

ЗАТВЕРДЖЕНО
Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «05» вересня 2025 р. № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання практичних робіт
навчальної дисципліни
«ГЕОДЕЗІЯ»
для студентів спеціальності G16 «Гірництво та
нафтогазові технології»
освітнього ступеня «БАКАЛАВР»

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри маркшейдерії
протокол від «26» серпня 2025 р. № 7

Розробив: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії
асистент кафедри маркшейдерії

Панасюк А. В.
Поліщук Д. С.

Житомир
2025

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт навчальної дисципліни «Геодезія» для студентів спеціальності G16 «Гірництво та нафтогазові технології» освітнього ступеня «бакалавр» / А.В. Панасюк, Д.С. Поліщук. – Житомир: Житомирська політехніка, 2025. – 154 с.

Упорядники:

Панасюк Андрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Поліщук Дмитро Сергійович асистент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Відповідальний за випуск:

Панасюк Андрій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Рецензенти:

Доцент, кандидат технічних наук І.В. Давидова (кафедра екології та природоохоронних технологій, Житомирська політехніка;

Доцент, кандидат технічних наук С.С. Іськов (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка)

© Панасюк А. В., 2025

© Поліщук Д. С., 2025

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.

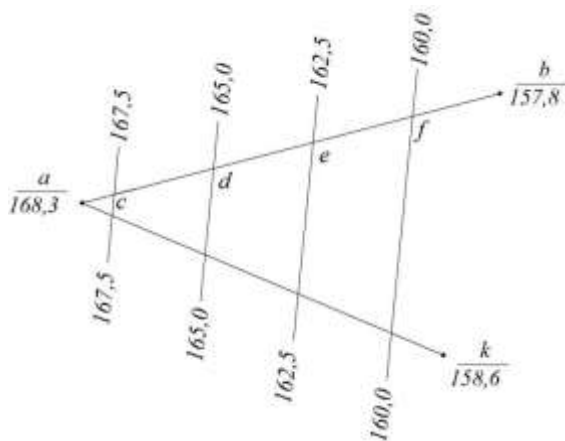


Рис. 1. Інтерполювання горизонталей між точками, розташованими на одному скаті

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.

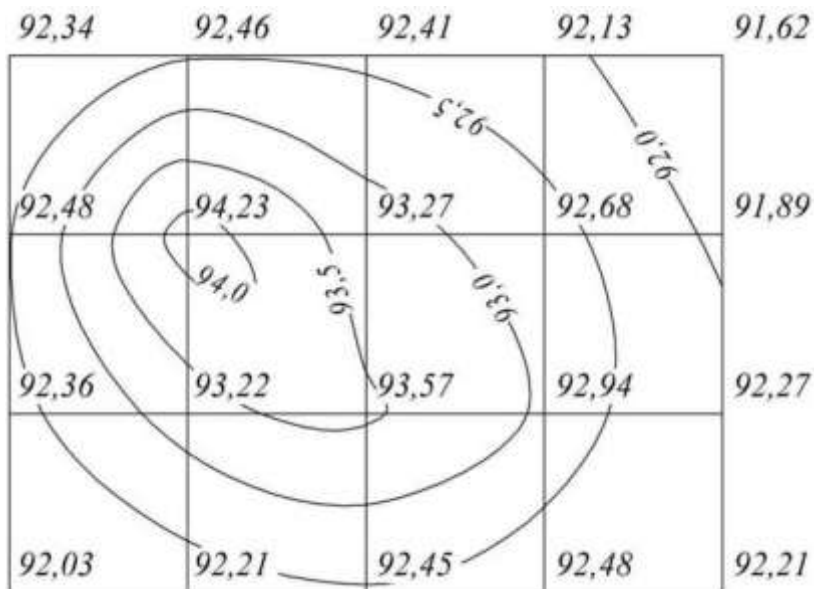
Проведення горизонталей по відміткам точок

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>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 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

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

Варіант 18

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

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

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

Варіант 26

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

Варіант 27

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

Варіант 28

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

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

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

Варіант 36

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

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

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

Варіант 58

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

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

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

Варіант 82

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

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

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

Варіант 88

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

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

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

Варіант 94

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

Варіант 95

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

Варіант 96

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

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 виміряних горизонтальних кутів в теодолітному ході $\sum \beta_{\text{пр.}}$.

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів розімкнутого теодолітного ходу:

– для лівих виміряних кутів

$$\sum \beta_{\text{пр.}} = \alpha_{\text{кінц.}} - \alpha_{\text{поч.}} + 180^\circ \cdot n; \quad (2.1)$$

– для правих виміряних кутів

$$\sum \beta_{\text{теор.}} = \alpha_{\text{поч.}} - \alpha_{\text{кінц.}} + 180^\circ \cdot n; \quad (2.2)$$

де n – кількість кутів у теодолітному ході.

Якщо ці дві суми відрізняються приблизно на 360° , то теоретичну суму можна збільшити або зменшити на 360° .

3. Обчислюємо кутову нев'язку ходу за формулою

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{пр.}} - \sum \beta_{\text{теор.}} \quad (2.3)$$

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

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 60'' \sqrt{n}. \quad (2.4)$$

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 виміряних лівих кутах обчислення виконуються за формулою

$$a_n = a_{n-1} + \beta_l - 180^\circ; \quad (2.5)$$

Схема
Розімкнутого теодолітного ходу

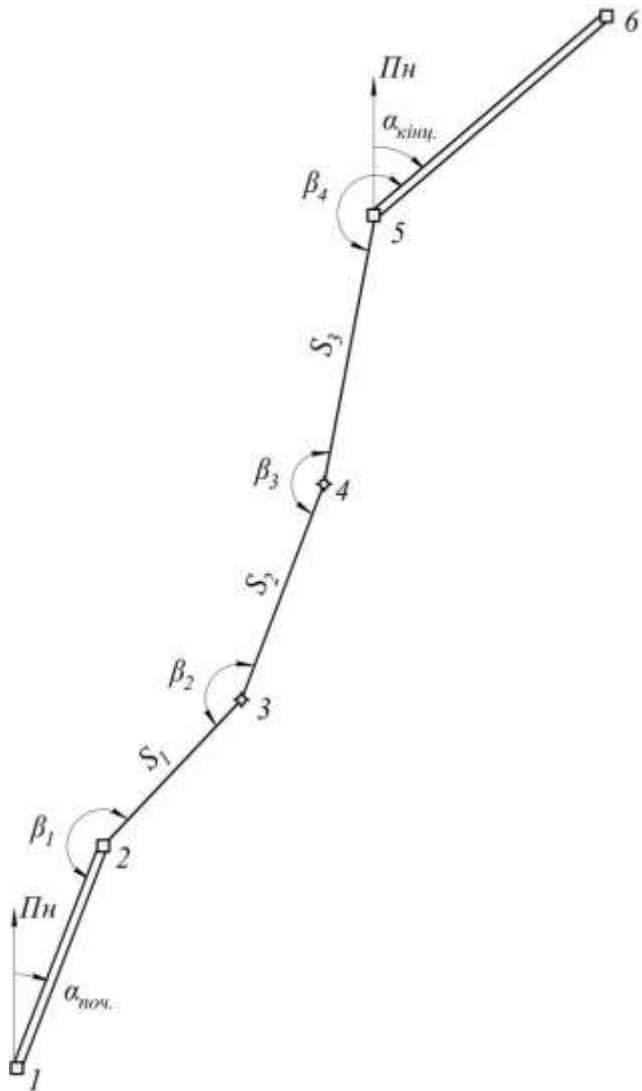


Рис. 2.1. Схема розімкнутого теодолітного ходу

– при виміряних правих кутах обчислення виконуються за формулою

$$a_n = a_{n-1} + \beta_{\text{пр}} - 180^\circ; \quad (2.6)$$

Якщо при обчисленні дирекційного кута його числове значення вийшло від'ємним, його потрібно збільшити на 360° ; якщо значення дирекційного кута більше ніж 360° , то його потрібно зменшити на 360° . 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:

$$\begin{aligned} r_{\text{ПнСх}} &= \alpha \\ r_{\text{ПдСх}} &= 180^\circ - \alpha \\ r_{\text{ПдЗх}} &= 180^\circ + \alpha \\ r_{\text{ПдЗх}} &= 360^\circ - \alpha \end{aligned} \quad (2.7)$$

6. Знаходимо прирости координат пунктів за формулами:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= S_i \cos \alpha_i; \\ \Delta y_i &= S_i \sin \alpha_i; \end{aligned} \quad (2.8)$$

7. Нев'язки приростів координат обчислюємо за формулами:

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{\text{пр}} - \sum \Delta x_{\text{теор.}}; \\ f_y &= \sum \Delta y_{\text{пр}} - \sum \Delta y_{\text{теор.}}; \end{aligned} \quad (2.9)$$

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

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

$$\begin{aligned} \sum \Delta x_{\text{теор.}} &= x_{\text{кінц.}} - x_{\text{поч.}}; \\ \sum \Delta y_{\text{теор.}} &= y_{\text{кінц.}} - y_{\text{поч.}}; \end{aligned} \quad (2.10)$$

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

$$\begin{aligned} f_{\text{абс}} &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \\ f_{\text{відн.}} &= \frac{f_{\text{абс}}}{\sum S}; \end{aligned} \quad (2.11)$$

де $\sum S$ – периметр полігону, м.

У випадку, якщо обчислене значення відносної лінійної нев'язки не перевищує допустиме $f_{\text{доп}} = \frac{1}{1000}$, 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:

$$\begin{aligned} v_{\Delta x_i} &= -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i; \\ v_{\Delta y_i} &= -\frac{f_y}{\sum S} \cdot S_i; \end{aligned} \quad (2.12)$$

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:

$$\begin{aligned} \Delta x_{i(\text{випр})} &= \Delta x_i + v_{\Delta x_i}; \\ \Delta y_{i(\text{випр})} &= \Delta y_i + v_{\Delta y_i}; \end{aligned} \quad (2.13)$$

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

10. Координати точок теодолітного ходу обчислюємо за формулами:

$$\begin{aligned}x_{i+1} &= x_i + \Delta x_{i(\text{випр})}; \\y_{i+1} &= y_i + \Delta y_{i(\text{випр})};\end{aligned}\tag{2.14}$$

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:

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

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

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

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

(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 виміряних кутів в теодолітному ході $\sum \beta_{\text{пр.}}$ ($\sum \beta_{\text{пр.}}$ визначається як сума даних, що знаходяться в стовпчику 2 таблиці 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 виміряних кутів за формулою (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° , то теоретичну суму зменшуємо на 360° . Отже кінцеве значення теоретичної суми кутів $\sum \beta_{\text{теор.}} = 589^{\circ}57,9'$.

3. Обчислюємо куту нев'язку ходу за формулою (2.3):

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

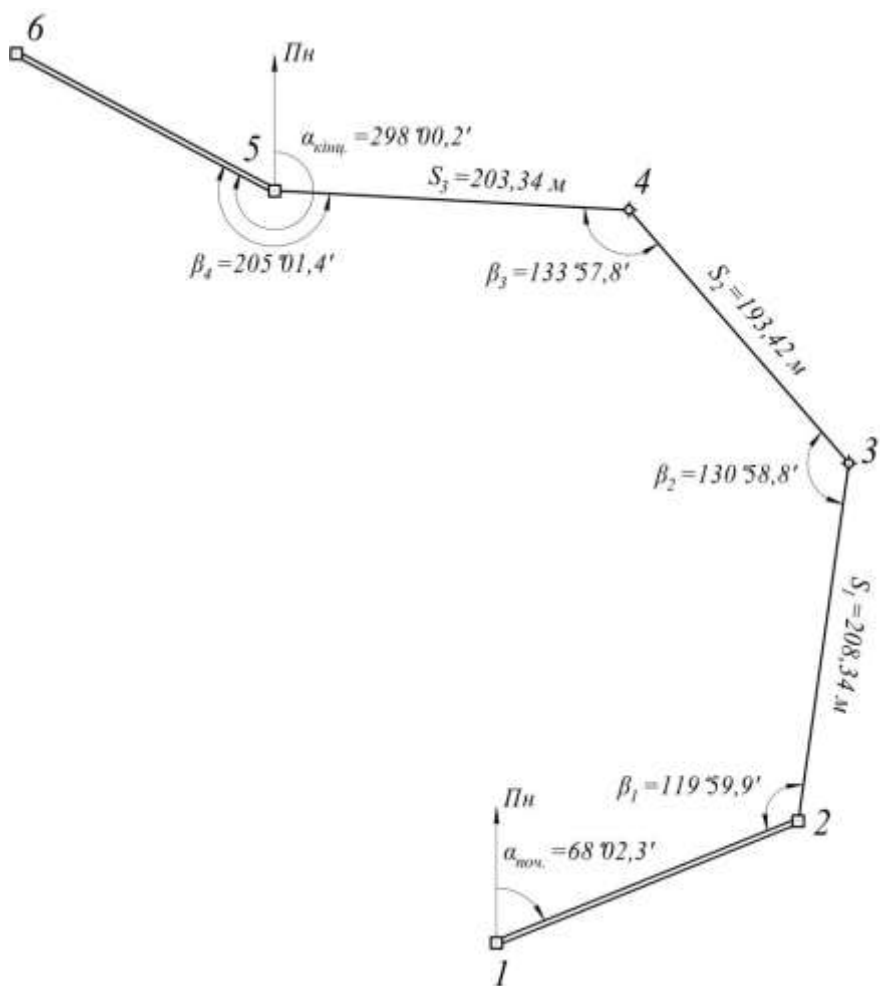


Рис. 2.1. Схема розімкнутого теодолітного ходу

Допустиму кутову нев'язку обчислюємо за формулою (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 виміряних 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 2.1*, стовпчик 3.

Після внесення поправок обчислюємо значення виправлених кутів і записуємо отримані результати в «Журнал обчислення координат точок розімкненого теодолітного ходу» (*таблиця 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 α_{4-5} за результатами розрахунків вийшов менше 0° , тому до отриманого значення кута додаємо 360° .

Обчислене значення дирекційного кута α_{5-6} збігається із заданим його значенням, отже значення дирекційних кутів обчислені вірно. Отримані значення дирекційних кутів заносимо до Журналу (стовпчик 5 *таблиці 2.1*).

5. Дирекційні кути сторін переводимо в румби за формулами (2.7):

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

Запис значень румбів виконуємо в стовпчику 6 (таблиця 2.1).

6. Прирости координат знаходимо за формулами (2.8). Для нашого теодолітного ходу маємо:

– прирости абсцис Δx пунктів теодолітного ходу:

$$\begin{aligned}\Delta x_{2-3} &= 208,34 \cdot \cos 08^{\circ} 02,2' = 206,29 \text{ м}; \\ \Delta x_{3-4} &= 193,42 \cdot \cos 319^{\circ} 01,0' = 146,01 \text{ м}; \\ \Delta x_{4-5} &= 203,34 \cdot \cos 272^{\circ} 58,8' = 10,57 \text{ м}.\end{aligned}$$

– прирости ординат Δy пунктів теодолітного ходу:

$$\begin{aligned}\Delta y_{2-3} &= 208,34 \cdot \sin 08^{\circ} 02,2' = 29,12 \text{ м}; \\ \Delta y_{3-4} &= 193,42 \cdot \sin 319^{\circ} 01,0' = -126,85 \text{ м}; \\ \Delta y_{4-5} &= 203,34 \cdot \sin 272^{\circ} 58,8' = -203,07 \text{ м};\end{aligned}$$

Значення приростів координат точок теодолітного ходу заносимо до Журналу (таблиця 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

$$\begin{aligned}\sum \Delta x_{\text{пр}} &= 206,29 + 146,01 + 10,57 = 362,87 \text{ м}; \\ \sum \Delta y_{\text{пр}} &= 29,12 + (-203,07) = -300,80 \text{ м}.\end{aligned}$$

Теоретичну суму приростів координат обчислюємо за формулою (2.10):

$$\begin{aligned}\sum \Delta x_{\text{теор.}} &= 1362,64 - 1000,00 = 362,64 \text{ м}; \\ \sum \Delta y_{\text{теор.}} &= 699,46 - 1000,00 = -300,54 \text{ м}.\end{aligned}$$

Нев'язки приростів координат обчислюємо за формулами (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 (2.11):

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

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

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 $f_{\text{відн.}} = \frac{1}{1729} < f_{\text{доп}} = \frac{1}{1000}$, тому можна виконувати ув'язку обчислених приростів.

8. Ув'язка приростів координат пунктів.

Спочатку обчислюємо поправки в прирости абсцис та ординат за формулами (2.12), при цьому враховуємо, що поправку в прирости обчислюємо до 0,001 м, а потім заокруглюємо до 0,01 м.

Поправки в прирости абсцис:

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

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

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

Поправки в прирости ординат:

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

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

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

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 (2.13). Тобто вводимо поправки у відповідні значення приростів абсцис та ординат, а виправлені значення записуємо у стовпчики 12 і 13 відповідно (*таблиця 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.

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

$$\sum \Delta x_{i(\text{випр})} = +362,64 \text{ м;}$$

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

Умова виконується.

10. Обчислюємо координати точок теодолітного ходу за формулами (2.14), прийнявши за вихідну точку 2 з координатами $x_2 = 1000,00 \text{ м}$; $y_2 = 1000,00 \text{ м}$:

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

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

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

$$y_4 = 1206,21 + (-126,77) = 902,44 \text{ м}.$$

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 розмікненого геодезичного ходу

№№ пп.	Висхідний кут	Похилання	Вирахунокний кут	Дирекційний кут	Руб	Довжина сторін, м	Проекції обчислені				Проекції вправлені		Координати			
							Δx	Δy	поправка	Δx	Δy	X	Y			
														8	10	11
1	2	3	4	5	6	7										
				68°02,3'												
2	120°00,0'	-0°01,0'	119°59,0'	08°02,2'	ЛисС: 08°02,1'	208,34	+206,29	-0,08	-29,12	+0,09	-206,21	-29,21	1000,00	1000,00		
3	130°50,0'	-0°02,0'	130°58,0'	3°19'00,8"	ЛисК: 40°59,0'	193,42	+146,01	-0,07	-126,86	+0,08	+145,94	-126,77	1206,21	1029,23		
4	133°58,0'	-0°02,0'	133°57,8"	2°22'58,8"	ЛисК: 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'	208°00,2'									1562,64	699,46		
6																
						$\sum S =$ -605,10			$\sum \Delta x_{\text{впр.}} = +362,87$		$\sum \Delta y_{\text{впр.}} = -300,80$					
									$\sum \Delta x_{\text{востр.}} = +362,84$		$\sum \Delta y_{\text{востр.}} = -300,54$					
									$f_x = +0,23$		$f_y = -0,26$					
									$f_{\text{вс.}} = \sqrt{(+0,23)^2 + (-0,26)^2} = 0,35$							
									$f_{\text{востр.}} = \frac{1}{1729} < f_{\text{востр.}} = \frac{1}{1000}$							

Обчислення виконані:

Обчислення координат пунктів розімкненого геодезичного ходу

Таблиця №2

№ варіа нту	Дирекційні кути, α		Координати початкової точки, м			Координати кінцевої точки, м			Видірані горизонтальні кути (ліній по ходу)						Виміряні довжини сторін, м		
	2	3	X_2	Y_2	Z_2	X_3	Y_3	Z_3	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	S_1	S_2	S_3
01	60°01,1'	10°01,1'	1000,00	1000,00	1000,00	1528,27	917,73	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	11	12	177,37	205,80	193,46
02	60°02,2'	10°02,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1528,10	917,91	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	10	11	177,37	205,60	193,46
03	60°03,3'	10°03,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1527,92	918,10	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	9	10	177,37	205,40	193,46
04	60°04,4'	10°04,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1527,75	918,28	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	8	9	177,37	205,20	193,46
05	60°05,5'	10°05,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1527,58	918,47	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	7	8	177,37	205,00	193,46
06	60°02,2'	10°06,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1527,40	918,65	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°03,8'	6	7	177,54	205,25	192,65
07	60°03,3'	10°07,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1527,23	918,83	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,5'	5	6	178,52	203,54	193,46
08	60°04,4'	10°08,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1527,05	919,02	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,5'	4	5	177,65	204,58	192,85
09	60°05,5'	10°09,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1526,88	919,20	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°05,1'	3	4	178,25	203,79	193,27
10	60°02,2'	10°10,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1526,71	919,39	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°09,1'	2	3	178,75	204,26	191,91
11	60°12,1'	10°11,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1526,53	919,57	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	1	2	177,37	203,80	193,46
12	60°13,2'	10°12,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1526,36	919,75	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	0	1	177,37	203,60	193,46
13	60°14,3'	10°13,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1526,18	919,94	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-1	0	177,37	203,40	193,46
14	60°15,4'	10°14,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1526,01	920,12	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-2	-1	177,37	203,20	193,46
15	60°16,5'	10°15,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1525,83	920,30	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-3	-2	177,37	203,00	193,46
16	60°17,6'	10°16,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1525,66	920,48	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-4	-3	177,37	202,80	193,46
17	60°18,7'	10°17,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1525,48	920,66	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-5	-4	177,37	202,60	193,46
18	60°19,8'	10°18,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1525,31	920,85	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-6	-5	177,37	202,40	193,46
19	60°20,9'	10°19,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1525,13	921,03	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-7	-6	177,37	202,20	193,46
20	60°22,0'	10°20,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1524,96	921,21	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-8	-7	177,37	202,00	193,46
21	60°23,0'	10°21,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1524,78	921,40	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-9	-8	177,37	201,80	193,46
22	60°24,1'	10°22,0'	1000,00	1000,00	1000,00	1524,61	921,59	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-10	-9	177,37	201,60	193,46
23	60°25,0'	10°22,9'	1000,00	1000,00	1000,00	1524,44	921,78	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-11	-10	177,37	201,41	193,46
24	60°26,1'	10°23,4'	1000,00	1000,00	1000,00	1524,25	921,97	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-12	-11	177,37	201,20	193,46
25	60°27,2'	10°24,8'	1000,00	1000,00	1000,00	1524,03	922,15	7	140°00,0'	150°59,0'	153°58,0'	225°01,5'	-13	-12	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°34,9'	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	1013,57	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	1530,49	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	1104,30	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	1104,40	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

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 $\sum \beta_{\text{пр.}}$.

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів замкнутого теодолітного ходу:

– для внутрішніх виміряних кутів

$$\sum \beta_{\text{пр.}} = 180^\circ \cdot (n - 2); \quad (3.1)$$

– для зовнішніх виміряних кутів

$$\sum \beta_{\text{пр.}} = 180^\circ \cdot (n + 2); \quad (3.2)$$

де n – кількість горизонтальних кутів в замкнутому теодолітному ході.

3. Обчислюємо кутову нев'язку за формулою

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{пр.}} - \sum \beta_{\text{теор.}} \quad (3.3)$$

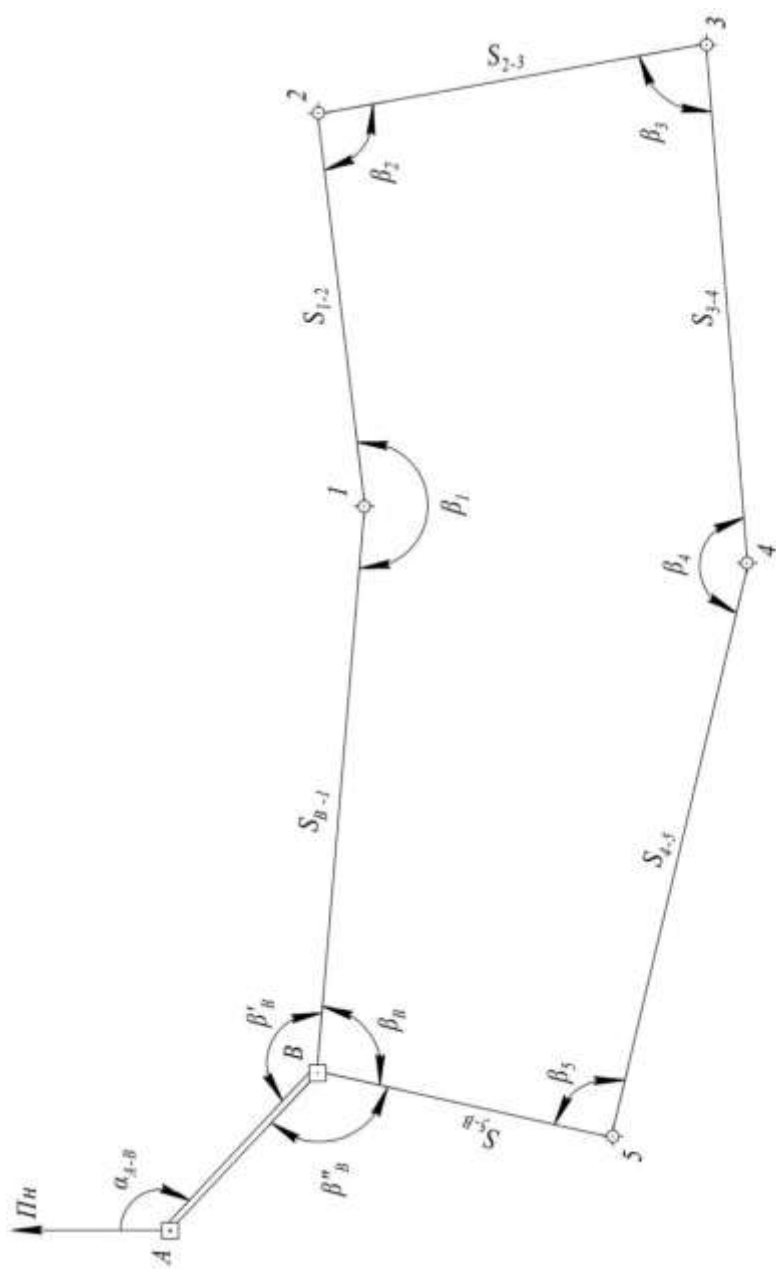


Рис. 3.1. Схема замкнутого теодолитного ходу

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

$$f_{\beta_{\text{доп}}} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 60'' \sqrt{n}. \quad (3.4)$$

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

$$a_n = a_{n-1} + \beta_l - 180^\circ; \quad (3.5)$$

– для виміряних правих кутів обчислення виконуються за формулою

$$a_n = a_{n-1} + \beta_{\text{пр}} - 180^\circ; \quad (3.6)$$

Якщо дирекційний кут виходить від'ємним, його потрібно збільшити на 360° ; якщо дирекційний кут виходить більше ніж 360° , то його потрібно зменшити на 360° . 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:

$$\begin{aligned} r_{\text{ПнСх}} &= \alpha \\ r_{\text{ПдСх}} &= 180^\circ - \alpha \\ r_{\text{ПдЗх}} &= 180^\circ + \alpha \\ r_{\text{ПлЗх}} &= 360^\circ - \alpha \end{aligned} \quad (3.7)$$

6. Знаходимо прирости координат за формулами прямої задачі геодезії:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= S_i \cos r_i; \\ \Delta y_i &= S_i \sin r_i; \end{aligned} \quad (3.8)$$

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

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{\text{пр}} - \sum \Delta x_{\text{теор.}}; \\ f_y &= \sum \Delta y_{\text{пр}} - \sum \Delta y_{\text{теор.}}; \end{aligned} \quad (3.9)$$

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

$\sum \Delta x_{\text{теор.}}$ та $\sum \Delta y_{\text{теор.}}$ – теоретичні суми приростів координат, що в замкнутому теодолітному ході повинні дорівнювати нулю $\sum \Delta x_{\text{теор.}} = 0$ м і $\sum \Delta y_{\text{теор.}} = 0$ м. Тому формула для замкнутого ходу (3.9) спроститься до вигляду

$$\begin{aligned} f_x &= \sum \Delta x_{\text{пр.}}; \\ f_y &= \sum \Delta y_{\text{пр.}}; \end{aligned} \quad (3.10)$$

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

$$\begin{aligned} f_{\text{абс}} &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \\ f_{\text{відн.}} &= \frac{f_{\text{абс}}}{S}; \end{aligned} \quad (3.11)$$

де S – периметр полігону, m .

У випадку, якщо обчислене значення відносної лінійної невязки не перевищує допустиме $f_{\text{доп}} = \frac{1}{1000}$, 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

$$\begin{aligned}
 v_{\Delta x_i} &= -\frac{f_x}{\sum S} \cdot S_i; \\
 v_{\Delta y_i} &= -\frac{f_y}{\sum S} \cdot S_i;
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

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:

$$\begin{aligned}
 \Delta x_{i(\text{випр})} &= \Delta x_i + v_{\Delta x}; \\
 \Delta y_{i(\text{випр})} &= \Delta y_i + v_{\Delta y};
 \end{aligned}
 \tag{3.13}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 x_{i+1} &= x_i + \Delta x_{i(\text{випр})}; \\
 y_{i+1} &= y_i + \Delta y_{i(\text{випр})};
 \end{aligned}
 \tag{3.14}$$

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

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 α_{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 β_i , та довжини сторін S_i . Прив'язка теодолітного ходу до вихідного напрямку виконувалась шляхом вимірювання горизонтального примічного кута β'_B і контрольного примічного кута β''_B .

Обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу виконуємо в наступній послідовності:

1. Обчислюємо суму виміряних кутів в теодолітному ході $\sum \beta_{\text{пр}}$. ($\sum \beta_{\text{пр}}$ визначається як сума даних, що знаходиться в стовпчику 2 *таблиці 3.1*). Для нашого теодолітного ходу маємо:

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

2. Обчислюємо теоретичну суму кутів замкнутого теодолітного ходу за формулою (3.1):

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

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

3. Обчислюємо практичну кутову нев'язку за формулою (3.3):

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

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

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

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

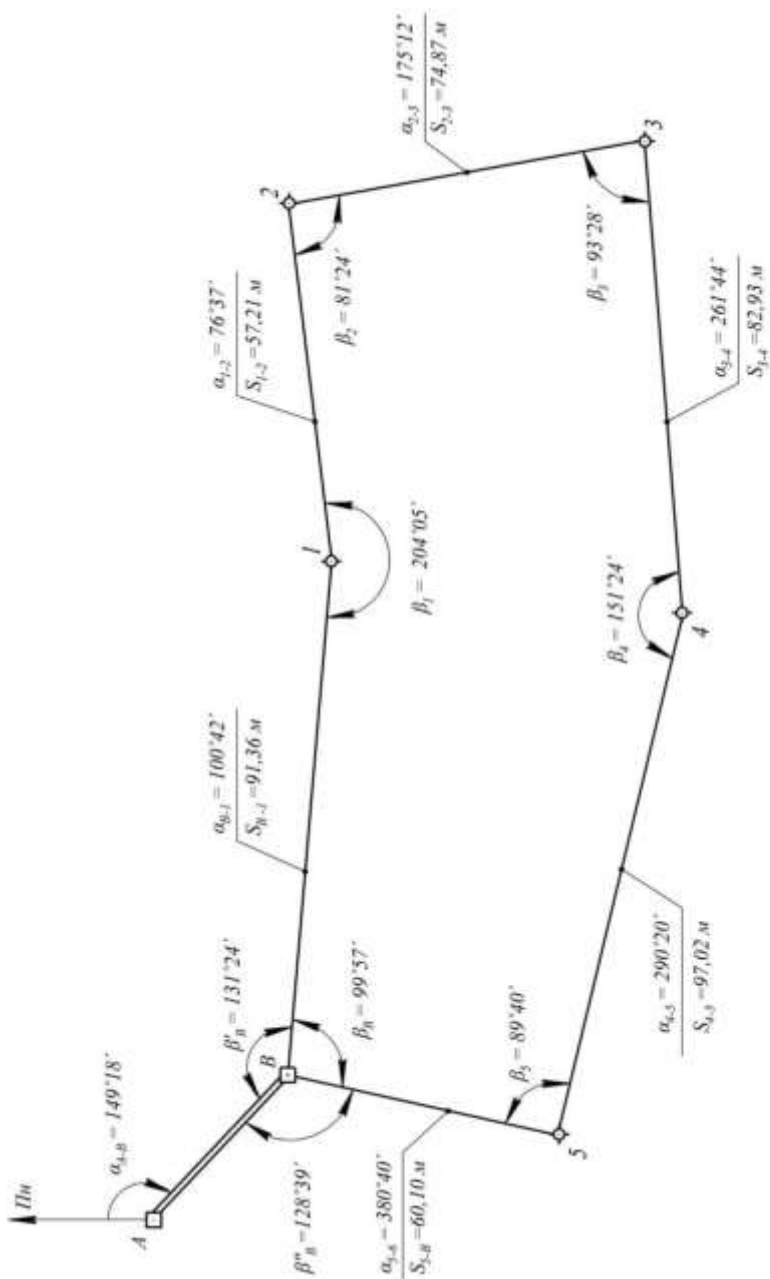


Рис. 3.2. Схема замкнутого теодолитного хода із числовими значеннями виміряних та обчислених параметрів

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 порівню розділимо між кутами при вершинах теодолітного ходу 2 та B , про що зробимо відповідні записи в таблиці 3.1, стовпчик 3.

Після внесення поправок обчислюємо значення виправлених кутів і записуємо отримані результати в «Журнал обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу» (таблиця 3.1, стовпчик 4).

4. Дирекційні кути сторін теодолітного ходу обчислюємо в такій послідовності: спочатку за дирекційним кутом вихідної сторони a_{A-B} та примичним кутом β'_B необхідно обчислити дирекційний кут першої сторони теодолітного ходу. Згідно рис.3.2 маємо

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

Дирекційні кути всіх наступних сторін теодолітного ходу обчислюємо за отриманим значенням дирекційного кута першої сторони теодолітного ходу a_{B-1} та по виправленим значенням горизонтальних кутів за формулою (3.6). Обчислення виконуємо послідовно наступним чином:

$$\begin{aligned} a_{1-2} &= 100^{\circ}42' - 204^{\circ}05' + 180^{\circ} = 76^{\circ}37'; \\ a_{2-3} &= 76^{\circ}37' - 81^{\circ}25' + 180^{\circ} = 175^{\circ}12'; \\ a_{3-4} &= 175^{\circ}12' - 93^{\circ}28' + 180^{\circ} = 261^{\circ}44'; \\ a_{4-5} &= 261^{\circ}44' - 151^{\circ}24' + 180^{\circ} = 290^{\circ}20'; \\ a_{5-B} &= 290^{\circ}20' - 89^{\circ}40' + 180^{\circ} = 380^{\circ}40'. \end{aligned}$$

Останній кут більший ніж 360° , тому від отриманого значення кута слід відняти 360° :

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

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

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

Умова виконується, отже значення дирекційних кутів обчислені вірно. Отримані значення дирекційних кутів заносимо до Журналу (стовпчик 5 *таблиці 3.1*).

5. Дирекційні кути сторін переводимо в румби за формулами (3.7):

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

$$r_{1-2} = \text{ПнСх}: 76^\circ 37';$$

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

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

$$r_{4-5} = \text{П} \partial \text{Зх}: 81^\circ 44';$$

$$r_{5-B} = \text{ПнЗх}: 20^\circ 40'.$$

Запис значень румбів виконуємо в стовпчик 6 (*таблиця 3.1*).

6. Прирости координат знаходимо за формулами (3.8). 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 3.1*) 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 (3.10):

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

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

Обчислюємо абсолютну та відносну лінійні невязки замкнутого теодолітного ходу за формулами (3.11):

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

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

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

8. Ув'язка приростів координат.

Спочатку обчислюємо поправки в прирости абсцис та ординат за формулами (3.12), при цьому враховуємо, що поправку в прирости обчислюємо до 0,001 м, а потім заокруглюємо до 0,01 м.

Поправки в прирости абсцис:

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

$$v_{x_{1-2}} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 57,21 = 0,038 \text{ м, приймаємо } v_{x_{1-2}} = +0,04 \text{ м};$$

$$v_{x_{2-3}} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 74,87 = 0,050 \text{ м, приймаємо } v_{x_{2-3}} = +0,05 \text{ м};$$

$$v_{x_{3-4}} = -\frac{0,31}{463,49} \cdot 87,93 = 0,055 \text{ м, приймаємо } v_{x_{3-4}} = +0,05 \text{ м};$$

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

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

Поправки в прирости ординат:

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

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

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

$$v_{y_{3-4}} = -\frac{-0,14}{463,49} \cdot 87,93 = 0,025 \text{ м, приймаємо } v_{y_{3-4}} = +0,03 \text{ м;}$$

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

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

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 (3.13). Тобто вводимо поправки у відповідні значення приростів абсцис та ординат, а виправлені значення записуємо у стовпчики 12 і 13 відповідно (*таблиця 3.1*).

Виправлені значення приростів абсцис:

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

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

$$\Delta x_{3(\text{випр})} = -74,61 + 0,05 = -74,54 \text{ м};$$

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

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

$$\Delta x_{\text{В}(\text{випр})} = +56,23 + 0,06 = +56,27 \text{ м}.$$

Виправлені значення приростів ординат:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Умова виконується.

10. Обчислюємо координати точок теодолітного ходу за формулами (3.14), прийнявши за вихідну точку ходу, точку В з координатами

$$x_{\text{В}} = 500,00 \text{ м}, y_{\text{В}} = 500,00 \text{ м};$$

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}y_1 &= 500,00 + 89,90 = 589,80 \text{ м}; \\y_2 &= 589,80 + 55,67 = 645,47 \text{ м}; \\y_3 &= 645,47 + 6,28 = 651,75 \text{ м}; \\y_4 &= 651,75 + (-82,04) = 569,71 \text{ м}; \\y_5 &= 569,71 + (-90,94) = 478,77 \text{ м}.\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}x_B &= 443,73 + 56,27 = 500,00 \text{ м}; \\y_B &= 478,77 + 21,23 = 500,00 \text{ м}.\end{aligned}$$

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

Таблиця 3.1

Журнал обчислення координат точок замкнутого геодезичного ходу

№ п/п	Вимірний кут	Поправка	Виправлений кут	Дирекційний кут	Румб	Довжина сторони, м	Прирости обчислені, м				Прирости вправлені, м				Координати, м	
							Δx	поп-ривка	Δy	поп-ривка	Δx	Δy	Δx	Δy	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
B.																
1	204°05'	0	204°05'	100°42'	ДіаСх: 79°18'	91,36	-16,96	+0,06	+89,77	+0,03	-16,90	+89,80			+500,00	
2	81°24'	= 0°01'	81°25'	76°37'	ДіаСх: 76°37'	57,21	+13,24	+0,04	+55,66	+0,01	+13,28	+55,67			+483,10	+589,80
3	93°28'	0	93°28'	175°12'	ДіаСх: 04°48'	74,87	-74,61	+0,05	+6,26	+0,02	-74,56	+6,28			+496,38	+645,87
4	151°24'	0	151°24'	261°44'	ДіаВ: 81°44'	82,93	-11,92	+0,05	-82,07	+0,03	-11,87	-82,04			+421,82	+651,75
5	89°40'	0	89°40'	200°20'	ДіаВ: 69°4'	97,02	+33,71	+0,07	-90,97	+0,03	+33,78	-90,94			+499,65	+569,71
B	99°57'	= 0°01'	99°58'	20°40'	ДіаВ: 20°40'	60,10	+56,23	+0,04	+21,21	+0,02	+56,27	+21,23			+443,73	+478,77
				100°42'											+500,00	+500,00

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

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

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

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

$$\sum \Delta x_{\text{впр.}} = -0,31 \text{ м} \quad \sum \Delta x_{\text{теор.}} = -0,14 \text{ м}$$

$$\sum \Delta x_{\text{теор.}} = 0$$

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

$$f_{x_{\text{доп}}} = \frac{1}{1363} < f_{\text{доп}} = \frac{1}{1000}$$

$$\sum \Delta y_{\text{впр.}} = -0,14 \text{ м} \quad \sum \Delta y_{\text{теор.}} = 0$$

$$\sum \Delta y_{\text{теор.}} = 0$$

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

$$f_{y_{\text{доп}}} = \frac{1}{1363} < f_{\text{доп}} = \frac{1}{1000}$$

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

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

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

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

Варианты заданий (элементарный геодезический вид)

$\alpha_{2,0}$	$X_{2,0}$	$Y_{2,0}$	$\beta_{2,0}$	$\beta_{2,1}$	$\beta_{2,2}$	$\beta_{2,3}$	$\beta_{2,4}$	$\beta_{2,5}$	$\beta_{2,6}$	$\beta_{2,7}$	$\beta_{2,8}$	$\beta_{2,9}$	$\beta_{2,10}$	$\beta_{2,11}$	$\beta_{2,12}$	$\beta_{2,13}$	$\beta_{2,14}$	$\beta_{2,15}$	$\beta_{2,16}$	$\beta_{2,17}$	$\beta_{2,18}$	$\beta_{2,19}$	$\beta_{2,20}$	$S_{2,0}$	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$	$S_{2,3}$	$S_{2,4}$	$S_{2,5}$	$S_{2,6}$	$S_{2,7}$	$S_{2,8}$	$S_{2,9}$	$S_{2,10}$	$S_{2,11}$	$S_{2,12}$	$S_{2,13}$	$S_{2,14}$	$S_{2,15}$	$S_{2,16}$	$S_{2,17}$	$S_{2,18}$	$S_{2,19}$	$S_{2,20}$
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	48500,6	10125,2	179	19	112	18	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	15123,3	161	50	141	18	129	46	119	45	93	19	177	26	58	25	123,33	72,88	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	102	29	69	15	158	11	74	28	127,91	45,26	61,28	121,18	83,45	71,29																				
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	-3125,4	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	89,24																				
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	47500,2	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	36175,7	-49125,7	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	211	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	-48735,3	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	500	42	35500,7	18450,7	148	48	108	0	128	12	129	4	115	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	-4125,3	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	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	87,59	107,15	74,78	89,71	137,34	89,28
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	-12250,3	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	114,34
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	-21450,2	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	-59225,2	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	373	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	124,45	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	89,28
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	200	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	-59225,2	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	34	26	103	2	139	39	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	124,45	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	123,63	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	102,23	121,31	77,42	122,12	102,49	98,14
72	108	18	-47125,3	-48325,7	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	-15580,7	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	-49225,7	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	89,62	124,85	123,96
78	148	48	-16550,5	66250,4	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	24450,6	256	24	68	38	201	46	93	31	141	11	107	1	107	55	54,64	113,53	70,01	38,86	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	3	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	90	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	49	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	129	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× 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. 4.1). 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 $|h_{\text{чор}} - h_{\text{чер}}| \leq 5\text{мм}$ починаючи нівелювання проміжних точок.

Таблиця 4.1

ЖУРНАЛ ПОЗДОВЖНЬОГО НІВЕЛЮВАННЯ ТРАСИ

№ ст	№ ствост	Відліки по рейці			Перевіщення, мм			ГТ	Відмітки, м
		задні	перед	пром.	об'єкт	середні	виправл.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Рп1	1420			+0700	-2			243,429
	ПК0	5900	0720 5202		+0698	+0699	+0697		244,126
2	ПК0	1770			+0895	-2		243,896	244,126
	+50 ПК1	6250	0875 5358	2237	+0892	+0893	+0891		243,659 245,017
3	ПК1	2093			+1235	-3		247,110	245,017
	Лів30	6576			+1236	+1236	+1233		245,242
	Лів60			1868					246,162
	Пр60			0948					245,049
3	Пр30			2061				245,973	
	ПК2		0858 5340	1137				246,250	
4	ПК2	1840			+1714	-3		248,090	246,250
	+60 ПК3	6322	0126 4608	0927	+1714	+1714	+1711		247,163 247,961
5	ПК3	1123			-0347	-2			247,961
	X	5607	1470 5956		-0349	-0348	-0350		247,611
6	X	1812			+1368	-3			247,611
	ПК4	6296	0444 4928		+1368	+1368	+1365		248,976
7	ПК4	1990			+1040	-3			248,976
	ПК5	6472	0950 5432		+1040	+1040	+1037		250,013
8	ПК5	2180			+1582	-3			250,013
	Рп2	6660	0598 5080		+1580	+1581	+1578		251,591

 $\Sigma z = 64311$ $\Sigma n = 47945$ $\Sigma h_{cp} = 8183$

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

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

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

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

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:

$$\sum h_{\text{ср.контр}} = \frac{\sum z - \sum n}{2}; \quad (4.1)$$

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 $\sum h_{\text{ср}}$ відняти теоретичну суму перевищень, яка обчислюється як різниця відміток реперів $\sum h_{\text{теор}} = H_{P_{n.2}} - H_{P_{n.1}}$:

$$f_{h_{\text{пр}}} = \sum h_{\text{ср}} - \sum h_{\text{теор}}. \quad (4.2)$$

Допустима похибка для технічного нівелювання визначається за формулою:

$$f_{h_{\text{доп}}} = \pm 50 \text{мм} \sqrt{L}. \quad (4.3)$$

де L – довжина нівелірного ходу, км.

Якщо допфнр $f_{h_{\text{пр}}} \leq f_{h_{\text{доп}}}$ 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 $\sum h_{\text{теор}}$.

Відмітки пікетів обчислюють за формулою:

$$H_n = H_{n-1} + h_{n(n-1)}. \quad (4.4)$$

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» $ГІ$. Горизонтом інструмента називається відмітка візирного променя нівеліра в даній станції. Значення $ГІ$ можна знайти за формулою:

$$ГІ = H_n + b. \quad (4.5)$$

де b - відлік по чорній стороні задньої рейки на відповідній станції;
Якщо відлік на проміжній точці позначити через a , то відмітку проміжної точки $H_{пр}$ можна обчислити за формулою:

$$H_{пр} = ГІ - a. \quad (4.6)$$

За цією формулою обчислюються висотні відмітки всіх проміжних точок. За обчисленими відмітками будується поздовжній профіль траси (рис. 4.1).

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, 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. 4.1*).

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.

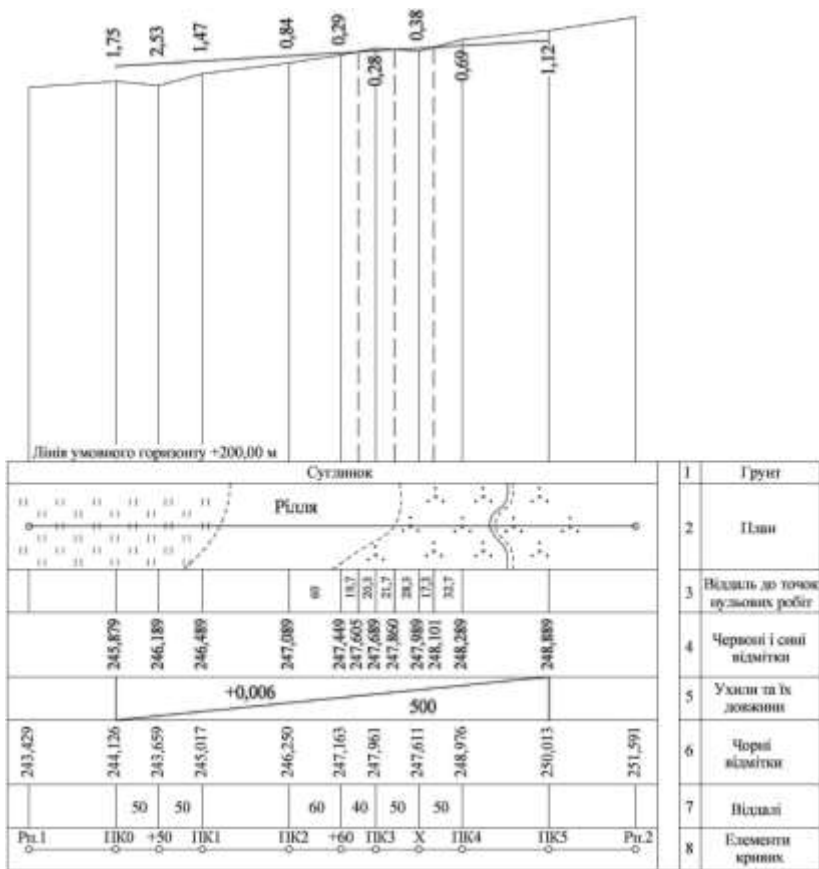


Рис. 4.1. Поздовжній профіль траси

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:

$$i = \operatorname{tg} \nu = \frac{h}{d}. \quad (4.7)$$

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:

$$H_q^n = H_q^0 + h = H_q^0 + i d_n. \quad (4.8)$$

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 ΔH 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. 4.2* *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 *dcf* можна написати:

$$\frac{x}{D} = \frac{ac}{ac + bd} \quad (4.9)$$

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.

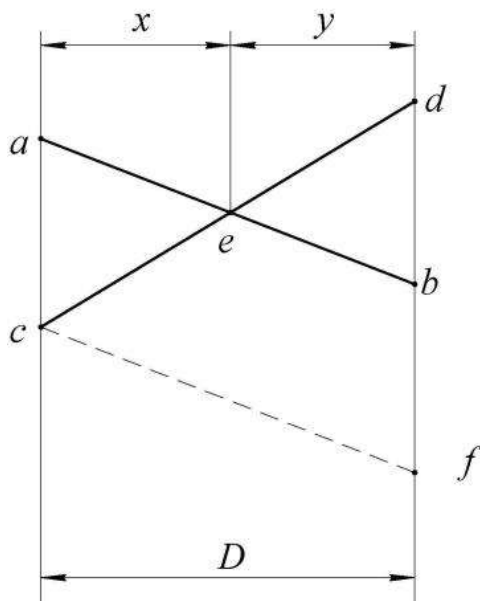


Рис. 4.2. Обчислення відстані від точки нульових робіт до пікета

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

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

$$h_c = ix. \quad (4.10)$$

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 смугі 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);

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 вибираються згідно індивідуального варіанту за двома останніми цифрами номера залікової книжки).

Приклад побудови поздовжнього профілю наведено на *рис. 4.1*.

Журнал проздовжнього нівелювання траси

№ ст	№ спост	Відліки по рейці			Перевищення, мм			ПІ	Відмітки, м
		задні	перед	пром	обчисл	середні	виправл		
1	Рп 1	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
7	ПК5	2180 6660			+1582 +1580	-3 +1581	+1578		250,013
	Рп2		0598 5080						251,591

$$\Sigma z = 64311 \quad \Sigma n = 47945$$

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

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

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

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

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

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

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	Рн.1	0731			1709			1045		
	ПК0	5414	1563		6391	1988		5731	0699	
			6250			6668			5387	
2	ПК0	1151			1488			1022		
	Лів10	5834		2075	6169		2215	5700		0715
	Лів25			1148			1012			2117
	Пр.12			1354			2521			1312
	Пр.25			1720			2735			1113
	ПК.1		1332			1904			0996	
			6017			6584			5674	
3	ПК1	1813			2336			2516		
	+44	6492		1206	7022		0172	7198		
	ПК2		1861			0696			1342	
			6542			5378			6025	
										0312
4	ПК2	1269			0969			1042		
	ПК3	5956			5651			5721		
			1301			0738			1072	
			5988			5420			5751	
5	ПК3	1293			0733			1429		
		5973			5419			6112		
			1116			1748			1339	
	ПК4		5797			6431			6021	
6	ПК4	2021			1010			1441		
	+60	6707		2013	5698		1125	6124		
	ПК5		1132			2988			1857	
			5818			7678			6540	
										2918
7	ПК5	1184			2933			0151		
	X	5868			7623			4824		
			2541			0410			2332	
			7225			5101			7007	
8	X	0324			0319			0813		
	Рн.2	5011			5001			5492		
			2389			2153			1861	
			7076			6831			6542	

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

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

№ ст.	№ спост	Варіант 10			Варіант 11			Варіант 12		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	0493			0977			0367		
	ПК0	5179	2124 6809		5664	1635 6318		5050	1300 5984	
2	ПК0	2425 7206			1789 6477			0235 4918		
	Лів9			1923		1841			0535	
	Лив30			0014		2618			2705	
	Пр.11			1715		1642			1913	
	Пр.30			1340		2211			2522	
	Пк.1		0243 5026			2219 6908			2832 7518	
3	ПК1	1682 6469			1358 6039			0983 5670		
	+30 ПК2		1324 6107	2118		1078 5759	0896		1845 6532	0578
4	ПК2	1502 6288			1574 6259			1620 6302		
	+70 ПК3		1642 6429	2917		0315 5000	1516		2680 7363	2628
5	ПК3	0363 5148			1752 6438			0268 4950		
	-X		1622 6409			2421 7106			2758 7436	
6	X	1953 6739			1460 6140			2509 7192		
	ПК4		1523 6307			1820 6504			0538 5220	
7	ПК4	1485 6270			0211 4892			1601 6289		
	ПК5		0829 5614			2388 7072			0367 5051	
8	ПК5	0772 5557			2892 7575			1728 6410		
	Рп.2		1067 5848			0209 4891			1208 5889	

№ ст.	№ спост	Варіант 13			Варіант 14			Варіант 15		
		відліки по рейші			відліки по рейші			відліки по рейші		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	2912			0282			0911		
	ПК0	7596	0113 4801		4966	2347 7034		5700	1250 6038	
2	ПК0	2042			0449			0398		
	+40 ПК1	6725		1011	5132	1401 6086	2472	5080	1260 5965	1410
3	ПК1	0909			0398			0889		
	Лпв10 Лпв20 Пр.8 Пр.20 Пв.2	5592		0728 1452 2138 2138	5084	1998 6683	1934 2058 1602 2248	5666	0955 5730	1545 2185 1525 2374
4	ПК2	0213			0314			0952		
	+60 ПК3	4900		0658	4996	1197 5882	0242	5735	2059 6840	0115
5	ПК3	0853			2926			2059		
	ПК4	5541			7608	0056 4741		6880	1815 6638	
6	ПК4	1587			2627			1955		
	X	6271	0616 5299		7312	0554 5239		6638	0895 5580	
7	X	2225			2599			1768		
	ПК5	6909	0642 5325		7283	0984 5666		6550	0462 5248	
8	ПК5	2888			0318			2509		
	Рп.2	7572	0463 5149		5004	2686 7371		7290	0820 5602	

№ ст.	№ спост	Варіант 16			Варіант 17			Варіант 18		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Pr.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 Pr.2	0990 5472	1374 5858		0270 4750	2814 7298		1305 5788	0930 5410	

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

№ ст.	№ спост	Варіант 22			Варіант 23			Варіант 24		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рн.1	1140			1010			1100		
	ПК0	5920	1905		5790	1430		5882	1150	
			6685			6210			5930	
2	ПК0	1700			1860			1775		
	+80	6484		2011	6648	0970	1001	6557		1623
	ПК1		1595			5757			0757	
			6380						5540	
3	ПК1	0053			1230			1970		
	Лін15	4835		0727	6010		0917	6754		1810
	Лін30			1129		0423				1117
	Пр.17			0618		0125				0622
	Пр.30			1928		0017				0319
	Пк.2		1835			0990			1200	
			6617			5770			5980	
4	ПК2	0835			2095			1070		
	+30	5617		0325	6877		0839	5850		0112
	ПК3		1905			1437			1415	
			6685			6220			6195	
5	ПК3	0870			2140			1520		
	ПК4	5650			6920			6304		
			0920			0410			1075	
			5700			5194			5855	
6	ПК4	0270			2145			1640		
	X	5052	1860		6929	0632		6420	1052	
			6640			5413			5834	
7	X	0780			1320			2678		
	ПК5	5560	1550		6100	2130		7458	1280	
			6330			6910			6062	
8	ПК5	0775			1100			2420		
	Рн.2	5555	1535		5882	1150		7200	0060	
			6315			5930			4840	

№ ст.	№ спост	Варіант 25			Варіант 26			Варіант 27		
		відліки по рейші			відліки по рейші			відліки по рейші		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	0480 5162			0024 4806			2779 7560		
	ПК0		1410 6092			2764 7546			0252 5034	
2	ПК0	0820 5602			0413 5097			1350 6032		
	+50 ПК1		3200 7982	2227		2679 7361	0018		2795 7477	1925
3	ПК1	2640 7320			0023 4705			0352 5036		
	X		0710 5392			2962 7644			2884 7566	
4	X	1330 6014			1720 6502			2884 7566		
	ПК2		2580 7262			0456 5238			0352 5036	
5	ПК2	2370 7052			2600 7382			2870 7653		
	Лів20 Лів40 Пр.40 Пр.25 Пк.3		1170 5853	2975 2239 1617 0935		0180 4962	2165 1419 0633 0017		0186 4967	2900 1522 0944 0114
6	ПК3	1400 6082			2836 7618			0340 5023		
	ПК4		1304 5984			0229 5011			2737 7420	
7	ПК4	2020 6702			2878 7660			0200 4982		
	+70 ПК5		1510 6190	0711		0136 4918	0022		2880 7662	1929
8	ПК5	0900 5582			2678 7562			1982 6664		
	Рп.2		1370 6052			0198 5080			0820 5502	

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

№ ст.	№ спост	Варіант 31			Варіант 32			Варіант 33		
		відліки по рейси			відліки по рейси			відліки по рейси		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	1932 6714			0127 4809			0890 5670		
	ПК0		2004 6788			2648 7330			2575 7357	
2	ПК0	1360 6042		0318	0296 5078		1179	0600 5282		2588
	+50 ПК1		1765 6447			2995 7777			2088 6770	
3	ПК1	0480 5262			0187 4870			2447 7229		
	X		2442 7224			2756 7438			0177 4958	
4	X	0510 5192			2458 7140			2937 7719		
	ПК2		2593 7275			0300 4982			0335 5118	
5	ПК2	2593 7375		0312 1139 2066 2977	0148 4830		0599 2117 1198 2980	0277 5059		0798 2714 0989 2922
	Лив20 Лив40 Пр.25 Пр.40 Пк.3		0508 5290			2746 7428			2813 7595	
6	ПК3	1560 6242			2866 7648			2654 7336		
	ПК4		1777 6460			0080 4862			0588 5271	
7	ПК4	0340 5021			0178 4960			0208 4890		
	+70 ПК5		2810 7492	1233		2495 7277	2100		1212 5894	0318
8	ПК5	0266 5048			2878 7760			2907 7689		
	Рп.2		2885 7667			0212 5094			0028 4810	

№ ст.	№ спост	Варіант 34			Варіант 35			Варіант 36		
		відліки по рейті			відліки по рейті			відліки по рейті		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	1470			1580			1310		
	ПК0	5950	0770		6062	0900		5792	1530	
			5252			5384			6010	
2	ПК0	1820			0900			1740		
	+50	6300		2287	5384		1089	6222		0690
	ПК1		0925			1830			1720	
			5408			6315			6204	
3	ПК1	2143			1292			1132		
	Лпв30	6626		1918	5774		0917	5616		1100
	Лпв60			0998			2232			0019
	Пр.28			2111			1278			0827
	Пр.60			1187			2987			1971
	Пк.2		0908			0510			0820	
			5390			4990			5304	
4	ПК2	1890			0770			2460		
	+90	6372		0977	5252		2097	6945		1998
	ПК3		0176			1300			0305	
			4658			5782			4786	
5	ПК3	1173			1740			0596		
	X	5657	1520		6222	1044		5078	1000	
			6006			5528			5482	
6	X	1862			1220			0414		
	ПК4	6346	0494		5702	0908		4898	1690	
			4978			5390			6170	
7	ПК4	2040			0732			1640		
	ПК5	6522	1000		5216	1520		6120	0710	
			5482			6006			5195	
8	ПК5	2230			1070			1338		
	Рп.2	6710	0648		5553	1110		5820	0992	
			5130			5594			5478	

№ ст.	№ спост	Варіант 37			Варіант 38			Варіант 39		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Pn.1	2210 6692			0580 5060			2857 7540		
	ПК0		0368 4852			1840 6320			0184 4866	
2	ПК0	1676 6160			1436 5920			0842 5624		
	+50 ПК1		0360 4842	0512		0870 5354	2098		2208 6990	0021
3	ПК1	2110 6592			0820 5297			0320 5002		
	Лін30 Лін60 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			1656 6140			0417 5198		
	+90 ПК3		0798 5280	0899		2035 6515	0698		2934 7716	1115
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		
	Pn.2		0992 5478			0400 4884			2827 7610	

№ ст.	№ спост	Варіант 40			Варіант 41			Варіант 42		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	0372 5054			0353 5037			2938 7620		
	ПК0		2754 7437			1570 6252			0178 4860	
2	ПК0	0199 4981			1570 6252			2865 7645		
	X		2715 7498			0108 4790			0511 5293	
3	X	0613 5295			2872 7554			2171 6853		
	ПК1		1050			0404 5086			0454 5136	
4	ПК1	0396 5079		0011	2822 7604		0115	0462 5244		0006
	+20 ПК2		2913 7595			0260 5042			2634 7416	
5	ПК2	0135 4917			2834 7516			0110 4792		
	ПК3		2728 7510			0411 5093			2656 7338	
6	ПК3	0248 4930		2100	0127 4810		1917	0643 5425		0019
	+70 ПК4		2822 7505			2978 7660			2925 7707	
7	ПК4	2828 7610			2954 7636			0211 4893		
	Лп40 Лп50 Пр39 Пр50 Пк.5			2516 2015 1217 0513		2318 2117 1312 0615			2676 7357	2717 2001 1110 0417
8	ПК5	1570 6252			2850 7631			0177 4959		
	Рп.2		0353 5037			0299 5081			2970 7750	

№ ст.	№ спост	Варіант 43			Варіант 44			Варіант 45		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рт.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		0015	1330 6012		0122	1230 5912		2117
	+20 ПК2		2747 7429			2580 7262			1730 6412	
5	ПК2	0300 5082			2370 7152			1522 6304		
	ПК3		1992 6774			1170 5952			1812 6594	
6	ПК3	1760 6442		2910	1300 6082		2513	1595 6377		2918
	+70 ПК4		0100 4782			1202 5984			1393 6175	
7	ПК4	2873 7655			2020 6702			1703 6385		
	Лів40			2912			2816			2016
	Лів50			2116			2017			1513
	Пр39			0929			0831			0911
	Пр50			0312			0117			0218
Пк.5		0253 5035				1510 6192			1500 6182	
8	ПК5	1918 6600			0900 5582			1190 5972		
	Рт.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	0560			1640			1170		
	ПК0	5242	0110		6322	1440		5852	1140	
			4792			6122			5820	
2	ПК0	0690			1510			1430		
	+50	5472			6292			6212		
	ПК1		0630	1215		1200	2101		1087	2315
			5412			5982			5867	
3	ПК1	1200			1295			1620		
		5882			5977			6302		
	Ліа20			0413			0614			0515
	Ліа40			1118			1315			1412
	Пр.20			2115			2100			2516
	Пр.40			2514			2713			2811
	Пк.2		1325			1497			1060	
			6007			6179			5742	
4	ПК2	1570			1631			1570		
	+20	6352			6413			6352		
	ПК3		1452	0912		1774	0412		1590	0317
			6234			6556			6374	
5	ПК3	0740			1152			1220		
		5422			5834			5902		
	ПК4		1000			1255			1250	
			5682			5937			5932	
6	ПК4	1720			1247			1542		
		6502			6029			6324		
	X		1080			1391			1502	
			5862			6173			6283	
7	X	2485			1233			0720		
		7167			5915			5402		
	ПК5		0483			1003			1410	
			5165			5685			6092	
8	ПК5	1752			1520			0430		
		6534			6302			5212		
	Рп.2		1529			1000			1680	
			6311			5782			6462	

№ ст.	№ спост	Варіант 49			Варіант 50			Варіант 51		
		відліки по рейті			відліки по рейті			відліки по рейті		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	1023 5705			2140 6922			0990 5770		
	ПК0		1223 5905			1010 5792			2684 7466	
2	ПК0	1140 5822			1355 6037			0799 5582		
	+50 ПК1		1290 5972	2516		1060 5742	2617		1536 6318	2011
3	ПК1	1632 6414			0760 5542			1763 6545		
	Лив20 Лив40 Пр.20 Пр.40 Пк.2		1472 6254	0377 1013 2100 2911		1230 6012	0218 0917 2002 2510		0476 5258	2512 2116 1111 0400
4	ПК2	1560 6240			1312 5994			2493 7273		
	+20 ПК3		1600 6282	0212		1512 6192	0613		0083 4865	0713
5	ПК3	1231 6013			2150 6932			0382 5164		
	ПК4		1551 6333			1070 5852			2814 7595	
6	ПК4	1980 6662			1250 5932			0641 5424		
	X		2920 7602			1450 6130			1822 6605	
7	X	0920 5702			0860 5640			2501 7282		
	ПК5		1220 6000			1580 6362			0438 5220	
8	ПК5	1800 6482			1022 5704			2730 7510		
	Рп.2		1380 6062			1222 5904			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	2616			0960			0264		
	ПК0	7396	0824		5742	1870		5048	2961	
			5606			6652			7743	
2	ПК0	0628			0532			0920		
	+50	5411		2915	5315		0011	5700		03112
	ПК1		2776			2564			1630	
			7557			7347			6410	
3	ПК1	0282			0928			2710		
	Лів20	5066		2615	5710		1114	7492		0512
	Лів40			2111		1915				1116
	Пр.20			1210		2213				2011
	Пр.40			0916		2816				2815
	Пк.2		1768			2896			0305	
			6550			7678			5088	
4	ПК2	0827			0640			2475		
	+20	5610		0013	5420		2612	7256		0033
	ПК3		2436			1640			0770	
			7220			6421			5551	
5	ПК3	0482			0640			1657		
	ПК4	5264			5422			6440		
			2661			0264			0976	
			7442			5046			5758	
6	ПК4	1106			2582			0644		
	X	5888	1431		7362	1540		5427	2242	
			6213			6320			7024	
7	X	1416			2311			0289		
	ПК5	6199			7092			5071		
			1352			0593			2597	
			6134			5375			7379	
8	ПК5	0110			1780			1046		
	Рп.2	4892			6561			5830		
			2340			1622			2586	
			7122			6404			7367	

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

№ ст.	№ спост	Варіант 58			Варіант 59			Варіант 60		
		відліки по рейші			відліки по рейші			відліки по рейші		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рт.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 Рт.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	Рт.1	1848 6330			1796 6578			0896 5678		
	ПК0		1074 5560			1342 6126			1827 6609	
2	ПК0	1615 6096			1342 6126			0896 5678		
	+50 ПК1		0812 5298	0016		1648 6427	0117		0365 5152	0312
3	ПК1	2098 6580			1873 6658			0996 5781		
	Лів30			1613			1715			0816
	Лів50			1012			2002			0922
	Пр.30			0815			2116			1011
	Пр.50 Пк.2		0548 5032	0411		2407 7195	2392		1151 5932	1210
4	ПК2	1207 5987			2406 7191			2802 7580		
	+20 ПК3		2607 7387	0717		0875 5653	0415		1132 5912	0281
5	ПК3	2196 6978			3015 7795			1694 6478		
	ПК4		2176 6958			1490 6265			0423 5202	
6	ПК4	1942 6726			1488 6267			1485 6265		
	X		2750 7532			0906 5687			1217 5997	
7	X	1210 5990			1560 6338			1160 5940		
	ПК5		1540 6320			0859 5639			2638 7418	
8	ПК5	1540 6320			1223 6001			2638 7418		
	Рт.2		1505 6290			1811 6593			2245 7027	

№ ст.	№ спост	Варіант 64			Варіант 65			Варіант 66		
		відліки по рейси			відліки по рейси			відліки по рейси		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	1530 6310			1718 6498			0905 5687		
	ПК0		1540 6322			2182 6965			0361 5141	
2	ПК0	1702 6482			2140 6923			0317 5100		
	+50 ПК1		1327 6109	0318		1736 6521	0444		1826 6607	2210
3	ПК1	1173 5952			1071 5853			0521 5305		
	Лив30 Лив60 Пр.30 Пр.60 Пк.2		2525 7305	0722 1088 1678 2177		2054 6836	0998 1112 1713 2011		2814 7596	0600 1013 1988 2617
4	ПК2	1556 6336			1433 6213			1119 5901		
	+20 ПК3		2065 6848	0317		1060 5842	0501		1856 6640	0713
5	ПК3	1005 5785			1430 6212			1641 6423		
	ПК4		1866 6646			1253 6033			1524 6306	
6	ПК4	1133 5913			1159 5941			0791 5573		
	X		0958 5738			2356 7138			2244 7024	
7	X	1702 6482			1500 6282			1078 5860		
	ПК5		1846 6627			2402 7186			1120 5900	
8	ПК5	1829 6610			0598 5380			0715 5499		
	Рп.2		1316 6094			1612 6394			1598 6382	

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

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

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

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

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

№ ст.	№ спост	Варіант 87			Варіант 88			Варіант 89		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рт.1	1064 5742			2177 6857			2467 7149		
	ПК0		1153 5835			0384 5064			1118 5798	
2	ПК0	0254 4936			1693 6375			0790 5472		
	Лив25 Лив50 Пр.25 Пр.50 Пк.1			0302 0993 1215 1720		2002 1715 1012 0917			0998 1317 1983 2615	
3	ПК1	0622 5302			1224 5904			1723 6407		
	ПК2		1636 6320			0308 4988			1577 6261	
4	ПК2	1199 5881			0927 5607			1343 6025		
	X		0988 5668			1452 6132			0341 5021	
5	X	0117 4797			2118 6800			0821 5501		
	ПК3		1682 6366			1232 5912			0610 5290	
6	ПК3	0626 5306			0261 4941			1239 5921		
	+40 ПК4		1678 6362	0220		2916 7599	2200		0701 5381	1988
7	ПК4	0873 5553			1087 5775			1670 6352		
	+70 ПК5		0677 5357	0011		1611 6300	2917		1260 5942	2887
8	ПК5	1168 5848			2208 6888			1824 6506		
	Рт.2		0703 5383			0802 5480			1283 5965	

№ ст.	№ спост	Варіант 90			Варіант 91			Варіант 92		
		відліки по рейси			відліки по рейси			відліки по рейси		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	1097			1608			1369		
	ПК0	5777	1678		6290	1364		6051	1317	
			6358			6046			5999	
2	ПК0	1883			1437			2466		
	Лив35	6565		2092	6119		2118	7146		2500
	Лив55			1779		2001				2011
	Пр.35			1310		1613				1629
	Пр.55			0615		1122				1002
	Пк.1		0658			0981			1134	
			5338			5663			5814	
3	ПК1	2088			1681			1527		
	ПК2	6772	1093		6365	0892		6211	0389	
			5775			5574			5073	
4	ПК2	1802			1283			1384		
	X	6482	0678		5967	0943		6068	1939	
			5360			5627			6623	
5	X	1065			1241			0882		
	ПК3	5745	1361		5923	1762		5562	1892	
			6043			6442			6570	
6	ПК3	2296			1413			1029		
	+40	6982		1602	6098		0017	5709		0116
	ПК4		0463			1134			2428	
			5145			5814			7112	
7	ПК4	1192			1170			1174		
	+70	5872		2918	5850		2889	5856		2901
	ПК5		0526			1294			1547	
			5206			5976			6231	
8	ПК5	1923			0754			1129		
	Рп.2	6605	0983		5437	1583		5809	0894	
			5667			6267			5578	

№ ст.	№ спост	Варіант 93			Варіант 94			Варіант 95		
		відліки по рейні			відліки по рейні			відліки по рейні		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Pr.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 Pr.2	2182 6864	0542 5226		0403 5083	1325 6007		2561 7241	0627 5307	

№ ст.	№ спост	Варіант 96			Варіант 97			Варіант 98		
		відліки по рейпі			відліки по рейпі			відліки по рейпі		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1	1572			1580			1070		
	ПК0	6252	0658		6260	0670		5750	1035	
			5342			5350			5715	
2	ПК0	2302			1012			1310		
	Лив45	6982		2977	5798		0998	6090		1401
	Лив65			2689		1216				1678
	Пр.45			2117		1779				2098
	Пр.65			1615		2188				2477
	Пк.1		0266			1198			1470	
			4948			5982			6250	
3	ПК1	1370			1075			0940		
	ПК2	6052			5760			5620		
			1022			1160		4680	1330	
			5702			5846		6010	6010	
4	ПК2	0943			1325			1470		
	X	5627	1965		6110	0930		6150	0950	
			6649			5715		5630	5630	
5	X	0768			1280			0155		
	ПК3	5450	1497		5965	1052		4835	1330	
			6179			5737		6010	6010	
6	ПК3	0275			1035			1010		
	+40	5055		2211	5818		2416	5790		2516
	ПК4		1230			1270			1280	
			6010			6050			6060	
7	ПК4	1350			1590			0250		
	+70	6035		2315	6270		2881	5030		2988
	ПК5		1180			1200			1570	
			5865			5880			6350	
8	ПК5	1030			1050			1230		
	Рп.2	5815	0890		5830	1130		6010	1010	
			5675			5910		5790	5790	

№ ст.	№ спост	Варіант 99			Варіант 00		
		відліки по рейші			відліки по рейші		
		задні	перед	пром.	задні	перед	пром.
1	Рп.1 ПК0	1260 6040	0950 5730		1230 6010	0990 5770	
2	ПК0 Лм45 Лм65 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	

**Відмітки реперів Рп1 та Рп2, проектні
відмітки ПК0 та проектні ухили**

№ 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, $i = -0,001$

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, $i = -0,014$;

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

1	2	3	4	5
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 за 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. 55.1). 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 5.1*.

**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.5.2). 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. 5.3). Номенклатура листа складається з номенклатури листа карти 1:1000000 і номера листа карти масштабу 1:200000. Розміри листа карти за широтою 0°40' і довготою 1°.

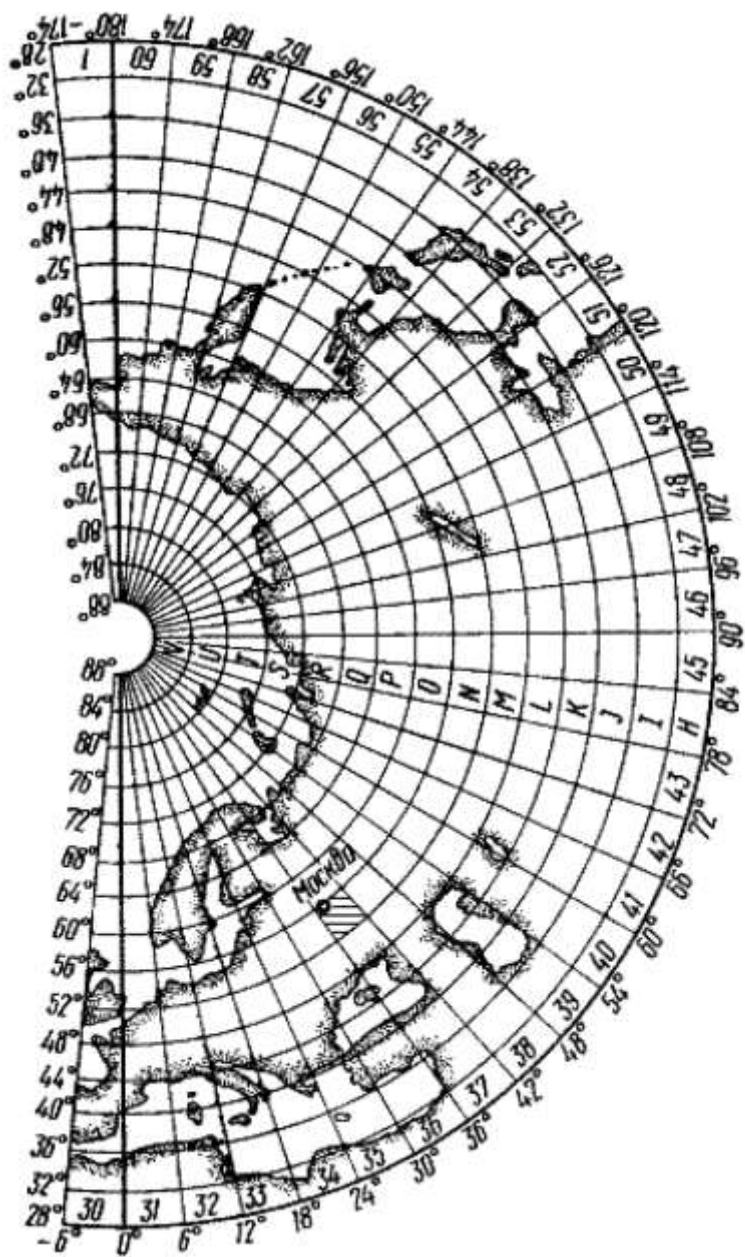


Рис. 5.1 Міжнародна карта світу

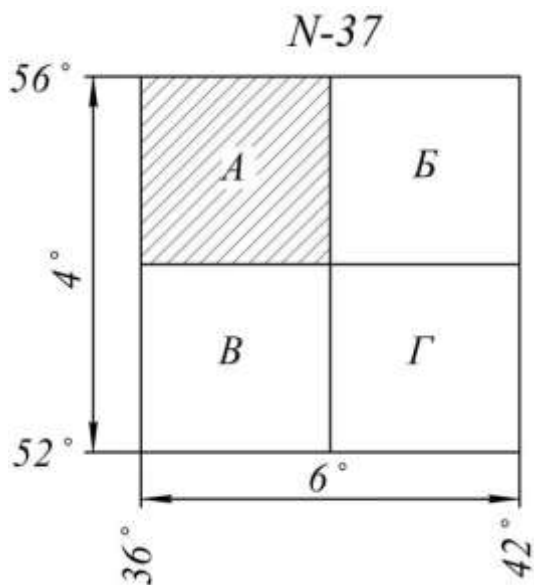


Рис. 5.2. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:500000
(N-37-A)

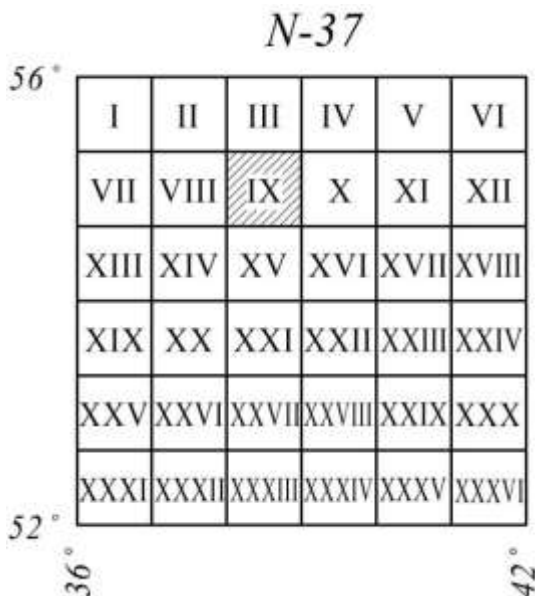


Рис. 5.3. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:200000
(N-37-IX)

Лист карти масштабу 1:1000000 одержують поділом листа карти масштабу 1:1000000 на 144 частини (рис. 5.4). Кожна частина нумерується порядковим номером від 1 до 144. Номенклатура листа карти масштабу 1:100000 складається з номенклатури листа масштабу 1:1000000 і номера листа карти 1:100000. Розміри листа карти за шириною 20' і за довготою 30'.

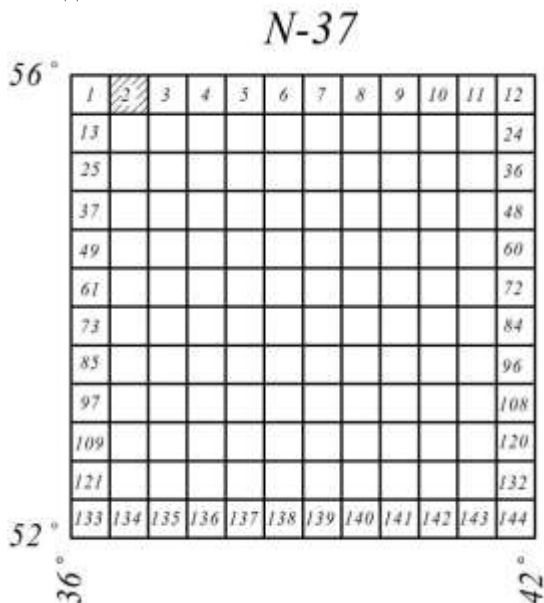


Рис. 5.4. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:100000 (N-37-2)

Лист карти масштабу 1:50000 одержують поділом листа карти масштабу 1:100000 на 4 частини (рис. 5.5). 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 шириною 10' і за довготою 15'.

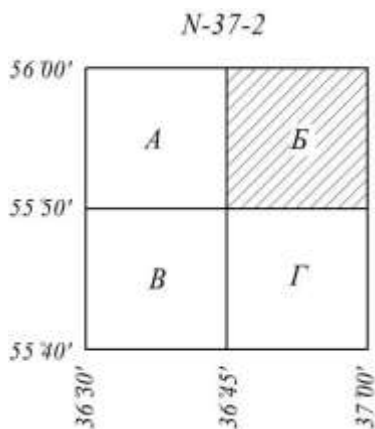


Рис. 5.5. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:50000 (N-37-2-Б)

Лист карт масштабу 1:25000 одержують поділом листа карти масштабу 1:50000 на 4 частини (рис. 5.б). Кожна частина позначається літерами а, 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".

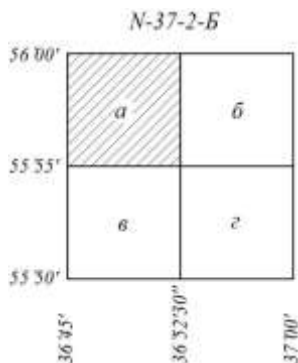


Рис. 5.б. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:25000 (N-37-2-Б-а)

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. 5.7). Номенклатура листа карти

масштабу 1:10000 складається з номенклатури листа карти масштабу 1:10000. Розміри листа карти за широтою 2'30" і за довготою 3'45".

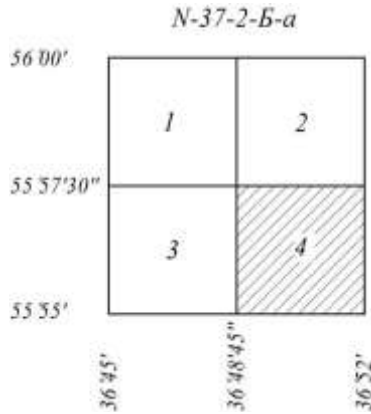


Рис. 5.7. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:10000 (N-37-2-Б-а-4)

Для утворення номенклатури карти масштабу 1:5000 за основу беруть лист карти масштабу 1:100000, який ділиться на 256 частин (рис. 5.8). 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 широтою 1'15" і за довготою 1'52,5".

Лист карти масштабу 1:2000 одержують діленням листа карти масштабу 1:5000 на 9 частин (рис. 5.9). Кожна частина позначається малими літерами *а, 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 широтою 25" і за довготою 37,5".

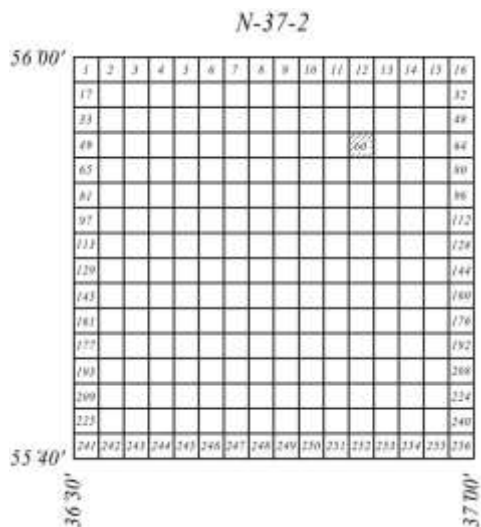


Рис. 5.8. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:5000 (N-37-2-(60))

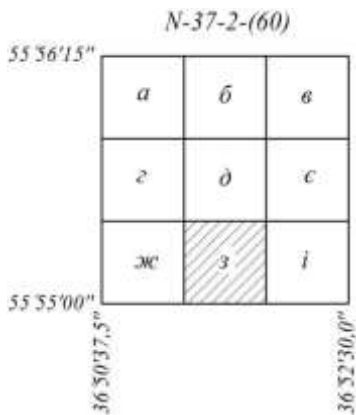


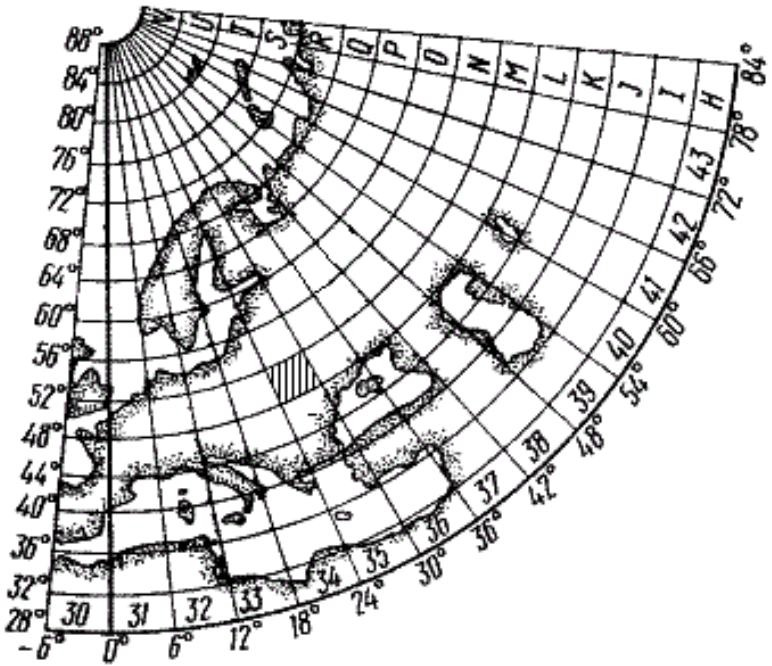
Рис. 5.9. Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:5000 (N-37-2-(60-3))

ПРИКЛАД РОЗРАХУНКІВ

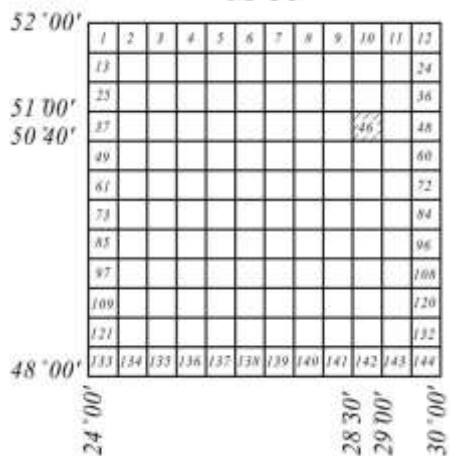
Визначення номенклатури аркуша карти масштабу 1:10000 за заданими географічними координатами точки

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:

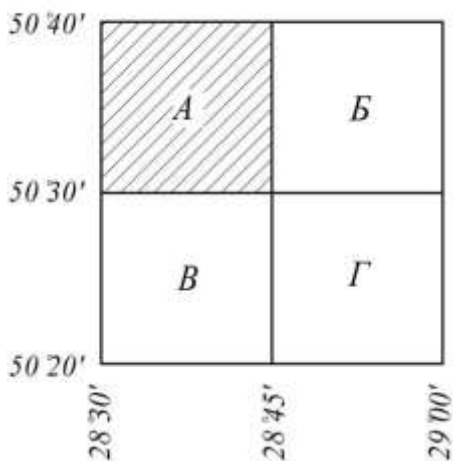


M-35



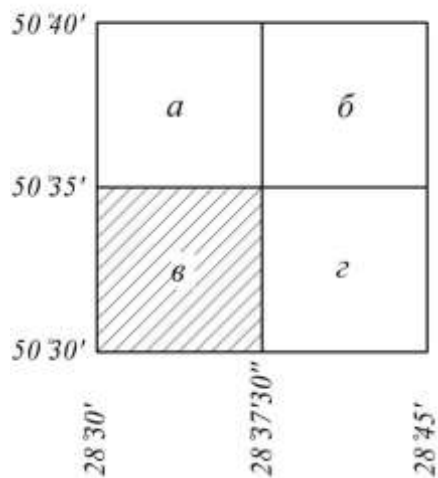
M 1:1 000 000

M-35-46



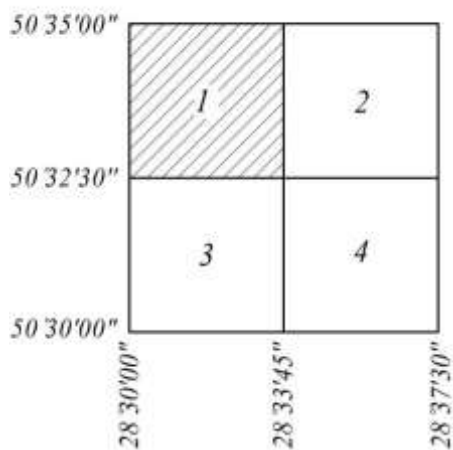
M 1:100 000

M-35-46-A



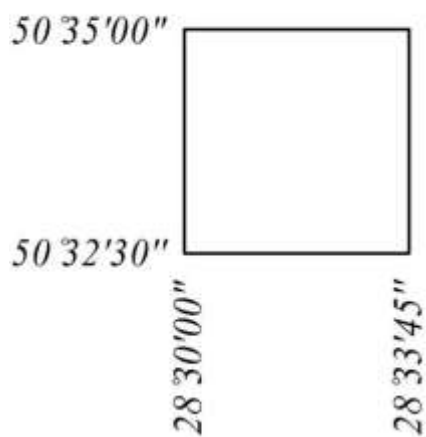
M 1:50 000

M-35-46-A-в



M 1:25 000

M-35-46-A-8-1



M 1:10 000

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

Варіант	В (широта)	Л (довгота)	Варіант	В (широта)	Л (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"

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

ЗМІСТ

Проведення горизонталей по відміткам точок	3
Теоретичний матеріал.....	3
Приклад виконання.....	6
Варіанти завдань.....	7
Обчислення координат пунктів розімкнутого теодолітного ходу	57
Теоретичний матеріал.....	57
Приклад виконання.....	62
Варіанти завдань.....	70
Порядок обчислення координат точок замкнутого теодолітного ходу	74
Теоретичний матеріал.....	74
Приклад виконання.....	79
Варіанти завдань.....	88
Обчислення висот пунктів ходу геометричного нівелювання. Побудова поздовжнього профілю	91
Теоретичний матеріал.....	91
Приклад виконання.....	101
Варіанти завдань.....	103
Відмітки реперів Рп1 та Рп2, проектні відмітки ПК0 та проектні ухили	135
Визначення номенклатури листа карти масштабу 1:10000 за заданими географічними координатами точки	139
Теоретичний матеріал.....	139
Приклад виконання.....	147
Варіанти завдань.....	151

Панасюк Андрій Вікторович
Поліщук Дмитро Сергійович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання практичних робіт
навчальної дисципліни
«ГЕОДЕЗІЯ»
для студентів спеціальності G16 «Гірництво та нафтогазові
технології»
освітнього ступеня «БАКАЛАВР»