

Ep 6.7

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
PUBLICATIONS FROM THE TALLINN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Seeria A № 30

1947

Г. К. МУЙЖНЕК

О ПОВЕРКЕ ГЛУХОГО НИВЕЛИРА

5514.

EN V Teaduste Akadeemia
Keskraamatukogu



ГИЗ „НАУЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА“
ТАРТУ, 1947

§ 1. Тезисы.

Тезис первый. Поверку глухого нивелира можно упростить в части вычислений, пользуясь исключительно формулой превышения:

$$h = a - b, \dots \dots \dots (1)$$

т. е. превышение (с соответствующим знаком) равно взгляду назад минус взгляд вперёд. Таким образом, в противовес обыкновенным методам, не возникает затруднений со знаками.

Тезис второй. Следует различать основную поверку, при которойверяются строго все условия, которым должен удовлетворять глухой нивелир, и полевую (каждодневную) поверку, при которойверяется в основном только главное условие, даже в ущерб условию перпендикулярности оси цилиндрического уровня и вертикальной оси.

Тезис третий. При более точных трактовках поверки глухого нивелира следует отмечать, что при поверке главного условия методом двойного нивелирования оно, строго говоря,веряется с ошибкой за кривизну Земли и рефракцию.

§ 2. Условия, которым должен удовлетворять глухой нивелир.

Для краткости в дальнейшем перечисляем условия, которым должен удовлетворять глухой нивелир.

Первое или главное условие.

Ось цилиндрического уровня и визирная ось должны быть с высокой степенью точности параллельны.

Второе условие.

Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна вертикальной оси инструмента.

Третье условие.

Горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна вертикальной оси инструмента.

Первое и второе условиеверяют часто, третье реже, а остальные, здесь не упомянутые условия лишь при исследованиях нивелира.

§ 3. Затруднения со знаками; тезис третий.

В задачи настоящей работы не входит подробный разбор хорошо известных методов поверки глухого нивелира. Приводим здесь лишь несколько примеров на тему „затруднения со знаками“.

В приложенной, например, к глухому нивелиру брошюре: „Глухой нивелир НГ“ (Оборонгиз, 1944, стр. 8) сказано, слово в слово по П. М. Орлову („Практикум низшей геодезии“): „Вычислив величину y , откладываем её на рейке вниз от точки s , когда y положительное, и вверх, когда y отрицательное“.

В некоторых учебниках находим известную формулу в виде выражения:

$$x = \frac{i_1 + i_2}{2} - \frac{b_1 + b_2}{2}, \dots \dots \dots (2)$$

тогда как в других она пишется так:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}, \dots \dots \dots (3)$$

т. е. в формуле (3) знак x противоположен знаку x в формуле (2).

Всё это, утверждаем, „сложные“ предписания, ведущие к путанице в знаках. Хоть и говорят, что опытный геодезист легко в них разбирается, но и он может ошибиться, как показывает нижеприводимый аналогичный случай.

Устанавливаем без доказательства, вследствие его элементарности, что:

ошибку за кривизну Земли и рефракцию при обыкновенных способах поверки глухого нивелира, двойным нивелированием, не отделить от ошибки за невыполнение главного условия.

Вследствие этого величины x , см. формулы (2) и (3), и y в цитате из брошюры о поверке глухого нивелира (см. выше) не являются чистыми ошибками за непараллельность оси уровня и визирной оси, а включают в себя ошибку за кривизну Земли и рефракцию. На это следует указывать при точных трактовках поверки главного условия глухого нивелира.

Вследствие того, что вышеозначенное обстоятельство обыкновенно не отмечается, в такой хороший учебник, каким является учебник П. В. Дензина „Геодезия“ (часть вторая, 1943 г. издания, стр. 222), вкралась ошибка. Автор приходит здесь к прямо противоположному выводу, т. е. к выводу, что в формуле (2) [в учебнике формула (а)] исключена ошибка за кривизну Земли и рефракцию.

Так как эта ошибка автора отчасти характеризует и „затруднения со знаками“, то разберем её здесь подробнее.

На стр. 199, последняя строка, находим формулу (67): $h = i - b + f_2$ для превышения при нивелировании вперёд, и на стр. 201, 2-ая строка, соответствующее ей правило: „превышение равно высоте инструмента без взгляда вперёд плюс поправка за кривизну Земли и за рефракцию“. На стр. 221, внизу. автор, при разборе поверки глухого нивелира, выписывает непоследовательно не превышение двух точек с соответствующим знаком, а „абсолютную величину превышения“, равную:

$$h = -i_1 + b_1 + x + f \dots \dots \dots (4)$$

В этой формуле знак перед f неправилен: перед f должен быть знак минус. Как получил автор знак плюс? Возможно, по выше-приведённому правилу со страницы 201: „превышение равно . . . плюс поправка за кривизну Земли и за рефракцию“. В правиле „плюс“, но в правиле превышение взято с соответствующим знаком, а в формуле (4) взята „абсолютная величина превышения“. Как легко спутать знаки, не следуя строго предписанию! Применяя точно формулу (67) учебника (см. выше), мы получим в формуле (4) перед f знак минус. Формулу (67) можно переписать так:

$$h = i - (b - f_2) \dots \dots \dots (5)$$

Из формулы (5) следует, что f при нивелировании вперёд вычитается из отсчёта по дальней рейке, и, значит, в формуле (4) знак перед f должен быть отрицательным, обратным знаку перед b_1 . Пользуясь правильной формулой, автор получил бы для x , вместо формулы (а) на стр. 222:

$$x = -\frac{b_1 + b_2}{2} + \frac{i_1 + i_2}{2} + f, \dots \dots \dots (6)$$

между тем у автора f исключилось.

§ 4 Тезис первый.

Затруднения со знаками можно избежать и таким образом упростить поверку глухого нивелира в части вычислений, пользуясь, при поверке главного условия нивелира двойным нивелированием между двумя точками, исключительно лишь широко известной формулой превышения, которую здесь повторяем:

$$h = a - b, \dots \dots \dots (1)$$

и не применяя больше никакой другой формулы.

Параллельно надо отказаться от понятия „высота инструмента — i “. Надо одну точку — точку A — назвать задней, а другую — точку B — передней, и высоту инструмента называть взглядом назад или взглядом вперёд в зависимости от того, на какой точке она определена. Это ведёт к большому упрощению поверки.

Поверка главного условия производится так: сначала определяют истинное превышение между точками A и B , равное h , а потом, пользуясь им и формулой (1), вычисляют правильный отсчёт b_x по дальней рейке, с помощью которого поверяют главное условие.

В случае двойного нивелирования с концов одной и той же линии получаем истинное превышение двух точек, как среднее между двумя определениями превышения. Определяя превышение при положении нивелира в передней точке (B), получаем:

$$h_1 = a_1 - b_1, \dots \dots \dots (6)$$

где b_1 собственно высота инструмента, однако мы последовательно называем её взглядом вперёд. Определяя превышение при положении нивелира в задней точке (A), получаем:

$$h_2 = a_2 - b_2, \dots \dots \dots (7)$$

где a_2 , опять-таки, высота инструмента. Подчёркиваем, что мы последовательно называем её взглядом назад. Истинное превышение h равно:

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2}, \dots \dots \dots (8)$$

Доказательство этого общеизвестно.

При другом способе, в случае нивелирования из середины, комбинированного с нивелированием с конца линии, получаем истинное превышение из первого нивелирования — из середины:

$$h = a_1 - b_1, \dots \dots \dots (9)$$

где a_1 и b_1 — взгляды соответственно назад и вперёд. Далее ставим нивелир в точку A (заднюю) и получаем превышение по формуле (7).

В обоих случаях получаем правильный искомый отсчёт b_x по дальней рейке, подставив в формулу (7) истинное превышение h . После подстановки формула (7) получает вид:

$$h = a_2 - b_x, \dots \dots \dots (10)$$

отсюда:

$$b_x = a_2 - h, \dots \dots \dots (11)$$

без всякой путаницы в знаках. Всё точно определено, поскольку точно применена формула (1).

Иллюстрируем ещё. Некоторые авторы советуют, повидимому, во избежание путаницы в знаках, брать точки A и B на наклонной местности, т. е. одну выше другой (см. например, П. М. Орлов, Курс геодезии, 1940, стр. 180). При нашем способе в этом не представляется необходимости.

Конечно, в вычислении b_x нет надобности, если в первом случае: $h_2 = h_1$, и во втором случае: $h_2 = h$, т. е. главное условие выполнено, хотя, строго говоря (см. тезис третий), с ошибкой за кривизну Земли и рефракцию. Точно так же и в вычисленный отсчёт по рейке: b_x входит ошибка за кривизну Земли и рефракцию. Строгий отсчёт по рейке: b'_x , соответствующий горизонтальному направлению визирной оси, равен:

$$b'_x = a_2 - h + f, \dots \dots \dots (12)$$

где f — поправка за кривизну Земли и рефракцию. Следовательно и по этой причине теоретически полезно брать расстояние между точками A и B равным обычному расстоянию между нивелиром и рейками при нивелировке. Таким образом после произведённой при таком расстоянии точек A и B юстировки теоретически ось уровня не параллельна визирной оси, но зато обычные взгляды свободны от ошибки за кривизну Земли и рефракцию.

§ 5. Тезис второй.

Обычно рекомендуемые способы проверки глухого нивелира грешат, мы бы сказали, догматичностью. Прежде всего, требуется проверка второго условия, и уже надо вертеть юстировочные винты уровня. Разве так? Ведь этим нарушается главное условие нивелира. Следует различать два рода проверок нивелира: „основную“ и „полевую“. Основная производится раз или несколько в сезон, например, при начале работ, и расширяется при надобности в исследование нивелира. Она производится в установленном порядке, обеспечивающем строгую проверку всех условий нивелира.

Полевая проверка производится в полевых условиях по возможности каждый день. При полевой проверке мы даём себе прежде всего отчёт в том, что

- 1) главное условие нивелира должно быть выполнено со степенью точности первого порядка;
- 2) второе условие, как второстепенное, должно быть выполнено со степенью точности второго порядка.

Дело в том, что при нивелировке незачем тратить слишком много времени на точное нивелирование вертикальной оси. Получается большая экономия времени, когда вертикальную ось нивелируют лишь приблизительно, когда же имеется круглый уровень, то только по нему, и лишь при наводке на рейку точно устанавливают пузырёк цилиндрического уровня на середину, поступая так даже при отсутствии элевационного винта. Нивелировщики часто упускают это из виду и тратят много драгоценного времени на нивелировку вертикальной оси.

3) Нежелательно часто трогать визирную ось, т. е. часто юстировать сетку нитей.

4) Третье условие практически нужно проверять только после юстировки сетки нитей согласно проверке главного условия, с необходимостью после поворота сетки нитей проверять главное условие повторно.

Из этого следует, что при полевой проверке нерационально строго проверять все условия нивелира. Соответственно с этим её следует проводить по нижеследующей программе, существенно отличающейся от программы основной проверки.

1) Нивелируем вертикальную ось инструмента. При этом не юстируем уровня, а устанавливаем лишь, что второе условие выполнено настолько, что пузырёк при повороте на 180° не уходит больше чем на одно, два или три деления от середины. Если же пузырёк уходит далеко от середины, то это значит, что нивелир серьёзно деюстирован, и необходимо провести основную проверку.

2) Проверяем главное условие.

а) Если ошибка мала — в пределах допуска инструкции, то нивелир в порядке.

б) Если ошибка больше допуска инструкции, но мала, т. е. пузырёк не отходит дальше от середины, чем на одно — два деления, при наводке горизонтальной нити на верный отсчёт по рейке, то исправляем недочёт юстировочными винтами уровня, не трогая сетки нитей.

в) Если ошибка больше, чем предусмотрено в а) и б), то приступаем к основной проверке.

ENSV Teaduste Akadeemia
Keskraamatukogu

Оглавление

	Стр.
§ 1. Тезисы.	3
§ 2. Условия, которым должен удовлетворять глухой нивелир.	3
§ 3. Затруднения со знаками; тезис третий.	4
§ 4. Тезис первый.	5
§ 5. Тезис второй.	7

1. trükk.

Vastutav toimetaja

R. Lutsar.

Tehniline toimetaja

H. Kohu.

Ladumisele antud 21. VIII 1947.
Trükkimisele antud 22. X 1947.
Paberi kaust 67 × 95, 1/16. Trüki-
poognaid 5/8. Autoripoognaid
0,34. Arvestuspoognaid 0,34.
MB 05923. Laotihedus trpg.
41300. Tiraaz 1200. Trükikoja
tellimus nr. 1529. Trükikoda
„Hans Heidemann“, Tartu,
Vallikraavi 4.

Hind rbl. —75.

Г. К. Мужнек, О проверке
глухого нивелира.

На русском языке.

Эгосиздат „Научная Литера-
тура“, Тарту.