	
2	ПК0  +80 ПК1	1700 6484	1595 6380	2011	1860 6648	0970 5757	1001	1775 6557	0757 5540	1623
3	ПК1  Лів15 Лів30 Пр.17 Пр.30 Пк.2	0053 4835	1835 6617	0727 1129 0618 1928	1230 6010	0990 5770	0917 0423 0125 0017	1970 6754	1200 5980	1810 1117 0622 0319
4	ПК2  +30 ПК3	0835 5617	1905 6685	0325	2095 6877	1437 6220	0839	1070 5850	1415 6195	0112
5	ПК3  ПК4	0870 5650	0920 5700		2140 6920	0410 5194		1520 6304	1075 5855	
6	ПК4  X	0270 5052	1860 6640		2145 6929	0632 5413		1640 6420	1052 5834	
7	X  ПК5	0780 5560	1550 6330		1320 6100	2130 6910		2678 7458	1280 6062	
8	ПК5  Рп.2	0775 5555	1535 6315		1100 5882	1150 5930		2420 7200	0060 4840	

№ ст.	№ спост	Варіант 25			Варіант 26			Варіант 27		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	0480 5162	1410 6092		0024 4806	2779 7560		2779 7560	0252 5034	
2	ПК0  +50 ПК1	0820 5602	3200 7982	2227	0413 5097	2679 7361	0018	1350 6032	2795 7477	1925
3	ПК1  X	2640 7320	0710 5392		0023 4705	2962 7644		0352 5036	2884 7566	
4	X  ПК2	1330 6014	2580 7262		1720 6502	0456 5238		2884 7566	0352 5036	
5	ПК2  Лів20 Лів40 Пр.40 Пр.25 Пк.3	2370 7052	1170 5853	2975 2239 1617 0935	2600 7382	0180 4962	2165 1419 0633 0017	2870 7653	0186 4967	2900 1522 0944 0114
6	ПК3  ПК4	1400 6082	1304 5984		2836 7618	0229 5011		0340 5023	2737 7420	
7	ПК4  +70 ПК5	2020 6702	1510 6190	0711	2878 7660	0136 4918	0022	0200 4982	2880 7662	1929
8	ПК5  Рп.2	0900 5582	1370 6052		2678 7562	0198 5080		1982 6664	0820 5502	

№ ст.	№ спост	Варіант 28			Варіант 29			Варіант 30		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	2897 7579	0839 5521		2939 7721	0165 4947		1526 6308	0917 5700	
2	ПК0  +50 ПК1	1982 6704	0880 5602	0937	2000 6780	1033 5815	0517	1927 6709	2100 6882	1003
3	ПК1  X	1905 6587 4682	4683 0340 5023		1570 6352	2380 7162		1414 6196	0187 4969	
4	X  ПК2	0200 4982	2880 7662		2380 7062	1960 6642		1300 5982	0930 5612	
5	ПК2  Лів20 Лів40 Пр.25 Пр.40  Пк.3	0600 5282	1643 6326	0332 0998 0517 1592	1732 6414	1332 6014	1898 1218 2063 1199	1996 6777	0500 5280	2118 0612 1715 0517
6	ПК3  ПК4	2911 7693	0762 5544		2403 7186	2233 7016		2290 6972	2820 7500	
7	ПК4  +70 ПК5	2803 7485	0240 4922	1991	1816 6499	0622 5306	0313	0114 4796	1116 5798	2319
8	ПК5  Рп.2	0240 5022	2735 7517		1857 6639	0833 5615		1630 6312	0207 4889	

№ ст.	№ спост	Варіант 31			Варіант 32			Варіант 33		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	1932 6714	2004 6788		0127 4809	2648 7330		0890 5670	2575 7357	
2	ПК0  +50 ПК1	1360 6042	1765 6447	0318	0296 5078	2995 7777	1179	0600 5282	2088 6770	2588
3	ПК1  X	0480 5262	2442 7224		0187 4870	2756 7438		2447 7229	0177 4958	
4	X  ПК2	0510 5192	2593 7275		2458 7140	0300 4982		2937 7719	0335 5118	
5	ПК2  Лів20 Лів40 Пр.25 Пр.40  Пк.3	2593 7375	0508 5290	0312 1139 2066 2977	0148 4830	2746 7428	0599 2117 1198 2980	0277 5059	2813 7595	0798 2714 0989 2922
6	ПК3  ПК4	1560 6242	1777 6460		2866 7648	0080 4862		2654 7336	0588 5271	
7	ПК4  +70 ПК5	0340 5021	2810 7492	1233	0178 4960	2495 7277	2100	0208 4890	1212 5894	0318
8	ПК5  Рп.2	0266 5048	2885 7667		2878 7760	0212 5094		2907 7689	0028 4810	

№ ст.	№ спост	Варіант 34			Варіант 35			Варіант 36		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1470 5950	0770 5252		1580 6062	0900 5384		1310 5792	1530 6010	
2	ПК0 +50 ПК1	1820 6300	0925 5408	2287	0900 5384	1830 6315	1089	1740 6222	1720 6204	0690
3	ПК1 Лів30 Лів60 Пр.28 Пр.60 Пк.2	2143 6626	0908 5390	1918 0998 2111 1187	1292 5774	0510 4990	0917 2232 1278 2987	1132 5616	0820 5304	1100 0019 0827 1971
4	ПК2 +90 ПК3	1890 6372	0176 4658	0977	0770 5252	1300 5782	2097	2460 6945	0305 4786	1998
5	ПК3 X	1173 5657	1520 6006		1740 6222	1044 5528		0596 5078	1000 5482	
6	X ПК4	1862 6346	0494 4978		1220 5702	0908 5390		0414 4898	1690 6170	
7	ПК4 ПК5	2040 6522	1000 5482		0732 5216	1520 6006		1640 6120	0710 5195	
8	ПК5 Рп.2	2230 6710	0648 5130		1070 5553	1110 5594		1338 5820	0992 5478	



№ ст.	№ спост	Варіант 37			Варіант 38			Варіант 39		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	2210			0580			2857		
	ПК0	6692	0368 4852		5060	1840 6320		7540	0184 4866	
2	ПК0	1676 6160		0512	1436 5920		2098	0842 5624		0021
	+50 ПК1		0360 4842			0870 5354			2208 6990	
3	ПК1	2110 6592			0820 5297			0320 5002		
	Лів30 Лів60 Пр.28 Пр.60 Пк.2		1260 5744	1879 0415 1799 0889		2670 7150	0614 1921 0429 2317		2840 7522	0712 1155 2210 2992
4	ПК2	1450 5930		0899	1656 6140		0698	0417 5198		1115
	+90 ПК3		0798 5280			2035 6515			2934 7716	
5	ПК3	1966 6446			1400 5880			2792 7574		
	X		0512 4996			0860 5344			0252 5034	
6	X	1308 5790			0870 5350			1793 6475		
	ПК4		0708 5192			1890 6372			0935 5617	
7	ПК4	1278 5760			1890 6372			0828 5510		
	ПК5		0476 4958			0890 5372			2610 7290	
8	ПК5	1338 5820			0690 5172			0330 5112		
	Рп.2		0992 5478			0400 4884			2827 7610	

№ ст.	№ спост	Варіант 40			Варіант 41			Варіант 42		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	0372 5054	2754 7437		0353 5037	1570 6252		2938 7620	0178 4860	
2	ПК0 X	0199 4981	2715 7498		1570 6252	0108 4790		2865 7645	0511 5293	
3	X ПК1	0613 5295	1050		2872 7554	0404 5086		2171 6853	0454 5136	
4	ПК1 +20 ПК2	0396 5079	2913 7595	0011	2822 7604	0260 5042	0115	0462 5244	2634 7416	0006
5	ПК2 ПК3	0135 4917	2728 7510		2834 7516	0411 5093		0110 4792	2656 7338	
6	ПК3 +70 ПК4	0248 4930	2822 7505	2100	0127 4810	2978 7660	1917	0643 5425	2925 7707	0019
7	ПК4 Лів40 Лів50 Пр39 Пр50 Пк.5	2828 7610	0321 5103	2516 2015 1217 0513	2954 7636	0170 4852	2318 2117 1312 0615	0211 4893	2676 7357	2717 2001 1110 0417
8	ПК5 Рп.2	1570 6252	0353 5037		2850 7631	0299 5081		0177 4959	2970 7750	

№ ст.	№ спост	Варіант 43			Варіант 44			Варіант 45		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	0060 4842			0480 5262			0825 5607		
	ПК0		2780 7561			1410 6192			1825 6607	
2	ПК0	0197 4879			0820 5502			1880 6562		
	X		2986 7668			3200 7882			2030 6712	
3	X	0765 5547			2640 7422			1532 6314		
	ПК1		1342 6124			0710 5492			1802 6584	
4	ПК1	0211 4893			1330 6012			1230 5912		
	+20 ПК2		2747 7429	0015		2580 7262	0122		1730 6412	2117
5	ПК2	0300 5082			2370 7152			1522 6304		
	ПК3		1992 6774			1170 5952			1812 6594	
6	ПК3	1760 6442			1300 6082			1595 6377		
	+70 ПК4		0100 4782	2910		1202 5984	2513		1393 6175	2918
7	ПК4	2873 7655			2020 6702			1703 6385		
	Лів40 Лів50 Пр39 Пр50 Пк.5			2912 2116 0929 0312			2816 2017 0831 0117		1500 6182	2016 1513 0911 0218
8	ПК5	1918 6600			0900 5582			1190 5972		
	Рп.2		0149 4831			1370 6052			0500 5282	

№ ст.	№ спост	Варіант 46			Варіант 47			Варіант 48		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	0560 5242	0110 4792		1640 6322	1440 6122		1170 5852	1140 5820	
2	ПК0 +50 ПК1	0690 5472	0630 5412	1215	1510 6292	1200 5982	2101	1430 6212	1087 5867	2315
3	ПК1  Лів20 Лів40 Пр.20 Пр.40 Пк.2	1200 5882	1325 6007	0413 1118 2115 2514	1295 5977	1497 6179	0614 1315 2100 2713	1620 6302	1060 5742	0515 1412 2516 2811
4	ПК2  +20 ПК3	1570 6352	1452 6234	0912	1631 6413	1774 6556	0412	1570 6352	1590 6374	0317
5	ПК3  ПК4	0740 5422	1000 5682		1152 5834	1255 5937		1220 5902	1250 5932	
6	ПК4  X	1720 6502	1080 5862		1247 6029	1391 6173		1542 6324	1502 6283	
7	X  ПК5	2485 7167	0483 5165		1233 5915	1003 5685		0720 5402	1410 6092	
8	ПК5  Рп.2	1752 6534	1529 6311		1520 6302	1000 5782		0430 5212	1680 6462	

№ ст.	№ спост	Варіант 49			Варіант 50			Варіант 51		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1023 5705	1223 5905		2140 6922	1010 5792		0990 5770	2684 7466	
2	ПК0 +50 ПК1	1140 5822	1290 5972	2516	1355 6037	1060 5742	2617	0799 5582	1536 6318	2011
3	ПК1 Лів20 Лів40 Пр.20 Пр.40 Пк.2	1632 6414	1472 6254	0377 1013 2100 2911	0760 5542	1230 6012	0218 0917 2002 2510	1763 6545	0476 5258	2512 2116 1111 0400
4	ПК2 +20 ПК3	1560 6240	1600 6282	0212	1312 5994	1512 6192	0613	2493 7273	0083 4865	0713
5	ПК3 ПК4	1231 6013	1551 6333		2150 6932	1070 5852		0382 5164	2814 7595	
6	ПК4 X	1980 6662	2920 7602		1250 5932	1450 6130		0641 5424	1822 6605	
7	X ПК5	0920 5702	1220 6000		0860 5640	1580 6362		2501 7282	0438 5220	
8	ПК5 Рп.2	1800 6482	1380 6062		1022 5704	1222 5904		2730 7510	0144 4928	

№ ст.	№ спост	Варіант 52			Варіант 53			Варіант 54		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	2616 7396	0824 5606		0960 5742	1870 6652		0264 5048	2961 7743	
2	ПК0  +50 ПК1	0628 5411	2776 7557	2915	0532 5315	2564 7347	0011	0920 5700	1630 6410	03112
3	ПК1  Лів20 Лів40 Пр.20 Пр.40 Пк.2	0282 5066	1768 6550	2615 2111 1210 0916	0928 5710	2896 7678	1114 1915 2213 2816	2710 7492	0305 5088	0512 1116 2011 2815
4	ПК2  +20 ПК3	0827 5610	2436 7220	0013	0640 5420	1640 6421	2612	2475 7256	0770 5551	0033
5	ПК3  ПК4	0482 5264	2661 7442		0640 5422	0264 5046		1657 6440	0976 5758	
6	ПК4  X	1106 5888	1431 6213		2582 7362	1540 6320		0644 5427	2242 7024	
7	X  ПК5	1416 6199	1352 6134		2311 7092	0593 5375		0289 5071	2597 7379	
8	ПК5  Рп.2	0110 4892	2340 7122		1780 6561	1622 6404		1046 5830	2586 7367	

№ ст.	№ спост	Варіант 55			Варіант 56			Варіант 57		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	2520 7002	0600 5080		0914 5400	2372 6853		1680 6162	2192 6674	
2	ПК0  +50 ПК1	1150 5630	2600 7082	0077	1120 5600	2590 7070	0081	1292 5773	1434 5920	0016
3	ПК1  Лів30 Лів50 Пр.30 Пр.50 Пк.2	0876 5358	2110 6590	0779 1013 2216 2815	1610 6090	1330 5810	1510 1710 2117 2811	1910 6394	1190 5676	2001 1513 1116 0517
4	ПК2  +20 ПК3	1610 6092	2100 6584	0515	1158 5620	1100 5580	0016	1780 6260	1130 5610	0417
5	ПК3  ПК4	1300 5782	1370 5852		0235 4717	1040 5522		0640 5122	1350 5830	
6	ПК4  X	1218 5700	1554 6036		0486 4970	1645 6127		1740 6222	1520 6002	
7	X  ПК5	0620 5104	1572 6058		0928 5410	1472 5954		1752 6234	0960 5442	
8	ПК5  Рп.2	1968 6450	2160 6640		1672 6152	1680 6162		1420 5900	0822 5302	

№ ст.	№ спост	Варіант 58			Варіант 59			Варіант 60		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	0822 5302	0924 5406		1600 6080	0500 4982		1312 5794	1540 6020	
2	ПК0 +50 ПК1	1958 6442	0752 5238	0312	2139 6622	1192 5677	0516	0678 5160	1310 5790	2713
3	ПК1 Лів30 Лів50 Пр.30 Пр.50 Пк.2	1510 5990	0618 5098	1712 1216 0913 0610	1192 5677	2312 6798	1002 1415 2001 2613	1110 5592	1360 5842	0915 1213 1716 2011
4	ПК2 +20 ПК3	2188 6670	0760 5244	0311	1282 5764	1332 5812	0514	1705 6185	2720 7205	0012
5	ПК3 ПК4	1318 5800	0802 5282		0980 5464	1980 6464		1802 6282	0182 4666	
6	ПК4 X	0370 4852	1462 5948		0920 5406	0310 4796		1330 5810	0598 5078	
7	X ПК5	1142 5626	0570 5050		0190 4672	1000 5482		1330 5810	0400 4880	
8	ПК5 Рп.2	1918 6400	1052 5538		0920 5402	1742 6224		1322 5802	0490 4974	



№ ст.	№ спост	Варіант 61			Варіант 62			Варіант 63		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1848 6330	1074 5560		1796 6578	1342 6126		0896 5678	1827 6609	
2	ПК0 +50 ПК1	1615 6096	0812 5298	0016	1342 6126	1648 6427	0117	0896 5678	0365 5152	0312
3	ПК1 Лів30 Лів50 Пр.30 Пр.50 Пк.2	2098 6580	0548 5032	1613 1012 0815 0411	1873 6658	2407 7195	1715 2002 2116 2392	0996 5781	1151 5932	0816 0922 1011 1210
4	ПК2 +20 ПК3	1207 5987	2607 7387	0717	2406 7191	0875 5653	0415	2802 7580	1132 5912	0281
5	ПК3 ПК4	2196 6978	2176 6958		3015 7795	1490 6265		1694 6478	0423 5202	
6	ПК4 X	1942 6726	2750 7532		1488 6267	0906 5687		1485 6265	1217 5997	
7	X ПК5	1210 5990	1540 6320		1560 6338	0859 5639		1160 5940	2638 7418	
8	ПК5 Рп.2	1540 6320	1505 6290		1223 6001	1811 6593		2638 7418	2245 7027	

№ ст.	№ спост	Варіант 64			Варіант 65			Варіант 66		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1  ПК0	1530 6310	1540 6322		1718 6498	2182 6965		0905 5687	0361 5141	
2	ПК0  +50 ПК1	1702 6482	1327 6109	0318	2140 6923	1736 6521	0444	0317 5100	1826 6607	2210
3	ПК1  Лів30 Лів60 Пр.30 Пр.60 Пк.2	1173 5952	2525 7305	0722 1088 1678 2177	1071 5853	2054 6836	0998 1112 1713 2011	0521 5305	2814 7596	0600 1013 1988 2617
4	ПК2  +20 ПК3	1556 6336	2065 6848	0317	1433 6213	1060 5842	0501	1119 5901	1856 6640	0713
5	ПК3  ПК4	1005 5785	1866 6646		1430 6212	1253 6033		1641 6423	1524 6306	
6	ПК4  X	1133 5913	0958 5738		1159 5941	2356 7138		0791 5573	2244 7024	
7	X  ПК5	1702 6482	1846 6627		1500 6282	2402 7186		1078 5860	1120 5900	
8	ПК5  Рп.2	1829 6610	1316 6094		0598 5380	1612 6394		0715 5499	1598 6382	

№ ст.	№ спост	Варіант 67			Варіант 68			Варіант 69		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1663 6447	1926 6708		1379 6161	1489 6270		1853 6435	1401 5983	
2	ПК0 X	1450 6232	1092 5874		1753 6535	0680 5463		0832 5514	1803 6483	
3	X ПК1	2516 7298	1141 5923		1300 6082	2543 7327		0354 4936	2601 7183	
4	ПК1 +70 ПК2	1014 5796	1126 5910	2878	1406 6186	1831 6613	2216	1454 6136	0679 5361	1916
5	ПК2 +30 ПК3	1445 6229	0800 5582	2910	1608 6390	1475 6257	1987	0411 4998	1794 6378	1112
6	ПК3 Лів20 Лів50 Пр.20 Пр.50 Пк.4	1653 6435	1072 5854	1611 1318 1222 0987	1404 6184	0832 5614	1915 2216 2321 2717	1766 6450	0388 5070	1801 1988 2211 2512
7	ПК4 ПК5	2926 7708	1651 6435		0626 5410	2242 7024		0020 4604	0721 5303	
8	ПК5 Рп.2	1978 6760	0864 5648		1086 5868	1774 6556		1470 6153	0653 5336	

№ ст.	№ спост	Варіант 70			Варіант 71			Варіант 72		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	0653 5236	2807 7390		1165 5748	1463 6044		1268 5852	1369 5951	
2	ПК0 X	1319 6002	2216 6899		0911 5593	1385 6067		1269 5951	1797 6481	
3	X ПК1	2191 6773	1180 5762		1385 5967	2588 7170		1890 6472	1701 6283	
4	ПК1 +70 ПК2	0960 5642	1838 6520	2011	0939 5621	1163 5847	2613	1701 6383	1902 6586	2502
5	ПК2 +30 ПК3	1001 5583	1086 5668	2916	0481 5165	1610 6292	2788	1601 6185	1967 6547	2211
6	ПК3 Лів20 Лів50 Пр.20 Пр.50 Пк.4	1086 5668	1211 5793	1112 0918 0613 0554	1029 5609	0961 5539	1615 1501 1012 0617	1967 6647	2120 6802	2288 2687 1915 1889
7	ПК4 ПК5	1211 5793	1232 5816		0034 4616	1389 5971		1688 6270	2122 6708	
8	ПК5 Рп.2	0722 5403	1165 5848		1389 6071	1603 6285		2122 6806	0703 5387	

№ ст.	№ спост	Варіант 73			Варіант 74			Варіант 75		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1269 5851	2211 6795		2682 7362	0208 4890		1940 6620	1510 6192	
2	ПК0 X	2212 6896	2454 7136		0413 5097	1080 5760		0900 5582	1918 6598	
3	X ПК1	2454 7036	1591 6173		0743 5425	1250 5930		2817 7499	0528 5210	
4	ПК1 +70 ПК2	1295 5975	2183 6863	2016	0296 4978	1393 6073	1997	1195 5879	2030 6712	0122
5	ПК2 +30 ПК3	0877 5559	1335 6017	2193	0704 5386	0998 5678	2613	1300 5982	2105 6789	0317
6	ПК3 Лів20 Лів50 Пр.20 Пр.50 Пк.4	1953 6635	0640 5320	2010 2317 2418 2916	1115 5797	0935 5617	1200 1416 2019 2653	1195 5877	1990 6670	0993 1121 1918 2513
7	ПК4 ПК5	2035 6717	0685 5367		1030 5710	1630 6310		1460 6140	2352 7034	
8	ПК5 Рп.2	1190 5870	1452 6132		2337 7019	1939 6619		0988 5670	2400 7084	

№ ст.	№ спост	Варіант 76			Варіант 77			Варіант 78		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1743 6427	0380 5062		1742 6424	1615 6295		1618 6299	0262 4946	
2	ПК0 X	1400 6082	0819 5501		1251 5933	1220 5902		0264 4948	1614 6294	
3	X ПК1	0415 5097	2235 6917		1665 6349	1390 6072		1222 5904	0990 5670	
4	ПК1 +70 ПК2	0710 5394	2020 6700	0218	1120 5800	1380 6064	0319	0390 5072	1452 6134	0412
5	ПК2 +30 ПК3	1470 6152	0870 5550	0488	1340 6022	0790 5472	0695	1340 6024	1610 6292	0675
6	ПК3 Лів40 Лів60 Пр.40 Пр.60 Пк.4	0870 5550	1970 6650	0901 1283 1719 2299	1890 6572	1082 5764	1919 1722 1415 1216	1380 6064	1408 6090	2173 1922 1693 0999
7	ПК4 ПК5	1640 6322	1762 6444		1082 5764	1140 5820		1475 6159	1600 6284	
8	ПК5 Рп.2	1238 5918	1311 5993		0944 5628	1118 5800		1538 6220	1330 6012	

№ ст.	№ спост	Варіант 79			Варіант 80		
		відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1240 5924	0730 5412		0815 5499	0712 5394	
2	ПК0 X	1330 6010	1910 6590		0430 5114	2140 6824	
3	X ПК1	1755 6439	0812 5494		1368 6050	0242 4924	
4	ПК1 +70 ПК2	2188 6870	1898 6580	0622	1194 5876	2620 7302	0715
5	ПК2 +30 ПК3	2200 6882	1535 6219	0715	2122 6804	1117 5799	0622
6	ПК3 Лів40 Лів60 Пр.40 Пр.60 Пк.4	1150 5832	2540 7220	1201 1793 2019 2320	1590 6272	0883 5567	1600 2012 2514 2699
7	ПК4 ПК5	1454 6136	1133 5817		0885 5567	2748 7430	
8	ПК5 Рп.2	1292 5974	1710 6390		0975 5657	1670 6352	

№ ст.	№ спост	Варіант 81			Варіант 82			Варіант 83		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	0805 5485	2200 6880		1094 5776	1725 6409		0534 5214	1564 6244	
2	ПК0 Лів25 Лів50 Пр.25 Пр.50 Пк.1	0415 5097	2595 7277	0501 1289 1981 2602	1094 5776	1820 6502	0989 1199 1701 2010	1030 5708	2228 6908	1010 1610 1998 2352
3	ПК1 ПК2	1865 6549	0390 5070		1373 6053	0635 5315		0543 5225	2173 6853	
4	ПК2 X	2350 7032	0345 5027		1898 6578	0882 5564		1148 5832	2198 6878	
5	X ПК3	2325 7007	0760 5440		2452 7132	1324 6004		1169 5849	1913 6597	
6	ПК3 +40 ПК4	1985 6667	2060 6744	0011	2130 6810	0987 5669	0119	2272 6952	0726 5406	0412
7	ПК4 +70 ПК5	2695 7377	0341 5023	2116	1169 5849	1892 6572	2201	1342 6022	0899 5579	2613
8	ПК5 Рп.2	0477 5160	2450 7135		1842 6526	1672 6354		0549 5229	2829 7509	



№ ст.	№ спост	Варіант 84			Варіант 85			Варіант 86		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1289 5971	1218 5898		1388 6070	1820 6502		0582 5262	1563 6247	
2	ПК0 Лів25 Лів50 Пр.25 Пр.50 Пк.1	1263 5945	1856 6542	1302 1711 1920 2165	2632 7314	1057 5737	2701 2344 1615 1316	1876 6558	1374 6054	2088 1655 1334 0913
3	ПК1 ПК2	0663 5343	0742 5422		1491 6171	1482 6162		1748 6132	0256 4936	
4	ПК2 X	0693 5373	2308 6990		0475 5155	0858 5538		0301 4981	2568 7252	
5	X ПК3	0856 5538	0508 5188		1808 6488	1805 6487		0312 4996	1887 6573	
6	ПК3 +40 ПК4	0287 4969	0608 5288	2111	1287 5967	2422 7102	0318	0932 5612	2918 7600	0012
7	ПК4 +70 ПК5	1930 6614	0522 5206	2918	0674 5354	1935 6619	2889	1123 5805	1448 6132	2278
8	ПК5 Рп.2	0693 5371	1825 6507		0199 4881	2788 7472		0442 5124	1840 6524	

№ ст.	№ спост	Варіант 87			Варіант 88			Варіант 89		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1064 5742	1153 5835		2177 6857	0384 5064		2467 7149	1118 5798	
2	ПК0 Лів25 Лів50 Пр.25 Пр.50 Пк.1	0254 4936	0986 5668	0302 0993 1215 1720	1693 6375	1039 5717	2002 1715 1012 0917	0790 5472	1249 5931	0998 1317 1983 2615
3	ПК1 ПК2	0622 5302	1636 6320		1224 5904	0308 4988		1723 6407	1577 6261	
4	ПК2 X	1199 5881	0988 5668		0927 5607	1452 6132		1343 6025	0341 5021	
5	X ПК3	0117 4797	1682 6366		2118 6800	1232 5912		0821 5501	0610 5290	
6	ПК3 +40 ПК4	0626 5306	1678 6362	0220	0261 4941	2916 7599	2200	1239 5921	0701 5381	1988
7	ПК4 +70 ПК5	0873 5553	0677 5357	0011	1087 5775	1611 6300	2917	1670 6352	1260 5942	2887
8	ПК5 Рп.2	1168 5848	0703 5383		2208 6888	0802 5480		1824 6506	1283 5965	

№ ст.	№ спост	Варіант 90			Варіант 91			Варіант 92		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1097 5777	1678 6358		1608 6290	1364 6046		1369 6051	1317 5999	
2	ПК0 Лів35 Лів55 Пр.35 Пр.55 Пк.1	1883 6565	0658 5338	2092 1779 1310 0615	1437 6119	0981 5663	2118 2001 1613 1122	2466 7146	1134 5814	2500 2011 1629 1002
3	ПК1 ПК2	2088 6772	1093 5775		1681 6365	0892 5574		1527 6211	0389 5073	
4	ПК2 X	1802 6482	0678 5360		1283 5967	0943 5627		1384 6068	1939 6623	
5	X ПК3	1065 5745	1361 6043		1241 5923	1762 6442		0882 5562	1892 6570	
6	ПК3 +40 ПК4	2296 6982	0463 5145	1602	1413 6098	1134 5814	0017	1029 5709	2428 7112	0116
7	ПК4 +70 ПК5	1192 5872	0526 5206	2918	1170 5850	1294 5976	2889	1174 5856	1547 6231	2901
8	ПК5 Рп.2	1923 6605	0983 5667		0754 5437	1583 6267		1129 5809	0894 5578	

№ ст.	№ спост	Варіант 93			Варіант 94			Варіант 95		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	переі	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1131 5813	0593 5273		1740 6422	0304 4984		1297 5979	2124 6806	
2	ПК0 Лів35 Лів55 Пр.35 Пр.55 Пк.1	1628 6308	0632 5312	1701 1311 0917 0488	1334 6014	1473 6157	1200 1879 2144 2918	0848 5528	0441 5121	0902 0613 0411 0017
3	ПК1 ПК2	0788 5468	0809 5491		1597 6277	1668 6348		1882 6566	1879 6563	
4	ПК2 X	1393 6075	0919 5599		2202 6882	1391 6071		0528 5208	1402 6082	
5	X ПК3	1842 6522	0296 4978		1670 6354	0350 5030		1367 6049	2110 6792	
6	ПК3 +40 ПК4	1838 6522	0653 5333	2288	1101 5781	1277 5957	2112	1808 6488	2441 7123	0123
7	ПК4 +70 ПК5	1192 5872	0228 4908	2917	2108 6788	1235 5917	2887	0862 5544	2388 7072	0317
8	ПК5 Рп.2	2182 6864	0542 5226		0403 5083	1325 6007		2561 7241	0627 5307	

№ ст.	№ спост	Варіант 96			Варіант 97			Варіант 98		
		відліки по рейці			відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1572 6252	0658 5342		1580 6260	0670 5350		1070 5750	1035 5715	
2	ПК0 Лів45 Лів65 Пр.45 Пр.65 Пк.1	2302 6982	0266 4948	2977 2689 2117 1615	1012 5798	1198 5982	0998 1216 1779 2188	1310 6090	1470 6250	1401 1678 2098 2477
3	ПК1 ПК2	1370 6052	1022 5702		1075 5760	1160 5846		0940 5620 4680	1330 6010	
4	ПК2 X	0943 5627	1965 6649		1325 6110	0930 5715		1470 6150	0950 5630	
5	X ПК3	0768 5450	1497 6179		1280 5965	1052 5737		0155 4835	1330 6010	
6	ПК3 +40 ПК4	0275 5055	1230 6010	2211	1035 5818	1270 6050	2416	1010 5790	1280 6060	2516
7	ПК4 +70 ПК5	1350 6035	1180 5865	2315	1590 6270	1200 5880	2881	0250 5030	1570 6350	2988
8	ПК5 Рп.2	1030 5815	0890 5675		1050 5830	1130 5910		1230 6010	1010 5790	

№ ст.	№ спост	Варіант 99			Варіант 00		
		відліки по рейці			відліки по рейці		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1260 6040	0950 5730		1230 6010	0990 5770	
2	ПК0 Лів45 Лів65 Пр.45 Пр.65 Пк.1	1320 6000	0820 5500	1310 0988 0613 0210	1150 5830	0930 5610	1202 0977 0415 0012
3	ПК1 ПК2	1575 6360	1060 5845		0955 5740	1370 6155	
4	ПК2 X	1245 5930	1443 6128		1170 5850	1440 6120	
5	X ПК3	1090 5775	1565 6250		0990 5775	1185 5970	
6	ПК3 +40 ПК4	1090 5770	1144 5820	2722	1162 5845	1315 5998	2615
7	ПК4 +70 ПК5	1515 6300	1145 5930	2818	1335 6120	1030 5815	2787
8	ПК5 Рп.2	1235 5920	1085 5770		1100 5880	1250 6030	

#### 6.4. Відмітки реперів Рп1 та Рп2, проектні відмітки ПК0 та проектні ухили

Таблиця №6.4

№ варіанту	Відмітки реперів		Проектні відмітки ПК0	Проектні ухили
	Рп1	Рп2		
1	2	3	4	5
1	200,02	195,87	199,58	від ПК0 до ПК5, $i = -0,009$
2	201,62	196,15	201,24	від ПК0 до ПК5, $i = -0,008$
3	202,41	201,49	202,38	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$ ;
4	203,72	203,24	203,14	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
5	204,21	208,06	204,43	від ПК0 до ПК5, $i = +0,006$
6	205,31	207,75	205,55	від ПК0 до ПК5, $i = +0,002$
7	206,52	211,17	207,73	від ПК0 до ПК5, $i = +0,004$
8	207,62	210,54	207,54	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
9	208,78	208,03	208,20	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
10	209,88	210,18	209,60	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
11	211,00	210,93	210,92	від ПК0 до ПК5, $i = 0,000$ ;
12	211,01	206,80	207,42	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
13	212,03	217,50	211,02	від ПК0 до ПК5, $i = +0,007$
14	213,12	211,80	213,05	від ПК0 до ПК5, $i = -0,002$
15	214,15	216,05	214,60	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
16	215,20	217,90	217,80	від ПК0 до ПК5, $i = -0,002$
17	216,20	206,75	216,38	від ПК0 до ПК5, $i = -0,013$
18	217,34	221,12	216,64	від ПК0 до ПК5, $i = +0,008$
19	218,79	217,72	221,56	від ПК0 до ПК5, $i = -0,004$
20	219,73	212,10	215,99	від ПК0 до ПК5, $i = -0,002$
21	220,88	218,15	220,62	від ПК0 до ПК5, $i = -0,003$
22	221,34	214,65	220,71	від ПК0 до ПК5, $i = -0,008$
23	222,78	227,00	225,61	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$

Продовження таблиці №6.4

1	2	3	4	5
24	223,45	229,64	224,20	від ПК0 до ПК4, $i = +0,005$
25	224,48	223,18	223,34	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
26	130,26	133,85	127,52	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
27	135,27	135,13	135,80	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
28	140,28	142,17	140,89	від ПК0 до ПК5, $i = +0,002$
29	145,29	151,43	148,00	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
30	150,30	153,73	150,97	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
31	155,31	147,56	155,24	від ПК0 до ПК5, $i = -0,010$
32	160,32	155,23	157,80	від ПК0 до ПК5, $i = -0,002$
33	165,33	168,42	164,64	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
34	170,34	178,52	172,50	від ПК0 до ПК5, $i = +0,008$
35	175,35	175,52	176,03	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
36	180,36	182,22	182,00	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
37	183,37	191,24	188,21	від ПК0 до ПК5, $i = +0,005$
38	190,38	188,27	190,20	від ПК0 до ПК5, $i = -0,002$
39	185,39	180,77	185,60	від ПК0 до ПК5, $i = -0,011$
40	202,40	195,99	199,60	від ПК0 до ПК5, $i = -0,015$
41	200,41	210,59	203,60	від ПК0 до ПК5, $i = +0,009$
42	200,00	194,57	198,95	від ПК0 до ПК5, $i = -0,007$
43	246,00	241,73	246,12	від ПК0 до ПК5, $i = -0,020$
44	220,44	219,14	218,80	від ПК0 до ПК5, $i = +0,002$
45	225,45	224,33	224,50	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
46	230,46	233,56	230,91	від ПК0 до ПК5, $i = +0,002$
47	235,47	236,13	238,01	від ПК0 до ПК5, $i = -0,005$
48	240,48	239,46	240,51	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
49	245,49	244,13	245,30	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
50	250,50	251,21	250,20	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
51	255,51	257,80	254,00	від ПК0 до ПК5, $i = +0,006$
52	260,52	252,39	259,34	від ПК0 до ПК5, $i = -0,012$
53	265,53	262,92	264,00	від ПК0 до ПК5, $i = -0,006$
54	270,54	266,47	271,25	від ПК0 до ПК5, $i = -0,002$
55	275,55	272,74	276,93	від ПК0 до ПК5, $i = -0,014$ ;



Продовження таблиці №6.4

1	2	3	4	5
56	280,56	275,44	279,10	від ПК0 до ПК5, $i = -0,004$
57	285,57	287,18	285,06	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
58	290,58	294,85	291,40	від ПК0 до ПК5, $i = -0,008$ ;
59	296,72	295,59	298,32	від ПК0 до ПК5, $i = -0,004$
60	300,60	302,58	299,48	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
61	305,61	306,24	308,60	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
62	310,62	313,98	309,29	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
63	315,63	317,19	315,70	від ПК0 до ПК5, $i = +0,005$
64	320,64	318,82	322,80	від ПК0 до ПК5, $i = +0,004$
65	325,65	322,02	324,04	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
66	361,78	355,52	358,60	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
67	362,02	367,08	362,68	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
68	363,28	360,98	361,17	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
69	364,83	362,96	362,20	від ПК0 до ПК5, $i = -0,004$
70	365,23	361,63	363,07	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
71	270,89	266,09	270,19	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
72	270,89	270,71	269,00	від ПК0 до ПК5, $i = +0,002$
73	283,73	284,46	282,79	від ПК0 до ПК5, $i = +0,004$
74	369,28	369,17	371,20	від ПК0 до ПК5, $i = -0,005$
75	370,89	367,85	371,31	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
76	180,76	178,87	180,00	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
77	185,72	187,03	187,41	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
78	190,78	189,75	192,14	від ПК0 до ПК5, $i = -0,010$ ;
79	195,79	196,14	198,61	від ПК0 до ПК5, $i = -0,004$
80	200,80	198,04	201,10	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
81	205,81	207,58	204,41	від ПК0 до ПК5, $i = +0,005$
82	210,82	212,93	210,10	від ПК0 до ПК5, $i = +0,005$
83	215,83	209,88	214,89	від ПК0 до ПК5, $i = -0,010$
84	216,84	214,93	215,38	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
85	217,86	213,64	219,42	від ПК0 до ПК5, $i = -0,007$
86	218,00	211,31	218,70	від ПК0 до ПК5, $i = -0,007$
87	219,01	215,40	219,00	від ПК0 до ПК5, $i = -0,006$

*Продовження таблиці №6.4*

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
88	220,48	222,43	222,27	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$ ;
89	221,72	225,47	223,07	від ПК0 до ПК5, $i = +0,003$
90	222,52	228,43	223,16	від ПК0 до ПК5, $i = +0,004$
91	223,51	224,14	223,98	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
92	231,91	231,33	233,29	від ПК0 до ПК5, $i = -0,003$
93	232,12	239,43	235,40	від ПК0 до ПК5, $i = +0,005$
94	231,00	234,13	233,20	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
95	221,12	218,85	220,29	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
96	229,43	230,32	232,37	від ПК0 до ПК5, $i = -0,001$
97	230,00	231,33	230,90	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
98	232,67	230,12	234,00	від ПК0 до ПК5, $i = -0,020$
99	220,12	221,24	220,83	від ПК0 до ПК5, $i = +0,001$
00	225,23	224,81	220,47	від ПК0 до ПК5, $i = +0,002$ ;

## **Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:10000 за заданими географічними координатами точки**

Карти масштабу 1:1000000 та крупніші називаються топографічними, карти більш дрібних масштабів – оглядовими.

Топографічні карти характеризуються повнотою змісту та точністю зображення контурів та рельєфу, що дозволяє доволі детально вивчати за ними місцевість. Внаслідок цього вони широко використовуються в народному господарстві при розвідці, проектуванні та будівництві інженерних споруд, а також для розв'язання багатьох інших задач. Топографічні карти слугують основою для складання спеціальних карт – ґрунтових, геологічних і т.п.

Топографічні карти складають у рівнокутній проекції Гаусса-Крюгера і усі є багатоаркушними: територія держави зображується на них по частинам на окремих листах. Розміри листів підбирають таким чином, щоб ними було зручно користуватись.

Листи топографічних карт різних масштабів об'єднані єдиною системою розграфлення та номенклатури. *Номенклатурою* називається система позначення (нумерації) окремих листів топографічних карт різних масштабів; система їх взаємного розташування встановлюється прийнятою формою. А поділ аркуша карти одного масштабу на аркуші карти більш великого масштабу називається *розграфленням топографічних карт*.

В основі номенклатур топографічних карт всіх масштабів лежить номенклатура карт масштабу 1:1000000, її називають *Міжнародною картою світу*.

Поверхню землі поділяють меридіанами на смуги, які проводяться за довготою через 6°. Ці смуги називають *колонами*. Початок відліку колон-меридіан з довготою 180° і нумерація їх збільшується з заходу на схід від 1 до 60. Крім цього поверхню Землі поділяють на *ряди* паралелями через 4° за широтою, починаючи від екватора, в обидві сторони. Кожний ряд позначають великою літерою латинської азбуки від А до V.

Номенклатура окремих листів складається з літери ряду і номера колони. Наприклад *N-37 (рис. 1.1)*. Це означає, що даний аркуш карти знаходиться в ряду *N* і в 37 колоні.

Зведені дані щодо розграфлення, номенклатури і розмірів рамок топографічних карт наведено в *таблиці 1.1*.

Таблиця 1.1

**Зведені дані щодо розграфлення, номенклатури і розмірів рамок  
топографічних карт**

Масштаб	Протяжність листа		Приклад номенклатури листа
	по широті	по довготі	
1:1000000	4°	6°	N-37
1:500000	2°	3°	N-37-A
1:300000	1°20'	2°	IX-N-37
1:200000	40'	1°	N-37-XXVI
1:100000	20'	30'	N-37-144
1:50000	10'	15'	N-37-144-Г
1:25000	5'	7'30"	N-37-144-Г-Г
1:10000	2'30"	3'45"	N-37-144-Г-Г-4
1:5000	1'15"	1'52,5"	N-37-144-(256)
1:2000	25"	37,5"	N-37-144-(256-В)

*Номенклатура і розміри аркушів топографічних карт*

При переході до листів карт більш великих масштабів поділ листа карти масштабу 1:1000000 здійснюється в наступній послідовності.

Лист карти масштабу 1:500000 одержують діленням листа карти масштабу 1:1000000 на 4 частини і кожна частина позначається великими літерами А, Б, В, Г (рис.1.2). Розміри листа карти 2° за широтою і 3° за довготою. Номенклатура листа карти складається з номенклатури листа карти 1:1000000 і літери листа карти масштабу 1:500000.

Лист карти масштабу 1:200000 одержують поділом листа карти масштабу 1:1000000 на 36 частин, кожна частина позначається римськими цифрами від I до XXXVI (рис. 1.3). Номенклатура листа складається з номенклатури листа карти 1:1000000 і номери листа карти масштабу 1:200000. Розміри листа карти за широтою 0°40' і довготою 1°.

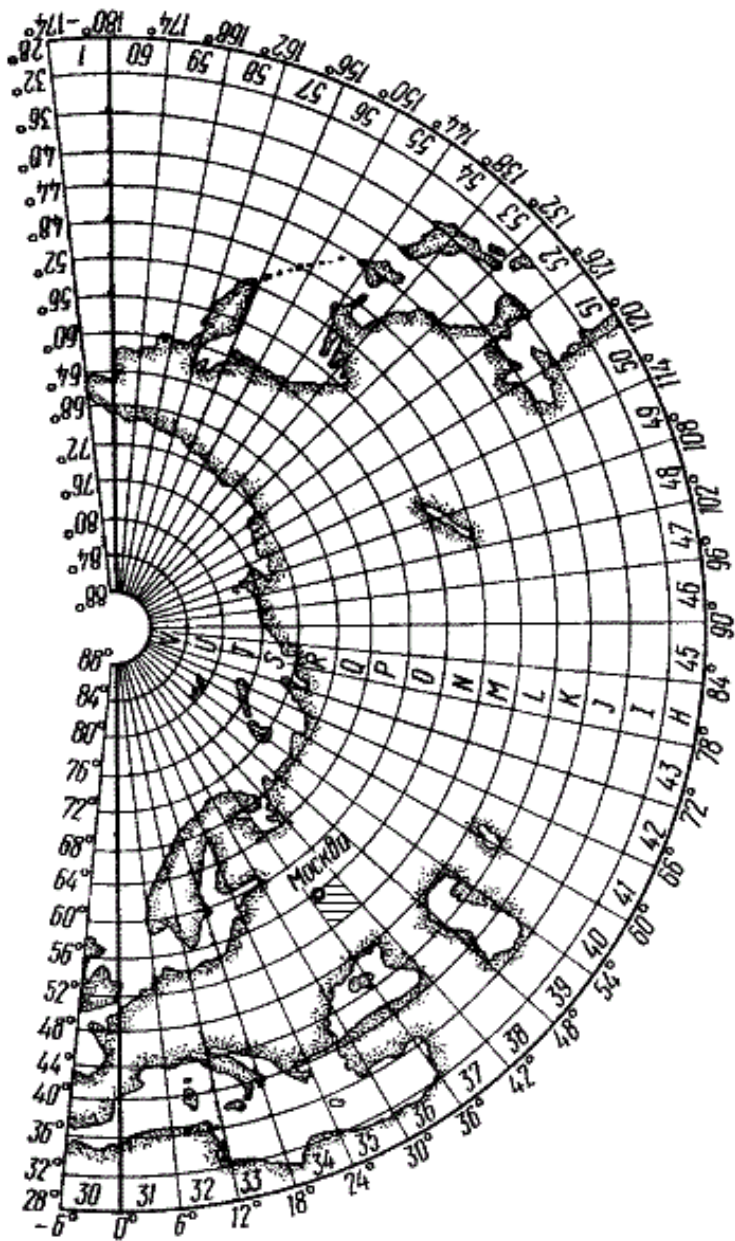
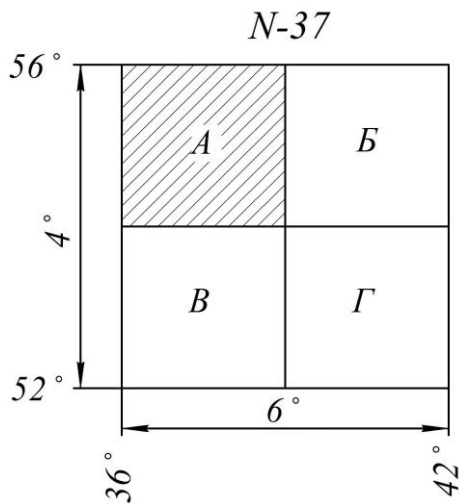
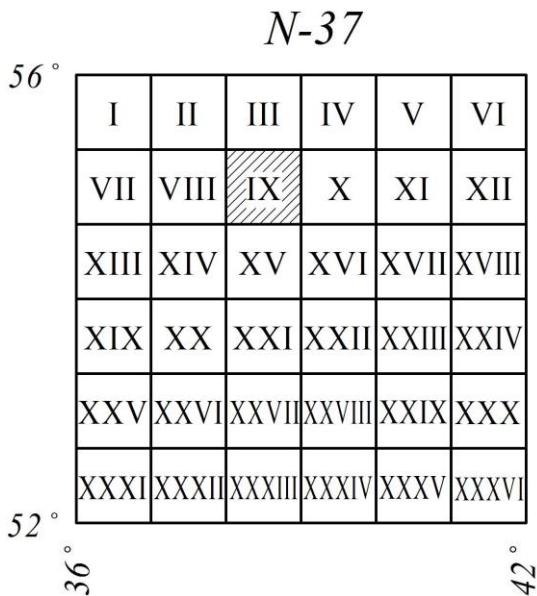


Рис. 1.1 Міжнародна карта світу



*Рис. 1.2. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:500000 (N-37-A)*



*Рис. 1.3. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:200000 (N-37-IX)*

Лист карти масштабу 1:1000000 одержують поділом листа карти масштабу 1:1000000 на 144 частини (рис. 1.4). Кожна частина нумерується порядковим номером від 1 до 144. Номенклатура листа карти масштабу 1:1000000 складається з номенклатури листа масштабу 1:1000000 і номера листа карти 1:1000000. Розміри листа карти за широтою 20' і за довготою 30'.

## N-37

56°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13											24
	25											36
	37											48
	49											60
	61											72
	73											84
	85											96
	97											108
	109											120
	121											132
52°	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
36°												42°

Рис. 1.4. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:100000 (N-37-2)

Лист карти масштабу 1:50000 одержують поділом листа карти масштабу 1:100000 на 4 частини (рис. 1.5). Кожна частина позначається великими літерами А, Б, В, Г. Номенклатура листа карти масштабу 1:50000 складається з номенклатури листа карти масштабу 1:100000 і літери листа карти масштабу 1:50000. Розміри листа карти за широтою 10' і за довготою 15'.

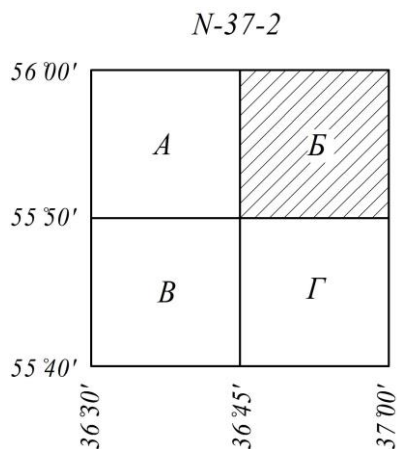


Рис. 1.5. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:50000 (N-37-2-Б)

Лист карт масштабу 1:25000 одержують поділом листа карти масштабу 1:50000 на 4 частини (рис. 1.6). Кожна частина позначається літерами *a*, *б*, *в*, *г*. Номенклатура листа карти масштабу 1:25000 складається з номенклатури листа карти масштабу 1:50000 і літери листа карти масштабу 1:25000. Розміри листа карти за шириною 5' і за довготою 7'30".

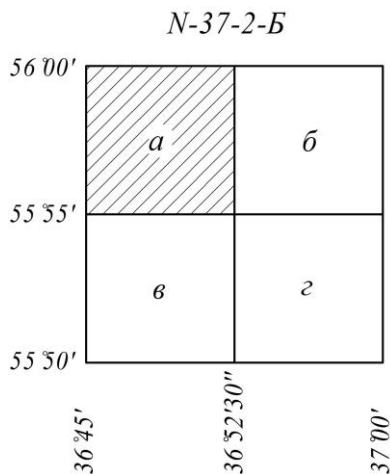
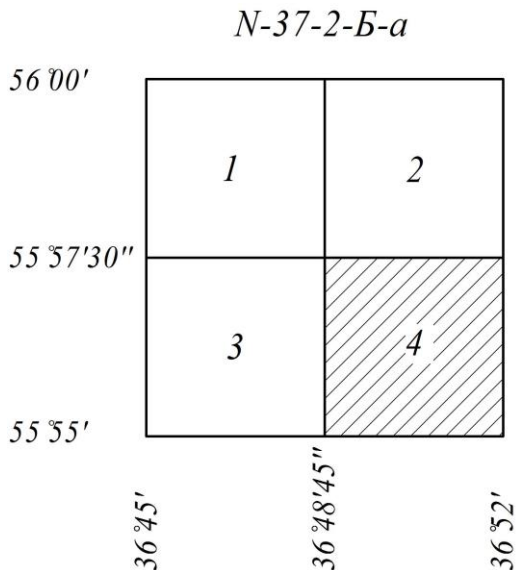


Рис. 1.6. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:25000 (N-37-2-Б-а)



Лист карти масштабу 1:10000 одержують діленням листа карти масштабу 1:25000 на 4 частини. Кожна частина нумерується порядковим номером 1, 2, 3, 4 (рис. 1.7). Номенклатура листа карти масштабу 1:10000 складається з номенклатури листа карти масштабу 1:10000. Розміри листа карти за шириною 2'30" і за довготою 3'45".



*Рис. 1.7. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:10000 (N-37-2-Б-а-4)*

Для утворення номенклатури карти масштабу 1:5000 за основу беруть лист карти масштабу 1:100000, який ділиться на 256 частин (рис. 1.8). Номенклатура листа карти масштабу 1:5000 складається з номенклатури листа карти масштабу 1:100000 і відповідного номера від 1 до 256 листа карти масштабу 1:5000, який підписується в дужках. Розміри листа карти за шириною 1'15" і за довготою 1'52,5".

Лист карти масштабу 1:2000 одержують діленням листа карти масштабу 1:5000 на 9 частин (рис. 1.9). Кожна частина позначається малими літерами *a, б, в, г, д, е, ж, з, і*. номенклатура листа карти масштабу 1:2000 складається з номенклатури листа карти масштабу 1:5000 і відповідної літери листа карти масштабу 1:2000, які підписують в дужках. Розміри листа карти за шириною 25" і за довготою 37,5".

N-37-2

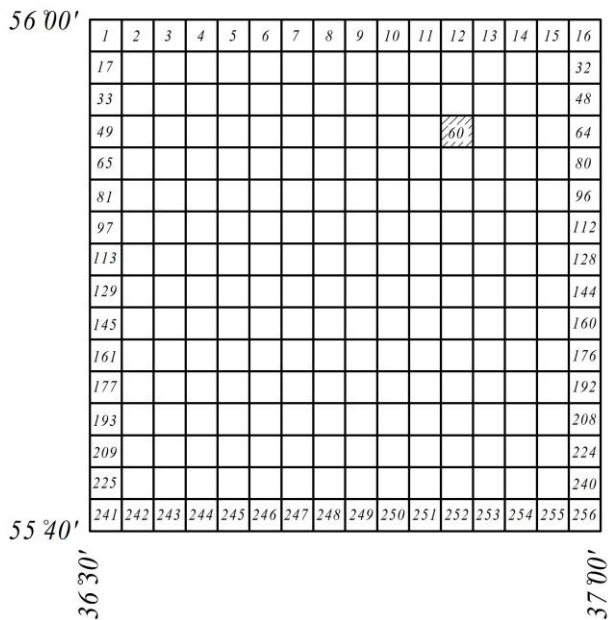


Рис. 1.8. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:5000 (N-37-2-(60))

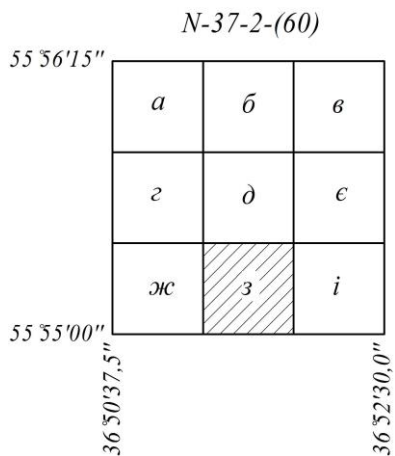


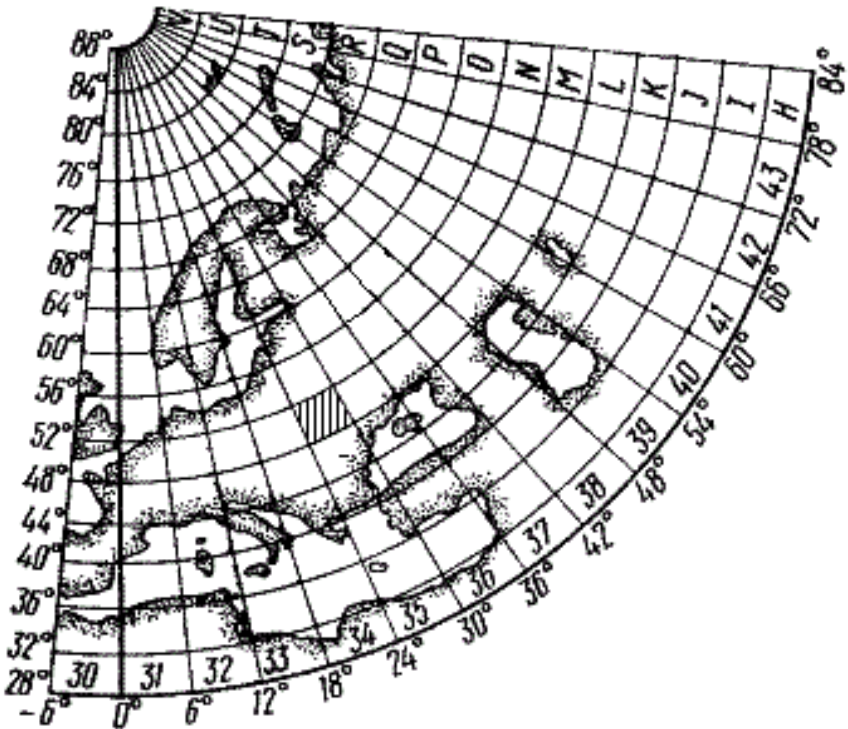
Рис. 1.9. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:5000 (N-37-2-(60-3))

## ПРИКЛАД РОЗРАХУНКІВ

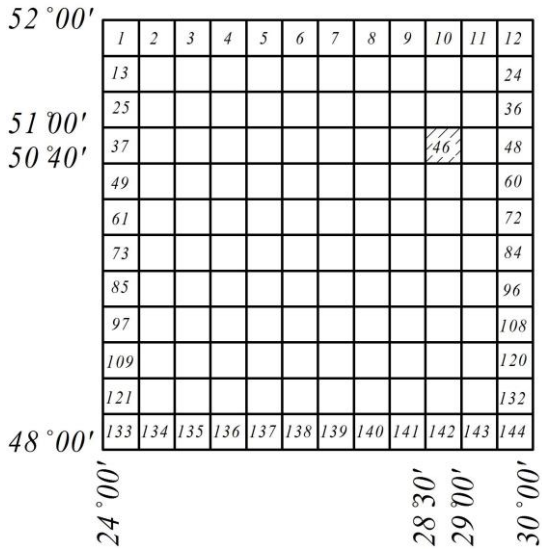
### Визначення номенклатури аркуша карти масштабу 1:10000 за заданими географічними координатами точки

**Завдання:** визначити номенклатуру аркуша карти масштабу 1:10000 за заданими географічними координатами точки:  $B = 50^{\circ}34'00''$ ,  $L = 28^{\circ}31'00''$  (числові значення географічних координат вибираються згідно індивідуального варіанту за двома останніми цифрами номера залікової книжки).

#### Числовий приклад:

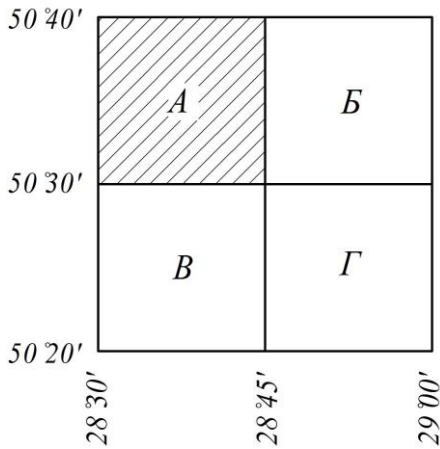


### M-35



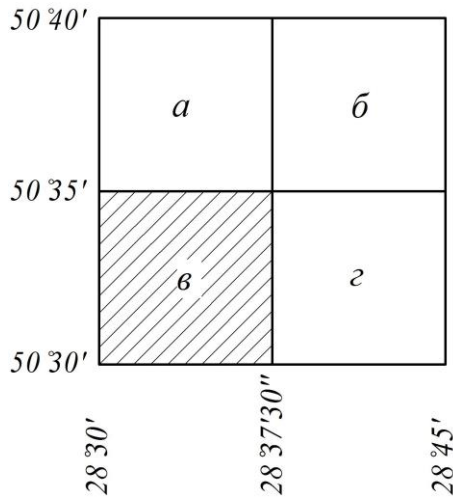
M 1:1 000 000

### M-35-46



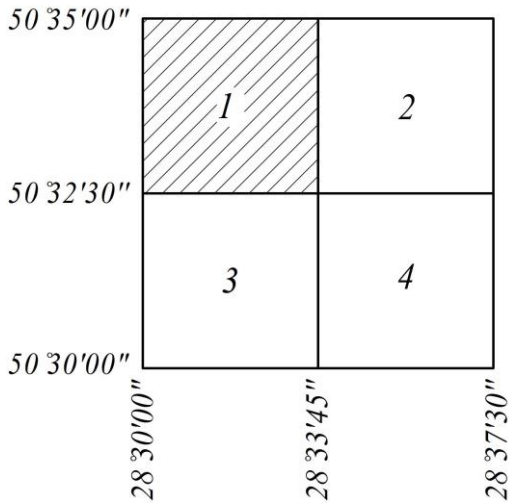
M 1:100 000

*M-35-46-A*



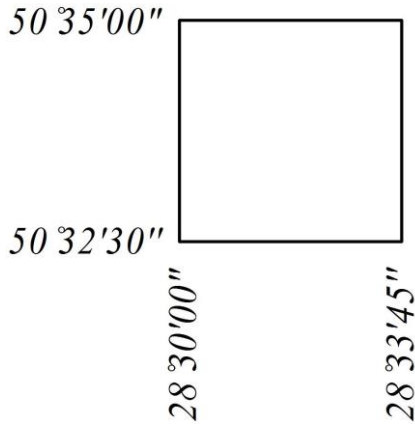
**M 1:50 000**

*M-35-46-A-в*



**M 1:25 000**

*M-35-46-A-6-1*



**M 1:10 000**

## ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

**Визначення номенклатури листа карти М1:10000 за заданими геодезичними координатами**

Варіант	<i>B</i> (широта)	<i>L</i> (довгота)	Варіант	<i>B</i> (широта)	<i>L</i> (довгота)
1	2	3	4	5	6
01	50°58'00"	28°31'00"	41	50°46'00"	28°31'00"
02	50°58'00"	28°37'00"	42	50°46'00"	28°37'00"
03	50°58'00"	28°40'00"	43	50°46'00"	28°40'00"
04	50°58'00"	28°44'00"	44	50°46'00"	28°44'00"
05	50°58'00"	28°48'00"	45	50°46'00"	28°48'00"
06	50°58'00"	28°50'00"	46	50°46'00"	28°50'00"
07	50°58'00"	28°54'00"	47	50°46'00"	28°54'00"
08	50°58'00"	28°58'00"	48	50°46'00"	28°58'00"
09	50°56'00"	28°31'00"	49	50°43'00"	28°31'00"
10	50°56'00"	28°37'00"	50	50°43'00"	28°37'00"
11	50°56'00"	28°40'00"	51	50°43'00"	28°40'00"
12	50°56'00"	28°44'00"	52	50°43'00"	28°44'00"
13	50°56'00"	28°48'00"	53	50°43'00"	28°48'00"
14	50°56'00"	28°50'00"	54	50°43'00"	28°50'00"
15	50°56'00"	28°54'00"	55	50°43'00"	28°54'00"
16	50°56'00"	28°58'00"	56	50°43'00"	28°58'00"
17	50°53'00"	28°31'00"	57	50°41'00"	28°31'00"
18	50°53'00"	28°37'00"	58	50°41'00"	28°37'00"
19	50°53'00"	28°40'00"	59	50°41'00"	28°40'00"
20	50°53'00"	28°44'00"	60	50°41'00"	28°44'00"
21	50°53'00"	28°48'00"	61	50°41'00"	28°48'00"
22	50°53'00"	28°50'00"	62	50°41'00"	28°50'00"
23	50°53'00"	28°54'00"	63	50°41'00"	28°54'00"
24	50°53'00"	28°58'00"	64	50°41'00"	28°58'00"
25	50°51'00"	28°31'00"	65	50°38'00"	28°31'00"
26	50°51'00"	28°37'00"	66	50°38'00"	28°37'00"
27	50°51'00"	28°40'00"	67	50°38'00"	28°40'00"
28	50°51'00"	28°44'00"	68	50°38'00"	28°44'00"
29	50°51'00"	28°48'00"	69	50°38'00"	28°48'00"
30	50°51'00"	28°50'00"	70	50°38'00"	28°50'00"
31	50°51'00"	28°54'00"	71	50°38'00"	28°54'00"
32	50°51'00"	28°58'00"	72	50°38'00"	28°58'00"
33	50°48'00"	28°31'00"	73	50°36'00"	28°31'00"
34	50°48'00"	28°37'00"	74	50°36'00"	28°37'00"
35	50°48'00"	28°40'00"	75	50°36'00"	28°40'00"
36	50°48'00"	28°44'00"	76	50°36'00"	28°44'00"
37	50°48'00"	28°48'00"	77	50°36'00"	28°48'00"
38	50°48'00"	28°50'00"	78	50°36'00"	28°50'00"
39	50°48'00"	28°54'00"	79	50°36'00"	28°54'00"
40	50°48'00"	28°58'00"	80	50°36'00"	28°58'00"

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>81</b>	50°33'00"	28°31'00"	<b>91</b>	50°31'00"	28°40'00"
<b>82</b>	50°33'00"	28°37'00"	<b>92</b>	50°31'00"	28°4400"
<b>83</b>	50°33'00"	28°40'00"	<b>93</b>	50°31'00"	28°48'00"
<b>84</b>	50°33'00"	28°44'00"	<b>94</b>	50°31'00"	28°50'00"
<b>85</b>	50°33'00"	28°48'00"	<b>95</b>	50°31'00"	28°54'00"
<b>86</b>	50°33'00"	28°50'00"	<b>96</b>	50°31'00"	28°58'00"
<b>87</b>	50°33'00"	28°54'00"	<b>97</b>	50°28'00"	28°31'00"
<b>88</b>	50°33'00"	28°58'00"	<b>98</b>	50°28'00"	28°37'00"
<b>89</b>	50°31'00"	28°31'00"	<b>99</b>	50°28'00"	28°40'00"
<b>90</b>	50°31'00"	28°37'00"	<b>00</b>	50°28'00"	28°44'00"



## 1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

**Мета роботи:** закладення пунктів на місцевості у вигляді трикутника і визначення їх координат в ході польових та камеральних робіт.

До геометричних елементів трикутника висуваються наступні вимоги:

- 1) довжини сторін мають бути не коротше 25 м;
- 2) внутрішні кути в трикутнику мають бути не менше  $30^\circ$ ;
- 3) між закладеними пунктами має бути видимість;
- 4) пункти мають бути закладені у зручних місцях для проведення геодезичних вимірювань.

По закінченню виконання польових та камеральних робіт у звіті мають бути наведені:

- 1) журнал технічного нівелювання;
- 2) карточки прив'язки пунктів;
- 3) журнал визначення похилих довжин ліній;
- 4) журнал визначення горизонтальних прокладань;
- 5) журнал вимірювання горизонтальних кутів;
- 6) розрахунки визначення координат закладених пунктів.

Загалом робота складається з польових і камеральних робіт. В даному випадку до польових робіт відносять закладення пунктів, вимірювання похилих відстаней, прив'язка пунктів до місцевих предметів, вимірювання перевищень і горизонтальних кутів. До камеральних робіт відносять обчислювальні і графічні роботи з даними, які були отримані у ході виконання польових робіт.

Для розв'язання поставленої задачі матимемо наступні дані:

$\alpha_{1-2}$  - дирекційний кут сторони  $S_{1-2}$  (згідно варіанту, табл. 9);

$x_1, y_1$  - планові координати пункту 1 (згідно варіанту, табл.9);

$H_1$  - відмітка пункту 1 (згідно варіанту, табл. 9).

$\beta_{\text{вим}}$ ,  $\beta_{2\text{вим}}$ ,  $\beta_{3\text{вим}}$  - виміряні на місцевості горизонтальні кути (Рис. 1, а);

$S_{1-2}$ ,  $S_{2-3}$ ,  $S_{3-1}$  - виміряні на місцевості довжини похилих сторін між пунктами (Рис. 1, а);

$\Delta h_{1-2}$ ,  $\Delta h_{2-3}$ ,  $\Delta h_{3-1}$  - виміряні на місцевості перевищення між пунктами (Рис. 1, б).

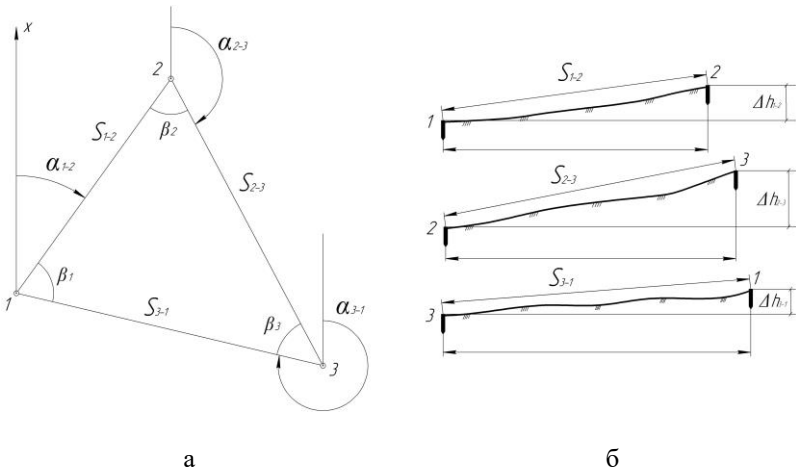


Рис. 1 Графічне зображення вихідних і виміряних даних: а - планове зображення трикутника, б - профілі сторін трикутника

## 1.1. Порядок вимірювання довжин ліній

Вимір лінії роблять два мірники: задній і передній. Вимірювання довжин ліній використовується під час топографічних знімань місцевості, виконання вишукувальних робіт для проектування та у ході зведення інженерних споруд. Кінцеві точки ліній надійно закріплюють постійними та тимчасовими ґрунтовими, а на забудованій території і постійними, знаками. Вимірювання ліній виконується практично при виконанні всіх видів геодезичних робіт. Перед початком вимірювань стрічку або рулетку розмотують і натягують в напрямі вимірюваної лінії. Задній вимірювач прикладає нульовий штрих мірної стрічки до центра початкової точки, а передній вимірювач кінець стрічки укладає на другий пункт. Стрічку потрібно старанно укладати по створу лінії і не допускати провисання, перекручення і вигинів. Для контролю лінія обов'язково вимірюється у зворотному напрямку. Результати вимірювання заносяться до журналу вимірювання довжин ліній. За кінцевий результат беруть середнє значення  $D_{сер}$ , якщо розходження між двома результатами вимірювань  $D_{пр}$  та  $D_{зв}$  не перевищує заданої відносної похибки 1/1000. Тобто

$$\frac{D_{пр} - D_{зв}}{D_{сер}} \leq \frac{1}{1000}, \quad (1)$$

де  $D_{пр}$  - виміряна довжина лінії у прямому напрямі;

$D_{зв}$  - виміряна довжина лінії у зворотному напрямі;

$D_{сер}$  - середнє значення прямого і зворотного вимірювання довжини лінії.

Приклад визначення значень похилих довжин лінії наведено у таблиці 1.

### Визначення похилих довжин ліній

Таблиця 1

Лінія	Значення довжини лінії прямого вимірювання	Значення довжини лінії зворотного вимірювання	Значення відносної похибки	Середнє значення довжини лінії
1-2	34,13	34,14	1/3414	34,14

Якщо розходження між двома вимірюваннями довжини лінії більше встановленої відносної похибки вимірювання потрібно повторити.

## 1.2. Порядок виконання технічного нівелювання

Для виконання технічного нівелювання потрібні такі геодезичні інструменти, як нівелір, штатив нівелірний, дві нівелірні рейки. Для виконання технічного нівелювання застосовуються нівеліри із збільшенням зорової труби не менше  $20\times$  та ціною поділки рівня не більше  $45''$  на 2 мм, нівеліри із самовстановлювальною лінією візування, а також теодоліти з компенсатором або з рівнем на трубі. Нівелірні рейки повинні мати шашковий малюнок із сантиметровими або двосантиметровими поділками.

Технічне нівелювання виконують в одному напрямку геометричним нівелюванням «з середини». При нівелюванні «з середини» штатив встановлюють по середині між пунктами, на яких вертикально встановлені нівелірні рейки. Нівелір приводять в робоче положення і відліки по рейці, що встановлена на нівелірний башмак, костиль чи вбитий в землю кілок, беруть по середній нитці. Порядок спостережень на станції такий:

- відліки по чорній та червоній сторонах задньої рейки;
- відліки по чорній та червоній сторонах передньої рейки.

Розходження значень перевищення на станції, що визначені по чорній та червоній сторонах рейок, допускається 5 мм.

Віддалі від приладу до рейок визначають по крайніх віддалемірних нитках труби. Нормальна довжина променя візування 120 м. За добрих умов видимості та спокійних зображеннях довжину променя можна збільшити до 200 м.

Нев'язки нівелірних ходів або замкнених полігонів не повинні перевищувати величин, що обчислені за формулою  $f_{h_{\text{доп}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}$  (мм), де  $L$  - довжина ходу (полігону) в кілометрах.

Правильність обчислення у журналі нівелювання обов'язково перевіряють посторінковим контролем. Для цього знаходять суму задніх відліків  $\Sigma_z$ , суму передніх відліків  $\Sigma_n$  і обчислюють сумарне значення перевищення:

$$\Sigma_{h_{\text{чл. контроль}}} = \frac{\Sigma_z - \Sigma_n}{2} \quad (2)$$

**Журнал технічного нівелювання**

Таблиця 2

№ стан.	Пункт спост.	Відліки по рейках, мм		Перевищення, мм			Відмітка пункту, м
		Задня	Передня	Обч.	Сер.	Випр.	
1	т.1	1273		+835	-3		<b>247,344</b>
		6057		+837	+836	+833	
	т.2		0438				248,177
			5220				
2	т.2	0742		-1342	-4		248,177
		5520		-1346	-1344	-1348	
	т.3		2084				246,829
			6866				
3	т.3	1342		+517	-3		246,829
		6125		+519	+518	+515	
	т.1		0825				<b>247,344</b>
			5606				

$$\Sigma_3=21059 \quad \Sigma_{п}=21039$$

$$\Sigma_{hc}=+10 \quad \Sigma_{в}=0$$

$$\text{Контроль: } \Sigma_c = \frac{\Sigma_3 - \Sigma_n}{2} = \frac{21059 - 21039}{2} = 10.$$

Теоретичне перевищення в замкнутому нівелірному ході становить:  $\Sigma_{h_t} = 0$ .

$$\text{Допустима похибка: } f_{h_{\text{доп}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{0,116} = \pm 17 \text{ (мм)}.$$

$$\text{Практична похибка: } f_{h_{\text{пр}}} = \Sigma_{h_c} - \Sigma_{h_t} = +10 - 0 = +10 \text{ (мм)}.$$

Теоретична сума перевищень у замкнутому нівелірному ході становить  $\Sigma_{h_t} = 0$ .

Якщо  $f_{h_{\text{пр}}} \leq f_{h_{\text{доп}}}$  слід зробити висновок, що проведене нівелювання відповідає технічним допускам, а це дає нам право ввести поправки в середні значення перевищень. Поправки вводяться з оберненим знаком похибки пропорційно кількості станцій. Абсолютна величина поправки повинна бути такою, щоб виправлені перевищення не мали половини міліметра.

З урахуванням знака поправки обчислюють виправлені перевищення. Сума виправлених перевищень повинна дорівнювати теоретичній сумі перевищень.

Відмітки пікетів обчислюють за формулою

$$H_n = H_{n-1} + h_{n(n-1)}, \quad (3)$$

де  $H_{n-1}$  – висота попереднього пікету;

$h_{n(n-1)}$  – виправлене перевищення між пікетами  $n$  та  $n-1$ .

Для контролю правильності обчислення висот пунктів ходу обчислюють висоту кінцевої точки. Приклад заповнення і обчислення журналу технічного нівелювання наведено в *таблиці 2*

### 1.3. Порядок вимірювання горизонтальних кутів

Для вимірювання горизонтальних кутів потрібні такі геодезичні прилади, як теодоліт, штатив теодолітний, відвіс, дві віхи.

Перед тим як приступити до вимірювання горизонтальних кутів необхідно теодоліт привести в робоче положення. Робочим положенням вважають таке, коли теодоліт центрований над точкою вершини кута і вісь обертання теодоліта займає прямовисне положення. Ніжки штатива встановлюють навколо точки, якою може бути звичайний кілочок. Центрування виконується за допомогою ниткового виска. Приводять бульбашку циліндричного рівня в нуль-пункт. Ця операція виконується декілька разів для того, щоб бульбашка рівня при обертанні алідадного круга не відхилялась від середини більше ніж на одну поділку.

Точка, в якій встановлений теодоліт для виконання вимірювань, називається станцією. Зображення сітки ниток повинно відповідати зору спостерігача. Для цього дивляться в зорову трубу і обертають окулярну трубочку в ту чи іншу сторону до появи в полі зору досить чіткого зображення сітки ниток.

Зорову трубу наводять приблизно на ліву точку. При допомозі мікрометреного гвинта алідади горизонтального круга і мікрометричного гвинта зорової труби наводять хрест сітки точно на точку. Якщо точка закріплена кілочком або стовпом і видно в зоровій трубі її верх, то хрест сітки ниток наводять на верх цієї точки.

Коли в точці встановлюють віху для спостережень, то хрест сітки ниток наводять на нижню її частину, тому що вона буде найближчою до центру самої точки.

Вимірювання пропонується виконувати способом прийомів. Знаходячись з теодолітом над вершиною кута, що вимірюється (цю точку називають станцією), зорову трубу наводять на точки спостереження, якими визначають напрями кута. Перед початком спостережень зображення сітки ниток повинно відповідати окуві спостерігача. Для цього, дивлячись в окуляр обертають діоптрійне кільце до появи в полі зору чіткого зображення сітки ниток. Труба вважається наведеною, коли ясне зображення потрібної точки спостерігають точно в центрі чітко окресленої сітки ниток.

### Журнал вимірювання горизонтальних кутів

Таблиця 3

Точка стояння теодоліта	Точка візування	КЛ / КП	Відлік по горизонтальному колу	Значення кута в пів прийомі	Середнє значення кута
т.1	т.2	КЛ	(1) 43°24'00''	(5) 67°23'30''	(7) 67°24'00''
	т.3		(2) 110°47'30''		
	т.3	КП	(3) 290°48'30''	(6) 67°24'30''	
	т.2		(4) 223°24'00''		

Один прийом складається з двох пів прийомів: круг право (КП) і круг ліво (КЛ). Навівши трубу на ліву точку при крузі ліво (КЛ) знімають і записують відлік по горизонтальному колу до журналу вимірювання горизонтальних кутів (табл. 3). Потім, відкріпивши закріпні гвинти аліади і зорової труби, наводять трубу на праву точку, застосовуючи дії, аналогічні описаним. Після наведення знімають відлік і теж записують його до журналу. Описані дії складають першу половину прийому. Переходячи до другої, трубу переводять через zenit. Корисно також для уникнення впливу деяких помилок обернути лімб відносно початкової позиції. При крузі право (КП) спостереження виконують аналогічно. Спочатку наводять перехрестя сітки ниток на праву точку, відліки записують до журналу, далі наводять зорову трубу на ліву точку, відліки записують до журналу. Отримуємо чотири відліки (1), (2), (3) і (4). Щоб порахувати значення кута в пів прийомі при КЛ потрібно (2) відняти (1):  $(2)-(1)=(5)$ . Аналогічно для КП:  $(3)-(4)=(6)$ . Якщо (5) або (6) при обчисленні мають від'ємний знак, то потрібно додати до нього 360°. При умові, що значення (5) і (6) не відрізняються більше ніж на подвійну точність відлікового пристрою

приладу (для теодоліта Т30 і його модифікацій це значення дорівнює  $1'$ ), обчислюють остаточне середнє значення кута (7), як середнє арифметичне значень (5) і (6). Приклад заповнення журналу вимірювання горизонтальних кутів наведено в *таблиці 3*.

#### **1.4. Прив'язка пунктів до об'єктів на місцевості**

Зйомку місцевості часто проводять через великий проміжок часу після побудови геодезичної мережі і за цей час можуть зникнути зовнішні знаки пунктів і змінитися покрив землі над їх центрами.

Щоб легше було знайти місце розташування цих пунктів, при закладці центрів їх прив'язують до місцевих предметів, якими можуть служити пункт інших мереж, самотнє дерево, гостра вершина гори, люк, шпиль будівлі і т.д.. До трьох таких обраних об'єктів вимірюють відстані і заповнюють карточки. Зазвичай результати прив'язки пунктів дозволяють досить легко знайти на місцевості закладені пункти.



## 2. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Визначити координати закладених пунктів за наступними даними:

*Вихідні дані:*

$$\alpha_{1-2} = 50^{\circ}12'32'';$$

$$x_1 = -1753,43 \text{ м};$$

$$y_1 = -1852,41 \text{ м};$$

$$H_1 = 215,348 \text{ м}.$$

Згідно завдання було закладено пункти у формі трикутника з дотриманням вимог до даної роботи. У якості закладених пунктів виступають дерев'яні кілочки, які були забиті в рівень з землею у зручних місцях для проведення геодезичних вимірювань. В першу чергу була виконана прив'язка пунктів до місцевих предметів.

Після прив'язки пунктів було виміряно похилі довжини ліній між закладеними пунктами з одночасною перевіркою щодо їх відповідності до заданої відносної похибки, яка становить 1/1000. Результати вимірювань довжин ліній наведено у *таблиці 5*:

### *Визначення похилих довжин ліній*

*Таблиця 5*

Лінія	Значення довжини лінії прямого вимірювання	Значення довжини лінії зворотного вимірювання	Значення відносної похибки	Середнє значення довжини лінії
1-2	34,13	34,14	1/3414	34,14
2-3	41,89	41,91	1/2095	41,90
3-1	40,74	40,76	1/2038	40,75

Для визначення перевищень між пунктами було виконано технічне нівелювання. Технічне нівелювання було проведено за допомогою нівеліра Н-3 і триметрових двосторонніх шашкових рейок з сантиметровими поділками по закладених пунктах. Визначення перевищень виконувалось геометричним нівелюванням способом «з середини» в одному напрямку. У якості камеральної обробки технічного нівелювання складено і заповнено журнал технічного нівелювання (*табл. 6*).

**Журнал технічного нівелювання**

Таблиця 6

№ стан.	Пункт спост.	Відліки по рейках, мм		Перевищення, мм			Відмітка пункту, м
		Задня	Передня	Обч.	Сер.	Випр.	
1	т.1	1273		+835	-3		<b>247,344</b>
		6057		+837	+836	+833	
	т.2		0438				248,177
			5220				
2	т.2	0742		-1342	-4		248,177
		5520		-1346	-1344	-1348	
	т.3		2084				246,829
			6866				
3	т.3	1342		+517	-3		246,829
		6125		+519	+518	+515	
	т.1		0825				<b>247,344</b>
			5606				

$$\Sigma_z=21059 \quad \Sigma_n=21039$$

$$\Sigma_{hc}=+10 \quad \Sigma_v=0$$

$$\text{Контроль: } \Sigma_c = \frac{\Sigma_z - \Sigma_n}{2} = \frac{21059 - 21039}{2} = 10.$$

Теоретичне перевищення в замкнутому нівелірному ході становить:  $\Sigma_{h_t} = 0$ .

$$\text{Допустима похибка: } f_{h_{\text{доп}}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{0,116} = \pm 17 \text{ (мм)}.$$

$$\text{Практична похибка: } f_{h_{\text{пр}}} = \Sigma_{h_c} - \Sigma_{h_t} = +10 - 0 = +10 \text{ (мм)}.$$

Після визначення перевищень між пунктами потрібно обчислити горизонтальні прокладання (табл. 7). Суть обрахунку горизонтального прокладання полягає у визначенні величини  $d$ , знаючи похилу відстань  $S$  і перевищення  $\Delta h$  за теоремою Піфагора.

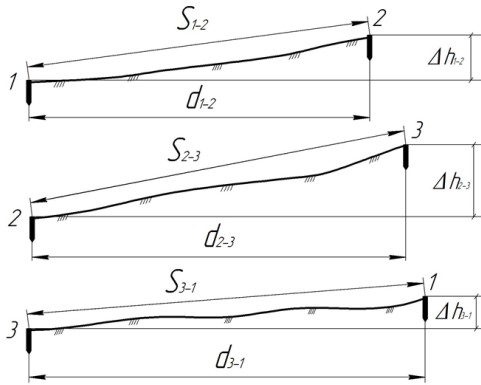


Рис. 2. Схема визначення горизонтальних прокладань  $\Delta h$

**Журнал обчислення горизонтальних прокладань довжин ліній**

Таблиця 7

Пункт	Похила відстань між пунктами $S$ , м	Перевищення між пунктами $\Delta h$ , м	Горизонтальне прокладання між пунктами $d$ , м
1	34,140	+0,833	34,130
2			
3	41,900	-1,348	41,880
1	40,750	+0,515	40,750

Після визначення горизонтальних прокладань між пунктами було виміряно горизонтальні кути в трикутнику. Вимірювання горизонтальних кутів у трикутнику виконувалось за допомогою теодоліта Т30. Результати вимірювань горизонтальних кутів наведено у таблиці 8.

**Журнал вимірювання горизонтальних кутів**

Таблиця 8

Точка стояння теодоліта	Точка візування	КЛ / КП	Відлік по горизонтальному колу	Значення кута в пів прийомі	Середнє значення кута
т.1	т.2	КЛ	43°24'00''	67°23'30''	67°24'00''
	т.3		110°47'30''		
	т.3	КП	290°48'30''	67°24'30''	
	т.2		223°24'00''		
т.2	т.3	КЛ	257°02'30''	63°51'30''	63°51'30''
	т.1		320°54'00''		
	т.1	КП	140°53'30''	63°51'30''	
	т.3		77°02'00''		
т.3	т.1	КЛ	357°43'00''	48°44'00''	48°44'00''
	т.2		46°27'00''		
	т.2	КП	226°26'30''	48°44'00''	
	т.1		177°42'30''		

Для контролю виміряних кутів в трикутнику визначимо практичну суму виміряних кутів  $\Sigma \beta_{\text{вим}}$  і порівняємо її з теоретичною сумою кутів  $\Sigma \beta_{\text{теор}}$ .

$$\Sigma \beta_{\text{вим}} = \beta_{1_{\text{вим}}} + \beta_{2_{\text{вим}}} + \beta_{3_{\text{вим}}} = 48^{\circ}44'00'' + 63^{\circ}51'30'' + 67^{\circ}24'00'' = 179^{\circ}59'30''$$

Теоретична сума внутрішніх кутів у замкнутій фігурі визначається за формулою:

$$\Sigma \beta_{\text{теор}} = 180^{\circ} \cdot (n - 2) = 180^{\circ} \cdot (3 - 2) = 180^{\circ},$$

де  $n$  – кількість пунктів.

Визначимо кутову нев'язку за формулою:

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{\text{вим}} - \Sigma \beta_{\text{теор}} = 179^{\circ}59'30'' - 180^{\circ}00'00'' = -0^{\circ}00'30''.$$

Допустима кутова похибка  $f_{\beta_{\text{дон}}}$  становить:

$$f_{\beta_{\text{дон}}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{3} = \pm 1'44''$$

Розподілимо кутову нев'язку з оберненим знаком у виміряні кути порівну і отримаємо виправлені горизонтальні кути, які і будемо використовувати у подальших обрахунках.

$$\beta_{1\text{випр}} = 67^{\circ}24'00'' + 0^{\circ}00'10'' = 67^{\circ}24'10'' ;$$

$$\beta_{2\text{випр}} = 63^{\circ}51'30'' + 0^{\circ}00'10'' = 63^{\circ}51'40'' ;$$

$$\beta_{3\text{випр}} = 48^{\circ}44'00'' + 0^{\circ}00'10'' = 48^{\circ}44'10'' .$$

Визначимо дирекційні кути сторін  $S_{2-3}$  і  $S_{3-1}$ :

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} - \beta_{2\text{випр}} + 180^{\circ} = 50^{\circ}12'32'' - 63^{\circ}51'40'' + 180^{\circ} = 166^{\circ}20'52'' ;$$

$$\alpha_{3-1} = \alpha_{2-3} - \beta_{3\text{випр}} + 180^{\circ} = 166^{\circ}20'52'' - 48^{\circ}44'10'' + 180^{\circ} = 297^{\circ}36'42'' .$$

Для контролю визначення дирекційних кутів обрахуємо вихідний дирекційний кут  $\alpha_{1-2}$ :

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{3-1} - \beta_{3\text{випр}} + 180^{\circ} = 297^{\circ}36'42'' - 67^{\circ}24'10'' + 180^{\circ} = 50^{\circ}12'32''$$

За формулами прямої геодезичної задачі визначимо координати пунктів 2 і 3:

$$x_{2\text{практ}} = x_1 + \cos \alpha_{1-2} \cdot d_{1-2} , (\text{м})$$

$$y_{2\text{практ}} = y_1 + \sin \alpha_{1-2} \cdot d_{1-2} , (\text{м})$$

$$x_{2\text{практ}} = -1753,43 + \cos 50^{\circ}12'32'' \cdot 34,13 = -1731,59 , (\text{м})$$

$$y_{2\text{практ}} = -1852,41 + \sin 50^{\circ}12'32'' \cdot 34,13 = -1826,18 , (\text{м})$$

$$x_{3\text{практ}} = x_2 + \cos \alpha_{2-3} \cdot d_{2-3} , (\text{м})$$

$$y_{3\text{практ}} = y_2 + \sin \alpha_{2-3} \cdot d_{2-3} , (\text{м})$$

$$x_{3\text{практ}} = -1731,59 + \cos 166^{\circ}20'52'' \cdot 41,88 = -1772,29 , (\text{м})$$

$$y_{3\text{практ}} = -1826,18 + \sin 166^{\circ}20'52'' \cdot 41,88 = -1816,29 , (\text{м})$$

Для обчислення похибки визначення координат обрахуємо координати вихідної точки 1:

$$x_1 = x_3 + \cos \alpha_{3-1} \cdot d_{3-1}, \text{ (м)}$$

$$y_1 = y_3 + \sin \alpha_{3-1} \cdot d_{3-1}, \text{ (м)}$$

$$x_{1\text{прат}} = -1772,29 + \cos 297^\circ 36' 42'' \cdot 40,75 = -1753,40, \text{ (м)}$$

$$y_{1\text{прат}} = -1816,29 + \sin 297^\circ 36' 42'' \cdot 40,75 = -1852,40, \text{ (м)}$$

Видно, що вихідні координати точки 1 відрізняються від обрахованих. Лінійну нев'язку координат пункту 1 можна обрахувати за формулами:

$$f_x = x_{1\text{прат}} - x_{1\text{вих}}, \text{ (м)}$$

$$f_y = y_{1\text{прат}} - y_{1\text{вих}}, \text{ (м)}$$

$$f_x = -1753,40 - (-1753,43) = +0,03, \text{ (м)}$$

$$f_y = -1852,40 - (-1852,41) = +0,01, \text{ (м)}$$

Визначимо абсолютну похибку  $f_{\text{абс}}$  приростів координат закладених пунктів:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,03^2 + 0,01^2} = 0,03 \text{ (м)}.$$

Визначимо відносну похибку  $f_{\text{відн}}$  приростів координат закладених пунктів:

$$f_{\text{відн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{\Sigma d} = \frac{f_{\text{абс}}}{d_{1-2} + d_{2-3} + d_{3-1}};$$

$$f_{\text{відн}} = \frac{0,03}{34,13 + 41,88 + 40,75} = \frac{0,03}{116,76} = \frac{1}{116,76 : 0,03} = \frac{1}{3896}$$

Визначивши відносну похибку потрібно порівняти її значення з допустимим, яке становить 1/1000:

$$\frac{1}{3896} < \frac{1}{1000}$$

Якщо значення визначеної  $f_{\text{відн}}$  менше за допустиме значення  $f_{\text{відн.доп}}$ , то визначені лінійні нев'язки  $f_x$  і  $f_y$  через поправки  $v_x$  і  $v_y$  потрібно розподілити у визначені координати пунктів 2 і 3. Поправки  $v_x$  і  $v_y$  потрібно розподіляти з протилежним знаком лінійній нев'язці.

Поправку  $v_x$  і  $v_y$  потрібно розподілити пропорційно довжинам сторін. Поправки обчислюються з точністю до сантиметрів. Сума поправок має дорівнювати лінійній нев'язці з протилежним знаком. Отже, так як сторона 2-3 довша за сторону 1-2, то поправки  $v_{x2}$ ,  $v_{x3}$  і  $v_{y2}$ ,  $v_{y3}$  розподіляться відповідно в координати пунктів 2 і 3 наступним чином:

$$f_x = +0,03 \text{ м, то } v_{x2} = -0,01 \text{ (м), а } v_{x3} = -0,02 \text{ (м);}$$

$$f_y = +0,01 \text{ м, то } v_{y2} = -0,00 \text{ (м), а } v_{y3} = -0,01 \text{ (м).}$$

Отже, виправлені кінцеві значення планових координат закладених пунктів 2 і 3 можна обчислити за формулами:

$$x_{2\text{випр}} = x_{2\text{практ}} + v_{x2} = -1731,59 + (-0,01) = -1731,60 \text{ (м);}$$

$$y_{2\text{випр}} = y_{2\text{практ}} + v_{y2} = -1826,18 + 0,00 = -1826,18 \text{ (м);}$$

$$x_{3\text{випр}} = x_{3\text{практ}} + v_{x3} = -1772,29 + (-0,02) = -1772,31 \text{ (м);}$$

$$y_{3\text{випр}} = y_{3\text{практ}} + v_{y3} = -1816,29 + (-0,01) = -1816,30 \text{ (м).}$$

Висоти пунктів  $H_2=248,177 \text{ м}$  і  $H_3=246,829 \text{ м}$  були виписані із журналу технічного нівелювання.

### 3. Вихідні дані до варіантів завдань

Таблиця 9

№ варіанту	Дирекційний кут $\alpha_{1-2}$			Координати пункту 1		
				$x_1$	$y_1$	$H_1$
	°	'	''	м	м	м
01	30	5	10	-1775,45	1800,74	184,351
02	34	10	15	-1772,35	1804,18	186,722
03	38	15	14	-1769,25	1807,62	189,093
04	42	20	23	-1766,15	1811,06	191,464
05	46	25	59	-1763,05	1814,50	193,835
06	50	30	56	-1759,95	1817,94	196,206
07	54	35	14	-1756,85	1821,38	198,577
08	58	40	45	-1753,75	1824,82	200,948
09	62	45	23	-1750,65	1828,26	203,319
10	66	50	56	-1747,55	1831,70	205,681
11	70	55	54	-1744,45	1835,14	208,052
12	74	5	21	-1741,35	1838,58	210,423
13	78	10	32	-1738,25	1842,02	212,794
14	82	15	47	-1735,15	1845,46	215,167
15	86	20	41	-1732,05	1848,90	217,538
16	90	25	45	-1728,95	1852,34	219,905
17	94	30	45	-1725,85	1855,78	222,276
18	98	35	25	-1722,75	1859,22	224,644
19	102	40	24	-1719,65	1862,66	227,015
20	106	45	21	-1716,55	1866,10	229,382
21	110	50	23	-1713,45	1869,54	231,753
22	114	55	28	-1710,35	1872,98	234,123
23	118	5	29	-1707,25	1876,42	236,492
24	122	10	45	-1704,15	1879,86	238,865
25	126	15	47	-1701,05	1883,30	241,235
26	130	20	46	-1697,95	1886,74	243,606
27	134	25	48	-1694,85	1890,18	245,975
28	138	30	49	-1691,75	1893,62	248,345
29	142	35	41	-1688,65	1897,06	250,715
30	146	40	42	-1685,55	1900,50	253,085
31	150	45	43	-1682,45	1903,94	255,455



*Продовження таблиці 9*

32	154	50	32	-1679,35	1907,38	257,821
33	158	55	31	-1676,25	1910,82	260,191
34	162	5	36	-1673,15	1914,26	262,562
35	166	10	33	-1670,05	1917,70	264,933
36	170	15	35	-1666,95	1921,14	267,322
37	174	20	34	-1663,85	1924,58	269,671
38	178	25	37	-1660,75	1928,02	272,042
39	182	30	38	-1657,65	1931,46	274,415
40	186	35	39	-1654,55	1934,90	276,786
41	190	40	40	-1651,45	1938,34	279,154
42	194	45	41	-1648,35	1941,78	281,528
43	198	50	42	-1645,25	1945,22	283,897
44	202	55	48	-1642,15	1948,66	286,269
45	206	5	49	-1639,05	1952,10	288,635
46	210	10	46	-1635,95	1955,54	291,002
47	214	15	47	-1632,85	1958,98	293,372
48	218	20	42	-1629,75	1962,42	295,745
49	222	25	54	-1626,65	1965,86	298,112
50	226	30	51	-1623,55	1969,30	300,485
51	230	35	52	-1620,45	1972,74	302,852
52	234	40	53	-1617,35	1976,18	305,225
53	238	45	56	-1614,25	1979,62	307,592
54	242	50	59	-1611,15	1983,06	309,965
55	246	55	58	-1608,05	1986,50	312,338
56	250	5	57	-1604,95	1989,94	314,707
57	254	10	55	-1601,85	1993,38	317,075
58	258	15	12	-1598,75	1996,82	319,446
59	262	20	13	-1595,65	2000,26	321,812
60	266	25	14	-1592,55	2003,70	324,182
61	270	30	15	-1589,45	2007,14	326,553
62	274	35	18	-1586,35	2010,58	328,922
63	278	40	16	-1583,25	2014,02	331,292
64	282	45	19	-1580,15	2017,46	333,662
65	286	50	17	-1577,05	2020,90	336,030
66	290	55	11	-1573,95	2024,34	338,403

*Продовження таблиці 9*

67	294	5	31	-1570,85	2027,78	340,772
68	298	10	32	-1567,75	2031,22	343,144
69	302	15	33	-1564,65	2034,66	345,515
70	306	20	36	-1561,55	2038,10	347,886
71	310	25	35	-1558,45	2041,54	350,258
72	314	30	34	-1555,35	2044,98	352,622
73	318	35	37	-1552,25	2048,42	354,995
74	322	40	39	-1549,15	2051,86	357,368
75	326	45	38	-1546,05	2055,30	359,734
76	330	50	41	-1542,95	2058,74	362,107
77	334	55	42	-1539,85	2062,18	364,471
78	338	5	49	-1536,75	2065,62	366,843
79	342	10	46	-1533,65	2069,06	369,211
80	346	15	48	-1530,55	2072,50	371,585
81	350	20	04	-1527,45	2075,94	373,952
82	354	25	02	-1524,35	2079,38	376,325
83	358	30	03	-1521,25	2082,82	378,694
84	178	35	50	-1518,15	2086,26	381,0656
85	185	40	05	-1515,05	2089,70	383,438
86	192	45	04	-1511,95	2093,14	385,807
87	199	50	06	-1508,85	2096,58	388,171
88	206	55	01	-1505,75	2100,02	390,545
89	213	5	19	-1502,65	2103,46	392,915
90	220	10	16	-1499,55	2106,90	395,285
91	227	15	13	-1496,45	2110,34	397,654
92	234	20	15	-1493,35	2113,78	400,025
93	241	25	21	-1490,25	2117,22	402,394
94	248	30	27	-1487,15	2120,66	404,765
95	255	35	28	-1484,05	2124,10	407,132
96	262	40	23	-1480,95	2127,54	409,502
97	269	45	22	-1477,85	2130,98	411,872
98	276	50	23	-1474,75	2134,42	414,242
99	283	55	22	-1471,65	2137,86	416,612
00	290	34	28	-1468,55	2141,30	418,985