Міністерство освіти і науки України

Житомирський державний технологічний університет

**Левицький В.Г.**

**Картографічні методи в екології**

**Методичні рекомендації**

**для проведення практичних занять**

для студентів освітнього ступеня «Бакалавр»

денної та заочної форми спеціальності 101 «Екологія»

Затверджені на засіданні кафедри маркшейдерії

Протокол №3 від 31.10.2018 р.

Рекомендовано до видання

методичною радою гірничо-екологічного факультету

Протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_\_\_.2018 р.

Житомир

2018

**Левицький В.Г.** Картографічні методи в екології. Методичні рекомендації для проведення практичних занять для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» денної та заочної форми спеціальності 101 «Екологія». – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 11 с.

Кладе

ні завдання до розрахункових робіт та зразки їх виконання й

Упорядники:

*Левицький Володимир Григорович*, к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії

Рецензент:

*Криворучко Андрій Олексійович*, к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії Житомирського державного технологічного університету

*Давидова Ірина Володимирівна*, к.т.н., доцент кафедри екології Житомирського державного технологічного університету

©Левицький В.Г., 2018

**Лабораторна робота №1**

“Обчислення координат точок теодолітного ходу”

Обчислення координат точок теодолітного ходу необхідно виконувати послідовно в декілька етапів.

1. *Ув’язка кутових вимірювань.*

Після виконання польових робіт визначають фактичну суму виміряних горизонтальних кутів  (в таблиці № додається графа 2).

,

де *n* – кількість вершин теодолітного ходу.

Для нашого випадку маємо:

.

Обчислюємо теоретичну суму кутів замкненого багатокутника за формулою:

.

Обчислюємо практичну кутову нев’язку,

.

Обчислюємо допустиму кутову нев’язку,

.

Оскільки в нашому випадку , можна приступати до ув’язки кутів. Практично в наші вимірювання потрібно внести поправку в . Для зручності подальших обчислень кутову нев’язку розділимо на два кути, і внесемо її в кути, що утворені коротшими сторонами теодолітного ходу, оскільки похибка при вимірюванні таких кутів більша. В нашому випадку кутову нев’язку порівну розділимо між кутами при вершинах теодолітного ходу *3* та *6*, про що зробимо відповідні записи в таблиці № графа 3.

1. *Обчислення дирекуційних кутів сторін полігону і перехід від них до румбів.*

Дирекційні кути сторін полігону визначаються за наступною залежністю: *дирекційний кут наступної сторони дорівнює дирекційному куту попередньої сторони плюс 1800 і мінус правий по ходу горизонтальний кут*.

Журнал обчислення координат точок теодолітного ходу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кут | Виміряний кут | Поправки | Кути виправлені | Дирекційний кут | Румби | Довжина сторін | Прирости обчислені | | | | Прирости виправлені | | Координати точок | |
| x | поправка | y | поправка | x | y | X | Y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | ' |  | ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  | +500,00 | +500,00 |
|  |  |  |  | ' | Пд Сх' | 91,0 | -16,90 | -0,03 | +89,42 | +0,02 | -16,93 | +89,44 |  |  |
| 2 | ' |  | ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  | +483,07 | +589,44 |
|  |  |  |  | ' | Пн Сх' | 57,0 | +13,19 | -0,02 | +55,45 | +0,01 | +13,17 | +55,46 |  |  |
| 3 | ' | +1' | ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  | +496,24 | +644,90 |
|  |  |  |  | ' | Пд Сх' | 74,0 | -73,74 | -0,02 | +6,19 | +0,01 | -73,76 | +6,20 |  |  |
| 4 | ' |  | ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  | +422,48 | +651,10 |
|  |  |  |  | ' | Пд Зх' | 82,0 | -11,79 | -0,02 | -81,15 | +0,01 | -11,81 | -81,14 |  |  |
| 5 | ' |  | ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  | +410,67 | +569,96 |
|  |  |  |  | ' | Пн Зх' | 97,0 | +33,70 | -0,03 | -90,96 | +0,01 | +33,67 | -90,95 |  |  |
| 6 | ' | +1' | ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  | +444,34 | +479,01 |
|  |  |  |  | ' | Пн Сх' | 59,5 | +55,68 | -0,02 | +20,98 | +0,01 | +55,66 | +20,99 |  |  |
| 1 | ' |  |  |  |  |  | +102,57 | -0,16 | +172,04 | +0,07 | +102,5 | +172,09 | +500,00 | +500,00 |
|  | пр=719°58' | +2' | ' | ' |  | L=460,50 | -102,43 |  | -172,11 |  | -102,50 | -172,09 |  |  |
|  | т=720°00' |  |  |  |  |  | +0,16 |  | -0,07 |  | 0,00 | 0,00 |  |  |
|  | *f*пр = –2' |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | *f*доп = ±2,45' |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Дирекційні кути всіх сторін теодолітного ходу обчислюються по вихідному значенню  і по виправленим значення внутрішніх кутів полігону. Обчислення ведеться послідовно наступним чином:









.

Останній кут більший ніж 3600, тому потрібно внести поправку:

.

Для контролю вірності обчислення дирекційних кутів обчислюється значення вихідного дирекційного кута, яке повинно дорівнювати заданому,

.

Отримані значення дирекційних кутів заносяться до журналу (графа 5).

Для зручності подальших обчислень дирекційні кути сторін переводять в румби:



Запис румбів виконують в графі 6.

1. *Обчислення приростів координат.*

Прирости координат знаходяться по формулам прямої геодезичної задачі. У випадку нашого прикладу маємо:

* + прирости абсцис для точок теодолітного ходу













* + прирости ординат для точок теодолітного ходу













Після обчислення приростів координат точок теодолітного ходу їх заносять до журналу в графу 8 (приріст абсцис) та 10 (приріст ординат). *При заповненні журналу приростам абсциси та ординати необхідно приписати відповідні знаки “+” або “–” в залежності від орієнтації румба або значення дирекційного кута.*

Після заповнення журналу контролюють правильність обчислення приростів абсциси та ординати на цьому етапі. Відомо, що алгебраїчна сума приростів координат в замкненому полігоні повинна дорівнювати нулеві. На практиці ця сума дещо відмінна від нуля, тому виникають *лінійні нев’язкі * і . Значення лінійних нев’язок отримують шляхом додавання приростів абсциси та ординати.

Для нашого випадку, окремо склавши додатні та від’ємні прирости абсциси і ординати, отримаємо:

**

.

Далі обчислюємо абсолютну лінійну нев’язку замкненого полігону,



та відносну лінійну нев’язку,



де *L* – периметр полігону, *м*.

Для нашого прикладу допустима лінійна нев’язка не повинна перевищувати . Як видно з отриманих результатів отримане значення відносної лінійної нев’язкі не перевищує допустимого, тому можна виконувати ув’язку обчислених приростів.

1. *Ув’язка приростів координат.*

Спочатку обчислюємо поправки в прирости абсциси та ординати за наступними формулами:

, ,

де *L* та *s* виражаються в десятках і сотнях метрів. Знак поправки повинен бути оберненим до знаку лінійної нев’язкі. Практично поправку необхідно обчислювати до 0,001, а потім заокруглювати до 0,01. контролюється цей етап умовою: *сума поправок повинна дорівнювати лінійній нев’язкі з оберненим знаком.*

В нашому випадку ** а **, в периметрі 46 десятків (460,5 *м*). На один десяток необхідно вносити поправку: для приростів абсциси ; для приростів ординати .

Довжина першої сторони (1-2) складає 9 десятків, тоді поправка в першу сторону дорівнює:

в приріст абсциси , приймаємо -0,03;

в приріст ординати , приймаємо 0,02.

Аналогічно обчислює поправки в усі сторони теодолітного ходу:

, приймаємо -0,02;

, приймаємо -0,02;

, приймаємо -0,02;

, приймаємо -0,03;

, приймаємо -0,02;

, приймаємо 0,01;

, приймаємо 0,01;

, приймаємо 0,01;

, приймаємо 0,01;

, приймаємо 0,01.

Додаючи всі поправки їх порівнюють зі значенням лінійних нев’язок. Далі поправки вводять у відповідні значення приростів координат, а виправлені значення записують у графи відповідно 12 і 13. Для контролю виправлені значення приростів додають, їх сума повинна дорівнювати 0. В нашому випадку ця умова виконується.

1. *Обчислення координат точок полігону.*

Координати точок полігону обчислюються за формулами прямої задачі геодезії по координатам вихідної точки полігону, в нашому випадку точки 1 ().

Для нашого випадку формули мають наступний вигляд:





















Для контролю вірності обчислення координат точок полігону обчислюють координати 1-ої точки:





Якщо обчислені координати вихідної точки дорівнюють вихідним, значить координати розраховані вірно. В нашому випадку ця умова виконується.

## Додаток №2

# Варіанти завдань до розрахункової роботи №1

# “Обчислення координат точок теодолітного ходу”

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варіанту | Дирекційний кут початкової сторони | Координати початкової точки (точка-1), *м* | | Виміряні горизонтальні кути (праві по ходу), *град. хв.* | | | | | | Виміряна довжина сторін теодолітного ходу, *м* | | | | | |
| Х | **Y** |
| *α1-2* | *β1* | *β2* | *β3* | *β4* | *β5* | *β6* | *S1-2* | *S2-3* | *S3-4* | *S4-5* | *S5-6* | *S6-1* |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** |
| 1 | 85°42′ | -125,00 | +200,00 | 68°38′ | 201°46′ | 93°31′ | 141°11′ | 107°01′ | 107°55′ | 54,64 | 113,53 | 70,01 | 58,86 | 142,41 | 93,45 |
| 2 | 110°12′ | +500,00 | +125,00 | 112°19′ | 131°41′ | 126°16′ | 100°22′ | 133°21′ | 115°59′ | 112,41 | 76,93 | 56,31 | 121,89 | 76,92 | 55,72 |
| 3 | 56°55′ | +300,00 | +125,00 | 141°18′ | 129°46′ | 119°45′ | 93°19′ | 177°26′ | 58°25′ | 123,33 | 72,98 | 68,41 | 122,78 | 98,09 | 81,46 |
| 4 | 300°10′ | -250,00 | -200,00 | 111°45′ | 212°04′ | 75°40′ | 84°00′ | 158°59′ | 77°28′ | 91,15 | 90,88 | 116,69 | 117,20 | 117,62 | 73,19 |
| 5 | 25°48′ | +100,00 | +100,00 | 98°47′ | 130°53′ | 94°09′ | 124°24′ | 165°34′ | 106°15′ | 133,34 | 115,63 | 60,02 | 91,86 | 96,47 | 73,03 |
| 6 | 254°10′ | +250,00 | +250,00 | 133°49′ | 91°50′ | 192°29′ | 69°15′ | 158°11′ | 74°28′ | 127,96 | 45,26 | 61,28 | 121,18 | 83,45 | 71,30 |
| 7 | 54°26′ | +400,00 | +200,00 | 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′ | -150,00 | -125,00 | 108°11′ | 149°47′ | 98°50′ | 120°29′ | 123°23′ | 119°18′ | 128,20 | 94,84 | 52,87 | 165,90 | 73,61 | 72,65 |
| 9 | 59°23′ | +50,00 | -125,00 | 123°51′ | 145°09′ | 91°06′ | 97°04′ | 206°15′ | 56°34′ | 90,87 | 83,59 | 76,95 | 63,47 | 115,30 | 99,24 |
| 10 | 125°54′ | +425,00 | +300,00 | 102°40′ | 233°06′ | 72°24′ | 94°35′ | 100°09′ | 117°05′ | 83,74 | 82,29 | 92,16 | 186,68 | 79,93 | 80,25 |
| 11 | 48°52′ | -10,00 | +125,00 | 98°02′ | 208°00′ | 58°25′ | 106°28′ | 176°03′ | 73°02′ | 109,16 | 98,28 | 129,15 | 102,04 | 106,92 | 123,32 |
| 12 | 187°54′ | +450,00 | 0,00 | 105°17′ | 156°42′ | 105°08′ | 108°51′ | 144°54′ | 99°11′ | 95,81 | 103,37 | 88,47 | 89,78 | 126,54 | 96,08 |
| 13 | 236°54′ | +375,00 | +50,00 | 71°46′ | 179°19′ | 93°46′ | 151°54′ | 94°12′ | 129°05′ | 109,75 | 100,23 | 73,86 | 74,66 | 165,61 | 88,06 |
| 14 | 248°51′ | +25,00 | +350,00 | 102°01′ | 157°35′ | 112°32′ | 97°14′ | 154°05′ | 96°30′ | 69,57 | 151,94 | 64,20 | 110,19 | 127,92 | 97,84 |

Продовження додатку №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | ***4*** | 5 | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** |
| 15 | 89°56′ | -200,00 | -50,00 | 141°40′ | 110°36′ | 104°09′ | 112°30′ | 189°08′ | 61°55′ | 147,86 | 104,52 | 91,57 | 105,91 | 96,76 | 87,15 |
| 16 | 245°35′ | +75,00 | -25,00 | 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′ | -250,00 | +100,00 | 114°47′ | 161°50′ | 90°38′ | 100°03′ | 181°45′ | 70°59′ | 116,39 | 124,19 | 75,27 | 133,10 | 117,84 | 89,48 |
| 18 | 150°50′ | +25,00 | -25,00 | 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′ | +500,00 | +350,00 | 112°12′ | 96°22′ | 76°22′ | 212°25′ | 100°55′ | 121°43′ | 203,19 | 122,69 | 108,84 | 103,12 | 84,41 | 90,50 |
| 20 | 63°21′ | +125,00 | +75,00 | 109°13′ | 110°33′ | 52°39′ | 216°54′ | 106°45′ | 123°58′ | 172,91 | 139,21 | 105,05 | 108,20 | 76,65 | 80,20 |
| 21 | 48°56′ | -75,00 | +25,00 | 98°21′ | 149 05′ | 129°36′ | 86°39′ | 144°58′ | 111°22′ | 129,11 | 99,56 | 81,27 | 136,20 | 119,34 | 85,91 |
| 22 | 354°20′ | +325,00 | +250,00 | 101°32′ | 149°32′ | 93°10′ | 141°03′ | 128°18′ | 106°24′ | 90,19 | 152,25 | 96,87 | 62,57 | 161,55 | 115,17 |
| 23 | 249°06′ | +50,00 | +50,00 | 124°10′ | 107°55′ | 135°02′ | 115°47′ | 140°50′ | 96°17′ | 158,87 | 74,10 | 80,92 | 173,63 | 54,42 | 124,91 |
| 24 | 254°10′ | -25,00 | +75,00 | 111°37′ | 112°37′ | 56°21′ | 200°02′ | 113°29′ | 125°55′ | 168,37 | 154,43 | 89,62 | 124,72 | 84,97 | 78,70 |
| 25 | 324°10′ | -125,00 | -250,00 | 78°02′ | 162°02′ | 104°51′ | 91°08′ | 153°10′ | 130°46′ | 100,43 | 146,26 | 103,54 | 105,08 | 126,79 | 85,72 |
| 26 | 256°24′ | -50,00 | +25,00 | 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′ | +350,00 | +425,00 | 51°50′ | 160°13′ | 100°57′ | 129°16′ | 109°15′ | 168°31′ | 121,54 | 114,48 | 78,86 | 74,94 | 122,14 | 96,10 |
| 28 | 350°42′ | +500,00 | +450,00 | 108°00′ | 128°12′ | 129°04′ | 112°15′ | 124°26′ | 118°03′ | 169,40 | 78,38 | 62,10 | 169,15 | 92,81 | 87,58 |
| 29 | 256°24′ | -25,00 | +125,00 | 106°15′ | 147°33′ | 89°51′ | 129°46′ | 135°35′ | 111°03′ | 84,16 | 172,85 | 78,26 | 107,02 | 135,54 | 93,59 |
| 30 | 300°25′ | -250,00 | -250,00 | 77°57′ | 190°24′ | 88°02′ | 106°47′ | 148°48′ | 108°04′ | 102,22 | 121,31 | 77,42 | 122,12 | 102,49 | 98,14 |
| 31 | 100°42′ | +250,00 | +50,00 | 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′ | +300,00 | +325,00 | 78°52′ | 112°11′ | 199°02′ | 58°25′ | 129°02′ | 142°31′ | 90,67 | 57,93 | 86,93 | 96,85 | 76,91 | 85,94 |

Продовження додатку №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***1*** | ***2*** | ***3*** | 4 | ***5*** | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** | ***10*** | ***11*** | ***12*** | ***13*** | ***14*** | ***15*** | ***16*** |
| 33 | 148°52′ | +400,00 | +325,00 | 125°28′ | 137°57′ | 105°04′ | 125°25′ | 123°30′ | 102°38′ | 75,94 | 82,13 | 61,04 | 106,24 | 77,68 | 82,36 |
| 34 | 52°26′ | -25,00 | +50,00 | 60°12′ | 141°28′ | 125°02′ | 95°32′ | 131°47′ | 166°02′ | 134,46 | 73,53 | 71,44 | 100,88 | 63,57 | 86,10 |
| 35 | 265°34′ | +400,00 | +250,00 | 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′ | -250,00 | -150,00 | 51°34′ | 164°47′ | 120°32′ | 132°49′ | 93°51′ | 156°24′ | 96,16 | 113,51 | 69,18 | 69,62 | 124,85 | 123,96 |
| 37 | 25°45′ | +125,00 | +50,00 | 98°22′ | 142°07′ | 117°50′ | 122°01′ | 116°15′ | 123°24′ | 84,10 | 123,14 | 86,36 | 67,69 | 155,06 | 83,58 |
| 38 | 129°24′ | -25,00 | +200,00 | 114°07′ | 152°21′ | 108°18′ | 114°44′ | 135°56′ | 94°32′ | 87,90 | 107,15 | 74,78 | 89,91 | 137,34 | 89,38 |
| 39 | 54°12′ | +350,00 | -250,00 | 46°31′ | 159°24′ | 114°14′ | 98°44′ | 120°42′ | 179°35′ | 112,19 | 90,87 | 64,65 | 93,77 | 78,46 | 81,66 |
| 40 | 48°56′ | +150,00 | +150,00 | 134°04′ | 155°51′ | 90°09′ | 111°34′ | 130°05′ | 98°19′ | 82,31 | 88,91 | 100,40 | 117,73 | 90,14 | 71,94 |
| 41 | 345°25′ | -250,00 | +50,00 | 91°47′ | 170°56′ | 118°02′ | 101°15′ | 134°19′ | 103°43′ | 84,28 | 95,88 | 77,24 | 104,45 | 121,51 | 108,26 |
| 42 | 42°19′ | -25,00 | -150,00 | 108°36′ | 161°57′ | 100°22′ | 104°27′ | 163°39′ | 81°01′ | 124,83 | 95,54 | 76,11 | 92,62 | 146,34 | 96,49 |
| 43 | 10°59′ | -125,00 | +25,00 | 56°38′ | 169°24′ | 119°04′ | 129°31′ | 104°36′ | 140°44′ | 96,83 | 87,42 | 65,15 | 52,49 | 125,44 | 101,65 |
| 44 | 279°00′ | +75,00 | -125,00 | 103°02′ | 139°59′ | 85°27′ | 132°27′ | 132°35′ | 126°30′ | 150,15 | 68,42 | 117,92 | 81,88 | 81,06 | 65,03 |
| 45 | 186°54′ | +500,00 | +350,00 | 112°20′ | 155°04′ | 103°56′ | 114°43′ | 140°16′ | 99°39′ | 96,39 | 106,83 | 75,91 | 91,54 | 137,11 | 87,80 |
| 46 | 90°15′ | +250,00 | -50,00 | 66°49′ | 158°03′ | 130°53′ | 124°58′ | 95°58′ | 143°21′ | 95,77 | 90,95 | 73,81 | 77,89 | 133,54 | 108,39 |
| 47 | 56°24′ | +75,00 | -25,00 | 98°06′ | 166°42′ | 80°26′ | 108°04′ | 164°24′ | 102°16′ | 96,39 | 124,19 | 103,07 | 115,19 | 79,63 | 87,04 |
| 48 | 185°24′ | -500,00 | -350,00 | 103°36′ | 152°27′ | 101°45′ | 102°26′ | 164°36′ | 95°07′ | 128,62 | 88,76 | 75,85 | 97,99 | 112,31 | 74,39 |
| 49 | 273°54′ | +25,00 | +450,00 | 87°59′ | 163°35′ | 71°44′ | 128°03′ | 110°23′ | 158°18′ | 121,33 | 103,06 | 112,37 | 124,95 | 72,89 | 62,12 |
| 50 | 270°00′ | -350,00 | -25,00 | 99°45′ | 105°59′ | 104°20′ | 149°05′ | 121°31′ | 139°23′ | 176,59 | 92,82 | 69,35 | 114,78 | 73,56 | 60,69 |