



**Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет лісового господарства,
деревооброблювальних технологій та
землепорядкування**

**Кафедра управління земельними ресурсами,
геодезії та кадастру**

**Топографія. Вивчення будови теодоліту, перевірки
та юстировки**

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт**

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

**Харків
2024**

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет лісового господарства, деревооброблювальних технологій та
землевпорядкування
Кафедра управління земельними ресурсами, геодезії та кадастру

Топографія. Вивчення будови теодоліту, перевірки та юстировки

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми навчання
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету лісового
господарства,
деревооброблювальних
технологій та
землевпорядкування
Протокол № _____
від _____ р.)

**Харків
2024**

УДК 528.4:528.5.02](072)

T-61

Схвалено на засіданні кафедри управління земельними ресурсами,
геодезії та кадастру
Протокол №1 від 28 серпня 2024р.

Рецензенти:

T-61 Топографія. Вивчення будови теодоліту, перевірки та юстировки: методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», укладачі: А.О. Сєдов, Д.Д. Хайнус, С.О. Винограденко; ДБТУ. – Харків: 2024. – 13 с.

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Топографія» містять опис, структуру та методику виконання практичних робіт для денної та заочної форм навчання здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

УДК 528.4:528.5.02](072)

Відповідальний за випуск:

© Сєдов А.О., 2024

© ДБТУ, 2024

Вступ

Будь-які знімання розуміють як сукупність геодезичних дій, що виконуються на місцевості з метою складання її плану. Топографічне знімання при якому одержують на плані взаємне положення контурів, угідь і об'єктів місцевості прийнято називати контурним, або горизонтальним. Горизонтальна зйомка призначення для одержання контурного плану, що відображає ситуацію місцевості і застосовується при зніманні місцевості з великою кількістю контурів, наприклад, забудованої території. До контурного (горизонтального) знімання відноситься і теодолітне знімання. Знімання місцевості виконується у відповідній послідовності, яка включає такі стадії: підготовчу, вимірювальну (польову) і камеральну.

Теодолітне знімання проводиться з метою одержання контурного плану місцевості. Для проведення теодолітного знімання будується опорна геодезична мережа, тобто знімальне обґрунтування у вигляді теодолітних ходів. Залежно від площі земельного масиву, його конфігурації, насиченості контурами угідь і об'єктами місцевості теодолітні ходи можуть утворювати полігон (замкнений хід) або декілька полігонів – систему замкнутих ходів. Теодолітні ходи прив'язують до пунктів державної геодезичної мережі або до пунктів геодезичної мережі згущення.

Точки і сторони полігонів служать обґрунтуванням для знімання контурів і об'єктів місцевості, тому при їх прокладенні (побудові) необхідно враховувати вимоги, рекомендовані щодо максимальних відстаней до контурних точок. Якщо величина земельного масиву в межах замкненого теодолітного ходу не дозволяє виконувати ці вимоги, в середині полігонів прокладають додаткові (діагональні) теодолітні ходи. Обґрунтуванням для діагональних ходів слугують точки і сторони замкнених ходів. Ці ходи можуть служити для контролю виконаних при прокладанні замкненого (основного) полігона робіт. Перед проведенням знімання роблять огляд місцевості (рекогноскування) з метою визначення місць встановлення точок теодолітних ходів та способів знімання ситуації.

Приладами, які використовуються для прокладання теодолітних ходів, є теодоліт, землемірна стрічка або рулетка; лінійні виміри можуть виконуватися різними віддалемірами, електронними рулетками.

Виконання лабораторно-практичних робіт

Лабораторно-практична робота №1. Вивчення будови теодоліта.

Мета завдання – вивчити будову теодоліта, навчитись користуватись приладом, знімати відліки.

Прилади і матеріали – теодоліт, спеціальний бланк для виконання роботи, гостро заструганим олівець середньої твердості, гумка.

Теодоліт. Будова теодоліта.

Теодоліт – геодезичний прилад, призначений для вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів, відстаней та кутів орієнтування. Теодоліти бувають різних конструкцій, але основні частини в усіх типах теодолітів і їх призначення однакові.

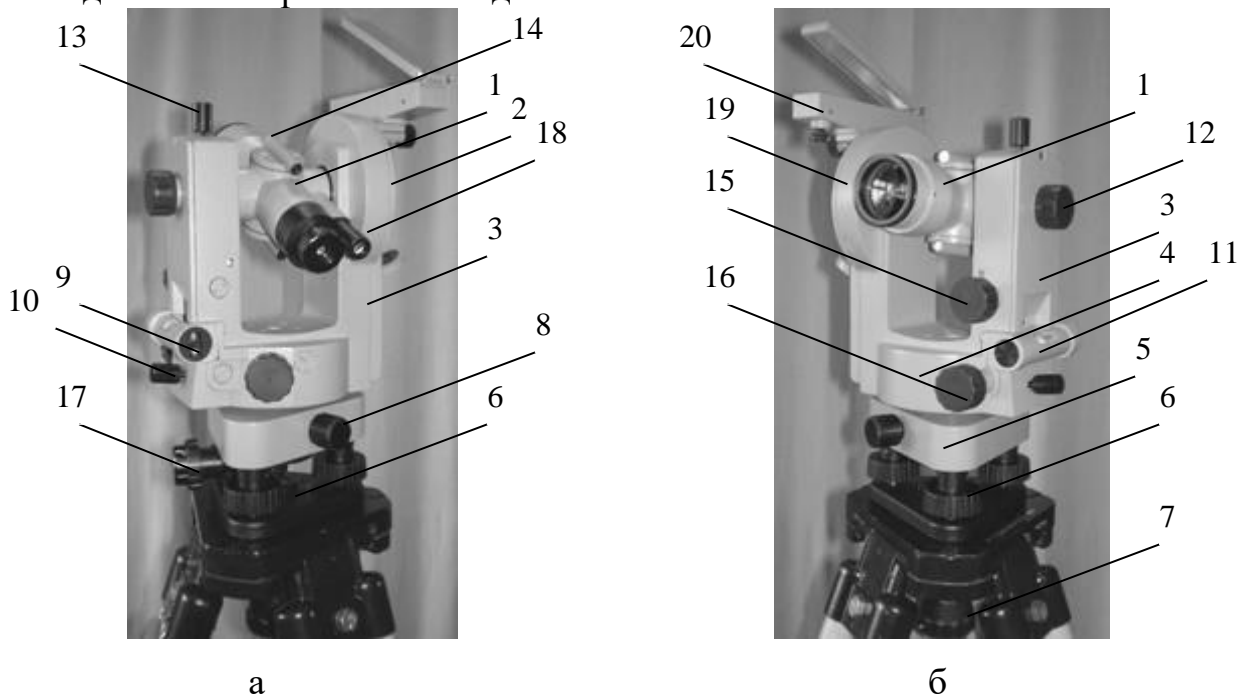


Рис. 1. Технічний теодоліт 2ТЗОП:

1 - зорова труба; 2 - вертикальний круг; 3 - колонки труби; 4 - горіпонтальний круг; 5 - підставка теодоліта (трегер); 6 - підйомні гвинти; 7 - становий гвинг; 8 - закріпний гвинт лімба горизонтального круга; 9 - виправні гвинти циліндричного рівня; 10 - закріпний гвинт аліади горіпонтального круга; 11- циліндричний рівень; 12- гвинт кремальсьри; 13 – закріпний гвинт труби; 14 - візор зорової труби; 15 - мікрометричний (навідний) гвинт зорової труби; 16 - мікрометричний (навідний) гвинт аліади горіпонтального круга; 17 - мікрометричний (навідний) гвинт лімба горіпонтального круга; 18- окуляр відлікового мікроскопа; 19 - дзеркальце, 20 – орієнтир-бусоль.

Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів. Під час теодолітного знімання способом обходу, як правило, вимірюють внутрішні горизонтальні кути полігону, розташовані за ходом справа. Горизонтальні кути вимірюють, зазвичай, способом прийомів, суть якого полягає в тому, що вимірювання одного й того ж кута проводять двічі – при двох положеннях

вертикального круга відносно зорової труби: праворуч (КП) та ліворуч (КЛ). При цьому трубу теодоліта наводять і беруть відліки спочатку на задню (праву за ходом) точку, а потім на передню (ліву). Різниця відліків дає величину кута правого за напрямком ходу. Коли відлік на задню точку менший за значенням відліка на передню, до нього додають 360° . Значення горизонтального кута, виміряного при КЛ і КП не повинні відрізнятися між собою більш, ніж на подвійну точність теодоліта. Із двох напівприймів виводять середнє значення горизонтального кута. Між двома напівприйомами змінюють аліададу відносно лімба. Візування зоровою труби здійснюють на низ віхи.

Перед вимірюванням кута теодоліт приводять у робоче положення. Для цього його встановлюють на штативі над вершиною кута і центрують за допомогою виска, підвішеного на гачку станового гвинта так, щоб вертикальна вісь обертання теодоліта проектувалась на вершину кута (центр кілка або стовпчика) з точністю 1-2 см. Після цього відпускають станований гвинт і переміщують теодоліт по головці штатива до точного суміщення виска з вершиною кута. Після центрування теодоліт приводять у горизонтальне положення за допомогою підйомних гвинтів і циліндрового рівня.

Вимірювання ліній на місцевості – один із самих розповсюджених видів геодезичних вимірювань. Без вимірювання ліній не обходиться жодна геодезична робота. Лінії вимірюють у горизонтальній, похилій та вертикальній площинах. Як правило, їх проводять рулетками, землемірними металевими стрічками, а також електронними, нитяними та іншими далекомірами.

Здавальні матеріали: бланк з виконаними завданнями за індивідуальним варіантом. Під час здачі виконаних завдань проводять співбесіду, у ході якої кожен здобувач повинен відповісти на питання щодо будови теодоліта.

Лабораторно-практична робота №2. Перевірки та юстировки теодолітів.

Мета завдання – навчитись виконувати перевірки та юстировки теодоліту.

Прилади і матеріали – теодоліт, спеціальний бжурнал для виконання роботи, гостро заструганий олівець середньої твердості, гумка.

Перед проведенням теодолітного знімання роблять огляд, перевірки і дослідження приладів, які передбачається використовувати при виконанні польових робіт. При прийомі з заводу або перед роботою теодоліт піддають випробуванням, які включають перевірки виконання низки умов.

1. Перевірка рівней на аліададі горизонтального круга. Вісь циліндричного рівня $U-U_1$ на аліададі має бути паралельною площині лімба або перпендикулярною до вертикальної (основної) осі $I-I_1$ теодоліта (рис. 2).

Для перевірки цієї умови необхідно аліададу повернути так (рис. 2), щоб вісь рівня $U-U_1$ розмістилась паралельно лінії, що проходить через підйомні гвинти. Можливі положення вісі циліндрового рівня показані на рис. 2: $U'-U_1'$, $U''-U_1''$. Обертаючи ці гвинти в протилежних напрямках,

бульбашку рівня переміщують на середину . Потім алідаду повертають на 90° і третім підйомним гвинтом бульбашку рівня виводять на середину. Після чого алідаду повертають на 180° і оцінюють зміщення бульбашки від середини.

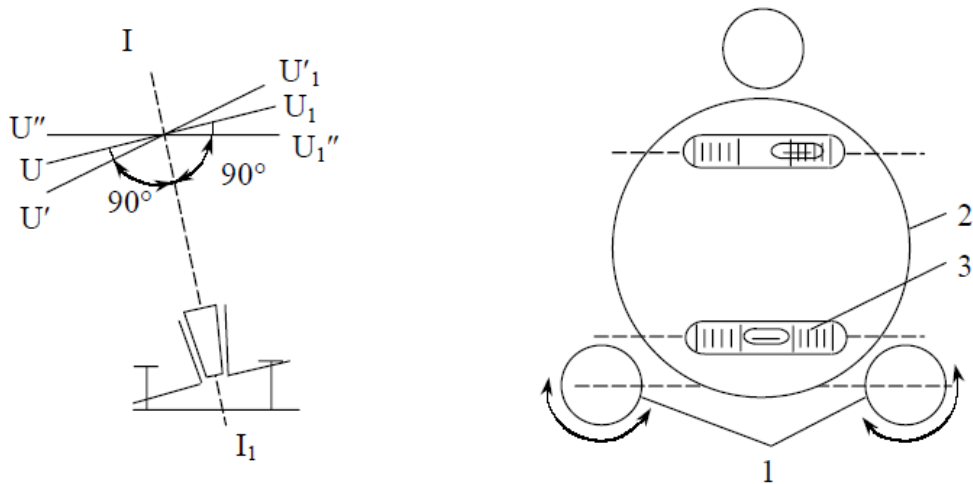


Рис.2. Перевірка рівня при алідаді горизонтального круга:
1 – підйомні гвинти; 2 – алідада; 3 – циліндричний рівень

Якщо бульбашка рівня змістилася від середини більше ніж на одну поділку через нерівність підставок рівня, то при повороті лімба або алідади вісь приладу I-I₁ і площина лімба збережуть своє похиле положення. Щоб виправити помилку виправними (юстировочними) гвинтами рівня, виводять бульбашку на половину відхилення від середини. Вісь рівня U-U₁ розміститься паралельно площині лімба (рис.2). Проте лімб не буде в горизонтальному положенні . На другу половину відхилення бульбашку встановлюють двома підйомними гвинтами, обертаючи їх у різні сторони. Лімб при цьому набуде горизонтального положення.

Для контролю перевірку повторюють доти, поки бульбашка рівня, повернутого на 180° , сходитиме з середини не більше як на одну поділку. Результати перевірки рівня на алідаді горизонтального круга наведені в табл.1

Таблиця 1

Перевірка рівнів на алідаді горизонтального круга

.№ п\п	Відхилення бульбашки рівня після		На скільки виправили	Прізвище спостерігача
	Встановлення його паралельно підйомним гвинтам	Повороту на 180°		
1.	0	1	0,5	Сєдов А. О.
2.	0	1	0,5	Сєдов А. О.

2. Перевірка взаємного положення візирної вісі труби та вісі обертання труби (визначення колімаційної помилки). Візирна вісь труби ZZ₁ повинна бути перпендикулярною до горизонтальної осі обертання труби HH₁ (рис.3), тобто колімаційна похибка мусить дорівнювати нулю або не перевищувати подвійну точність приладу:

$$C = \frac{(a_l + a_n) \pm 180^\circ}{2} \leq 2t,$$

де a_l, a_n – відліки по лімбі горизонтального круга при крузі “ліво” (КЛ) і крузі “право” (КП);
 t – точність теодоліта.

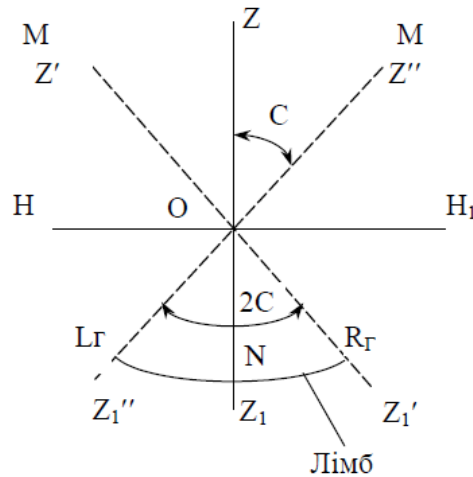


Рис. 3. Схема визначення колімаційної похибки

Неперпендикулярність візирної осі зорової труби до горизонтальної осі обертання визначають у такій послідовності: теодоліт приводять у робоче положення, закріплюють алідаду, вибирають віддалену й добре видну точку М що знаходиться на рівні осі обертання (рис. 3). Візують на неї, трубу при крузі “ліво”. Закріпивши закріпні гвинти й діючи навідними гвинтами алідади й труби, суміщають центр сітки з точкою, яку спостерігають. Беруть відлік по горизонтальному кругу. Відкріпивши алідаду і перевівши трубу через zenit, візують на ту саму точку М при крузі “право”. Знову роблять відлік по лімбі горизонтального круга.

Після цього обчислюють колімаційну похибку (C). Якщо вона не перевищує подвійну точність теодоліта – умова виконується. В протилежному випадку виконують юстировку. Щоб позбутися похибки, з обох відліків обчислюють середнє значення. Навідними гвинтами алідади встановлюють на лімбі відлік, який дорівнює середньому арифметичному з двох отриманих відліків. Центр сітки ниток зорової труби зійде зі спостережуваної точки М. Послабивши юстировочні гвинти сітки ниток, її переміщують до суміщення її центру з зображенням точки М. Після цього сітку ниток закріплюють.

Для контролю перевірку повторюють доти, поки колімаційна похибка не перевищуватиме подвійну точність теодоліта. Результати визначення колімаційної похибки наведено у табл. 2.

Перевірка взаємного положення візирної вісі труби та вісі обертання труби (Візуємо на віддалену точку розташовану на висоті приладу)

№ № п/п	Відліки по ГК		Колімаційна помилка $c = \frac{(a_l - a_n) \pm 180^\circ}{2}$	Прізвище спостерігача
	КЛ a_l	КП a_n		
Визначення колімаційної помилки				
1.	303°34'	123°33'	0° 0',5	Седов А. О.
2.	305°36'	125°35'	0° 0',5	Седов А. О.
Після виправлення				
1.				
2.				

$$C_{cp} = 0^\circ 0',5$$

Після закінчення перевірки захисний ковпачок юстирувальних гвинтів сітки ниток ставлять на місце.

3. Перевірка взаємного положення осі обертання труби та осі обертання приладу. Горизонтальна вісь обертання зорової труби має бути перпендикулярною до вертикальної осі обертання теодоліта (рис. 4).

Теодоліт встановлюють за 20-30м від стіни високої будівлі й приводять його у робочий стан. Вибирають і відмічають на стіні точку А (рис. 4).

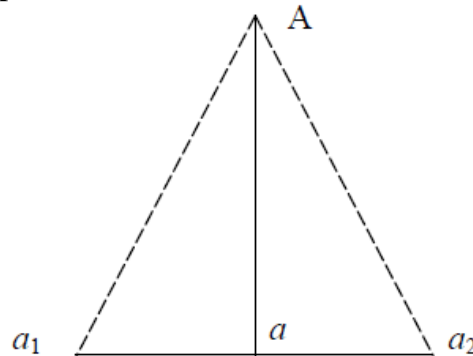


Рис. 4. Визначення нахилу горизонтальної осі обертання зорової труби

Кут нахилу на точку А повинен дорівнювати 25-35°. Зорову трубу візують на точку А й закріплюють алідаду. Опускають трубу до горизонтального положення, і проєцюють на стіну центр сітки ниток. Позначають на стіні точку a_1 . Переводять трубу через зеніт, і при іншому положенні вертикального круга знову візують трубу на точку А. Закріпивши алідаду, опускають трубу до горизонтального положення і позначають на стіні точку a_2 . Якщо точки a_1 і a_2 не сумістяться – умова не виконується. Відстань між a_1 і a_2 для технічних теодолітів не повинна перевищувати 1:5000 висоти

точки A над горизонтом приладу (відрізок aA). Результати визначення нахилу горизонтальної осі обертання зорової труби наведені у табл. 3.

Таблиця 3

Результати визначення нахилу горизонтальної осі обертання зорової труби

Висота точки A , м	Відстань між точками a_1 і a_2 , мм	Відношення відстані до висоти	Прізвище спостерігача
22,8	4,5	1:5066	Сєдов А. О.

У теодолітах це виправлення виконується в майстернях.

4. Перевірка положення сітки ниток зорової труби. Одна з ниток сітки має бути горизонтальною, а інша вертикальною. Приводять теодоліт у робочий стан. Горизонтальність нитки сітки перевіряють у такій послідовності. Наводять центр сітки ниток на точку, віддалену від теодоліта на 5-10м, що перебуває на висоті приладу. Навідним гвинтом лімба переміщують сітку ниток уздовж точки (рис. 5) і стежать за положенням горизонтальної сітки ниток відносно точки. Якщо зображення центра сітки ниток зміщується відносно точки більше ніж на величину потрійної товщини штриха – умова не виконується.

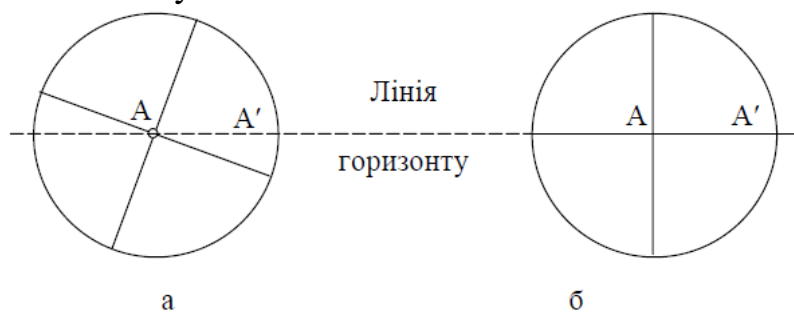
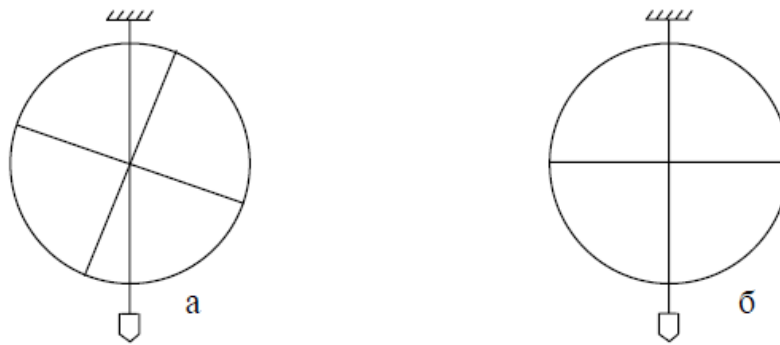


Рис. 5. Перевірка правильності встановлення сітки ниток наведенням на точку: а – умову не виконано; б - виконано

Вертикальну сітку ниток можна перевірити за допомогою виска, підвішеного на відстані 20-30м (рис. 6). Якщо після візування на висок вертикальна сітка ниток суміститься з шнурком виска – умова виконується. В іншому разі треба виконати юстировку.

Для виконання юстировки відгвинчують ковпачок, що закриває виправні (юстировочні) гвинти сітки на окулярній частині зорової труби. Відкручують виправні гвинти й рукою повертають корпус ниток сітки так, щоб виконувалися умови горизонтальності й вертикальності сітки ниток. Після закінчення перевірки повторюють перевірку перпендикулярності осі візування до горизонтальної осі зорової труби.



**Рис. 6. Перевірка сітки ниток за допомогою виска:
а – умову не виконано; б – виконано**

5. Визначення місця нуля (МО) вертикального круга теодоліту та приведення його до нуля. Місце нуля – це відлік по лімбі вертикального круга при горизонтальному положенні візирної осі і осі циліндрового рівня.

Встановлюють за рівнем вісь обертання теодоліта в прямовисне положення. При крузі “ліво” візують трубу на віддалену точку, яку чітко видно й беруть відлік по вертикальному кругу. Переводять трубу через zenit і візують трубу на ту саму точку й беруть відлік по вертикальному кругу.

У теодоліта ТЗ0 місце нуля обчислюють за формулою

$$MO = \frac{KL + KP \pm 180^\circ}{2} \leq 2t.$$

Для контролю визначають місце нуля візуванням на іншу точку.

У теодоліта 2ТЗ0 та інших, у яких шкала вертикального круга має два ряди цифр (в одному зі знаком "-", а в другому "+"), місце нуля

$$MO = \frac{KL + KP}{2} \leq 2t.$$

Якщо місце нуля більше за подвійну точність теодоліта, виконують юстировку. Для теодоліта ТЗ0 порядок юстировки такий. Знаходять кут нахилу по відліках, що отримані при візуванні труби на точку при двох положеннях вертикального круга:

$$v = \frac{KL - KP \pm 180^\circ}{2},$$

Залишивши зорову трубу наведеною на точку, встановлюють навідним гвинтом по вертикальному кругу відлік v . Виводять на середину бульбашку рівня біля горизонтального круга піднімальними гвинтами. Центр сітки ниток зміститься з точки, яку спостерігають. Відгвинчують ковпачок, який закриває юстировочні гвинти сітки ниток на окулярній частині зорової труби. Вертикальними юстировочними гвинтами при послаблених горизонтальних гвинтах суміщають центр сітки ниток з точкою, яку спостерігають. Для контролю перевірку повторюють доти, поки не буде виконано умову. Результати визначення місця нуля вертикального круга теодоліта ТЗ0 наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Визначення місця нуля (МО) вертикального круга теодоліту та
приведення його до нуля.**

№№ визн ачен ь	Відліки по ГК		$MO = \frac{KL + KP}{2} \pm 180^\circ$	Прізвище спостерігача
	КЛ	КП		
Визначення МО				
1.	9° 20'	170° 41'	0° 00',5	Сєдов А. О.
2.	7° 20'	172° 41'	0° 00',5	Сєдов А. О.
Після приведення МО до нуля				
1.				
2.				

$$MO_{\text{серед}} = 0^\circ 00',5$$

Здавальні матеріали: журнал перевірок геодезичних приладів з виконаними завданнями за індивідуальним варіантом. Під час здачі виконаних завдань проводять співбесіду, у ході якої кожен здобувач повинен відповісти на питання щодо перевірок та юстировок теодоліта.

Навчальне видання

ТОПОГРАФІЯ.
ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТЕОДОЛІТУ, ПЕРЕВІРКИ
ТА ЮСТИРОВКИ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

Укладачі:
Седов Аркадій Олександрович
Хайнус Дмитро Дмитрович
Винограденко Сергій Олександрович

Підписано до друку 01.01.2024 р.
Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Умовн. друк. арк. - 1
Наклад – 30 прим.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44