

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)

Кафедра инженерной геодезии

РАБОТА С НИВЕЛИРОМ EFT AL-32

Методические указания
для студентов 2 курса, обучающихся
по направлениям подготовки 07.03.01 «Архитектура»,
07.03.02 «Реконструкция и реставрация архитектурного
наследия», 07.03.04 «Градостроительство»,
08.03.01 «Строительство», 20.03.02 «Природообустройство
и водопользование» и специальности
08.05.01 «Строительство уникальных зданий
и сооружений»
очной формы обучения

НОВОСИБИРСК 2022

Методические указания подготовлены
ст. преподавателем кафедры инженерной геодезии
А.А. Караваевым.

Утверждены учебно-методической комиссией
инженерно-экологического факультета
1 октября 2022 года

Рецензенты:

- Д.Ю. Терентьев, ст. преподаватель кафедры инженерной геодезии НГАСУ (Сибстрин);
- Д.О. Григорьев, ассистент кафедры инженерной геодезии НГАСУ (Сибстрин)

© Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	2
2. УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА EFT AL-32.....	3
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИВЕЛИРА EFT AL-32	5
4. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ НИВЕЛИРА EFT AL-32	6
5. НИВЕЛИРНЫЕ РЕЙКИ.....	10
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕВЫШЕНИЙ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ.....	12
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	16
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	16

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При решении многих задач, например, для изображения рельефа на топографических картах и планах, необходимо знать отметки точек местности. С этой целью выполняют нивелирование, т.е. определяют превышения между точками земной поверхности. Зная отметку одной из этих точек, вычисляют отметки остальных точек.

Существуют следующие методы нивелирования: геометрическое, тригонометрическое, барометрическое, гидростатическое и автоматическое [1, 2].

Геометрическое нивелирование заключается в определении превышений горизонтальным лучом визирования нивелира между точками, на которых вертикально установлены рейки.

В зависимости от принципа приведения визирного луча в горизонтальное положение различают оптические нивелиры двух типов:

- 1) с цилиндрическим уровнем при зрительной трубе;
- 2) с компенсатором.

Компенсатор служит для автоматического приведения визирной оси нивелира в горизонтальное положение.

Нивелиры с компенсаторами (с самоустанавливающейся линией визирования) позволяют сократить время работы на станции примерно на 20–30 % по сравнению с обычными нивелирами. Но некоторые нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования непригодны к работе в местах с непрерывным колебанием поверхности, на которой установлен прибор. Например, из-за влияния интенсивного движения транспорта, работы механизмов и машин и др.

Важным элементом компенсатора является демпфер, представляющий собой устройство, предназначенное для гашения или предотвращения колебаний маятника [3]. Демпферы могут быть магнитными и воздушными.

Гашение механических колебаний маятника у компенсаторов с магнитным демпфером происходит под действием магнитного поля. А у компенсаторов с воздушным демпфером – за счет груза, закрепленного в нижней части маятника.

2. УСТРОЙСТВО НИВЕЛИРА EFT AL-32

Оптический нивелир EFT AL-32 – это геодезический прибор, принцип работы которого основан на автоматической установке визирной оси в горизонтальное положение с помощью маятникового компенсатора с воздушным демпфером. *Визирной осью* называется воображаемая прямая, соединяющая перекрестие сетки нитей и оптический центр объектива зрительной трубы.

Принцип работы маятникового компенсатора с воздушным демпфером заключается в следующем (рис. 1). Луч, пройдя через объектив, попадает на приемную призму, которая преломляет его на подвешенное горизонтально зеркало. Далее, отражаясь от зеркала, луч попадает на передающую призму, а от нее на окуляр и сетчатку глаза человека [3].

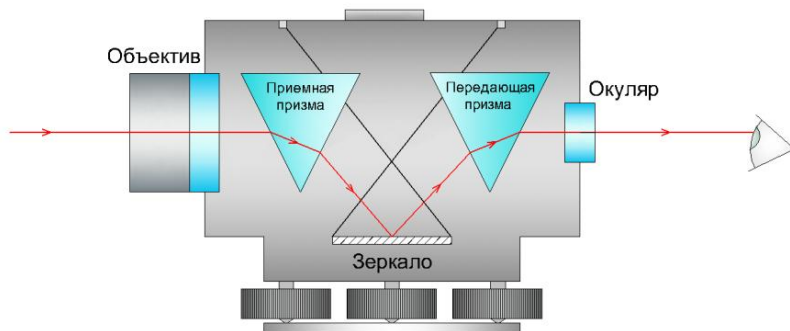


Рис. 1. Оптическая схема маятникового компенсатора с воздушным демпфером

Приемная и передающая призмы жестко закреплены в корпусе компенсатора, а следовательно, и в корпусе нивелира. Зеркало, которое конструктивно выполнено в виде маятника, наоборот, свободно подвешено в компенсаторе. При наклоне прибора зеркало каждый раз стремится занять строго горизонтальное положение, тем самым корректируя оптический луч [3].

Гашение колебаний у компенсатора с воздушным демпфером происходит за счет груза, закрепленного в нижней части маятника (зеркала) [3].

Для установки нивелира в отвесное положение служат круглый уровень и три подъемных винта (рис. 2). Круглый уровень представляет собой стеклянную ампулу, внутренняя часть которой имеет сферическую поверхность. На этой поверхности нанесена концентрическая окружность. Центр окружности является нуль-пунктом. *Ось круглого уровня* – прямая, проходящая через нуль-пункт перпендикулярно плоскости, касательной к внутренней поверхности уровня в его нуль-пункте.



Рис. 2. Устройство нивелира EFT AL-32

Установка зрительной трубы для наблюдения складывается из установки ее по глазу и по предмету. Установка трубы по глазу заключается в получении резкого изображения сетки нитей и выполняется вращением диоптрийного кольца окуляра. Установка трубы по предмету производится с помощью кремальеры для получения резкого изображения предмета (см. рис. 2).

Для примерного наведения на предмет служат целик и мушка, а для точного наведения – двухсторонний наводящий винт (см. рис. 2).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИВЕЛИРА EFT AL-32

Технические характеристики измерительных приборов – это характеристики, определяющие их свойства и оказывающие влияние на точность и результаты измерений.

В табл. 1 приведены основные технические характеристики нивелира EFT AL-32 [4].

Таблица 1
Технические характеристики нивелира EFT AL-32

Параметр	Значение
Точность	
Средняя квадратическая ошибка измерения превышения на 1 км двойного нивелирного хода	1,0 мм
Зрительная труба	
Изображение	Прямое
Увеличение	32 ^x
Диаметр объектива	36 мм
Угол поля зрения	1° 20'
Наименьшее расстояние визирования	0,65 м
Линейные измерения	
Коэффициент дальномера	100
Компенсатор	
Тип	Маятниковый с воздушным демпфером
Рабочий диапазон	±15'
Круглый уровень	
Цена деления	8/2 мм
Лимб	
Цена деления	1°
Физические характеристики	
Вес	1,8 кг

4. ПОВЕРКИ И ЮСТИРОВКИ НИВЕЛИРА EFT AL-32

Поверками геодезических приборов называется их обследование, которое устанавливает выполнение конструктивных (оптико-механических) и геометрических требований к положению отдельных осей и блоков прибора [1, 2].

Выполнение конструктивных требований производится в специальных метрологических лабораториях при ежегодной аттестации приборов.

Поверки выполнения геометрических требований к положению отдельных осей нивелира обычно состоят в проверке взаимной параллельности или взаимной перпендикулярности соответствующих пар осей прибора. При обнаружении невыполнения каких-либо условий производят исправление (юстировку).

Поверки нивелира EFT AL-32 выполняются в следующей последовательности:

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Вращая подъемные винты, приводят пузырек круглого уровня в центр кружка на ампуле. Затем поворачивают верхнюю часть прибора на 180° . Если пузырек остается в центре или не выходит за кружок, то условие выполняется. Если же пузырек частично или полностью выходит за кружок, смещаясь от центра ампулы на величину Δ (рис. 3), то тогда необходимо произвести юстировку. Для этого его перемещают к центру на половину дуги отклонения $\Delta/2$, вращая ключом-шестигранником исправительные винты уровня. Окончательно приводят пузырек уровня в нуль-пункт (к центру ампулы) с помощью подъемных винтов. Далее поверку повторяют.

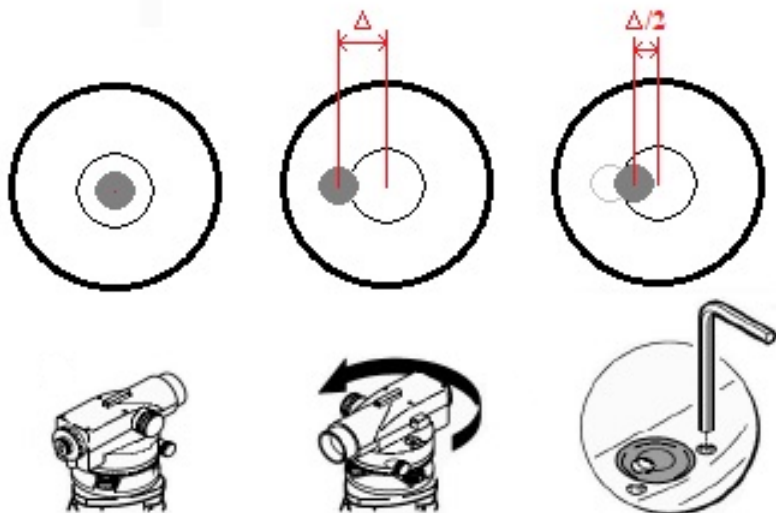


Рис. 3. Выполнение первой поверки и юстировка

2. *Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна оси вращения нивелира.*

С помощью круглого уровня приводят ось вращения нивелира в отвесное положение. Затем среднюю нить сетки наводят на хорошо видимую точку и с помощью двухстороннего наводящего винта плавно вращают трубу в горизонтальном направлении. Нить сетки не должна сходиться с наблюдаемой точкой. Можно использовать, например, неподвижно установленную рейку на расстоянии около 10 м. При вращении наводящих винтов отсчет по рейке должен быть постоянным (рис. 4).

Эту поверку можно сделать по-другому: вертикальную нить сетки наводят на нить отвеса. Вертикальная нить сетки и нить отвеса должны совпадать или быть параллельны между собой (рис. 5).

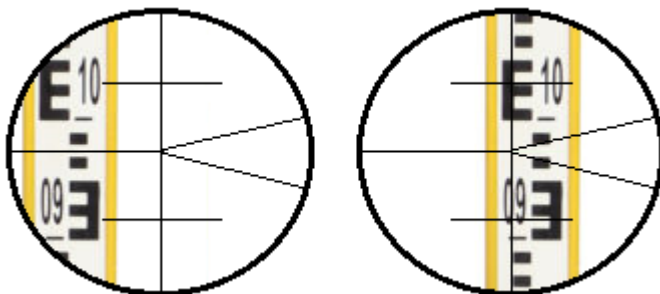


Рис. 4. Выполнение второй поверки с использованием нивелирной рейки

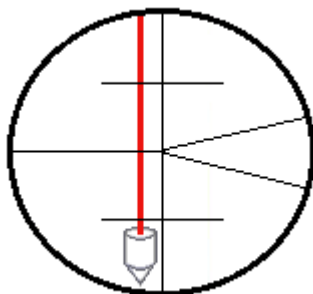


Рис. 5. Выполнение второй поверки с применением нити отвеса

Если условия не соблюдаются, т.е. либо горизонтальная нить сетки сходит с наблюдаемой точки (изменяется отсчет по рейке), либо вертикальная нить сетки и нить отвеса пересекаются, то тогда необходимо выполнить юстировку. Для этого нужно снять защитный колпачок и развернуть сетку нитей, предварительно ослабив отверткой четыре исправительных винта (рис. 6) в торце окулярной части трубы.



Рис. 6. Исправительные винты

3. *Линия визирования должна быть горизонтальна (поверка главного геометрического условия нивелира).*

Эта поверка производится следующим образом. Линия AB длиной около 30 м закрепляется кольями (рис. 7). Посередине этой линии в точке J_1 устанавливают нивелир и приводят его в рабочее положение. В точках A и B ставят рейки и берут отсчеты a и b . Далее вычисляют разность отсчетов $h = a - b$. Затем прибор устанавливают в точке J_2 между точками A и B так, чтобы он находился от точки A на расстоянии примерно 1–2 м, и приводят его в рабочее положение. Взяв по тем же рейкам отсчеты a' и b' , вычисляют разность $b_{теор} = a' - h$, которая является теоретическим отсчетом по рейке, установленной в точке B . Сравнивают фактический b' и теоретический $b_{теор}$ отсчеты.

Если разность между этими отсчетами не превышает 3 мм, то условие выполняется. В противном случае следует выполнить юстировку. Для этого откручивают защитную крышку окуляра; вращая шпилькой исправительный винт (см. рис. 6), наводят среднюю нить сетки на теоретический отсчет $b_{теор}$. Для контроля поверку повторяют.

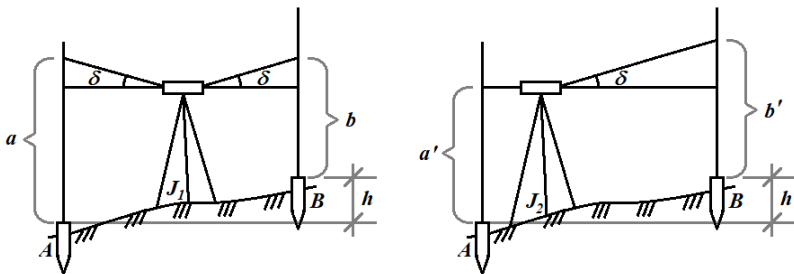


Рис. 7. Выполнение третьей поверки:
 δ – угол отклонения визирной оси от горизонтального положения

5. НИВЕЛИРНЫЕ РЕЙКИ

Нивелирная рейка – это геодезический инструмент, представляющий собой деревянный брусок, на сторонах которого черной и красной краской нанесены шашечные сантиметровые деления (рис. 8) [1, 2]. Для технического нивелирования применяются либо цельные, либо складные трехметровые рейки. Низ рейки называется пяткой. На черной стороне с пяткой совпадает нулевой отсчет, на красной стороне с пяткой рейки обычно совмещают отсчет, например 4687 или 4787, 4700 или 4800.

В комплекте с нивелиром выдаются две двухсторонние нивелирные рейки. При получении реек проверяют, чтобы начало счета (у пяток реек) по их красным сторонам было одинаковым.

Каждая рейка снабжена замком, с помощью которого ее фиксируют в развернутом или сложенном состоянии. На концах реек имеются металлические оковки.



Рис. 8. Деревянные нивелирные рейки

Кроме деревянных могут использоваться алюминиевые телескопические рейки (рис. 9) [1, 2]. У такой рейки на основной стороне нанесены традиционные деления (т.е. так же, как у деревянной), а на другой стороне – миллиметровые деления черным цветом. Основная сторона телескопической нивелирной рейки окрашивается по метровым сегментам в черный и красный цвета. Для фиксации выдвигания сегментов на корпусе рейки предусмотрены кнопки.



Рис. 9. Телескопические нивелирные рейки

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕВЫШЕНИЙ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ

При техническом нивелировании превышение между двумя точками измеряется, как правило, способом из середины (рис. 10) [1, 2]. В этом случае нивелир устанавливается примерно на равных расстояниях от точек. Неравенство расстояний не должно превышать 5 м. Такая установка называется *станцией*.

Приведение нивелира в рабочее положение состоит из двух действий:

- 1) с помощью трех подъемных винтов пузырьки круглого уровня приводят на середину ампулы (установка оси вращения нивелира в отвесное положение);
- 2) зрительную трубу, направленную на нивелирную рейку, настраивают вращением диоптрийного кольца по глазу (резкое изображение сетки нитей), а вращением кремальеры – по предмету (резкое изображение делений рейки).

Для контроля измерений и повышения точности нивелирование выполняется по черной и красной сторонам реек. Работа на станции производится в следующей последовательности:

- 1) берется отсчет по черной стороне задней рейки ($a_ч$);
- 2) берется отсчет по черной стороне передней рейки ($b_ч$);
- 3) берется отсчет по красной стороне передней рейки ($b_к$);
- 4) берется отсчет по красной стороне задней рейки ($a_к$).

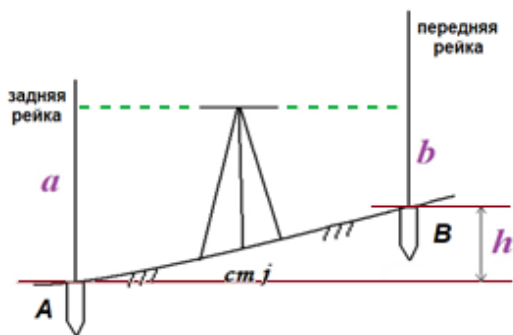
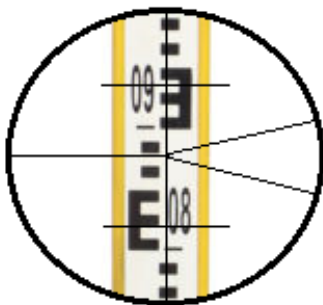


Рис. 10. Измерение превышения на станции

Отсчеты по средней нити сетки с точностью 1 мм (рис. 11) записываются в журнал установленной формы (табл. 2).



Отсчет: 0879

Рис. 11. Взятие отсчета по рейке

Таблица 2

Фрагмент журнала технического нивелирования

Номера станций	Номера пикетов	Отсчеты по рейке			Превышения		
		задние	передние	промежуточные	по черной стороне	по красной стороне	средние
	ПК 0	1326(1)					
2		6127(4)			-749	-746	-748
	ПК 1		2075(2)				
			6873(3)				

Примечание: цифры в скобках показывают последовательность взятия отсчетов.

После взятия отсчетов на каждой станции вычисляются превышения по правилу: отсчет на заднюю рейку минус отсчет на переднюю рейку. Превышения по черным и красным сторонам реек h_n и h_k определяются по формулам:

$$h_q = a_q - b_q; \quad (1)$$

$$h_k = a_k - b_k. \quad (2)$$

Контроль нивелирования на станции заключается в том, что расхождение в полученных превышениях на станции по черной и красной сторонам реек не должно быть более 5 мм. Если расхождение больше, то результаты измерений зачеркивают, меняют высоту прибора, и работа на станции повторяется. Если же расхождение между h_q и h_k не превышает 5 мм, то тогда вычисляют среднее превышение по формуле

$$h_{cp} = 0,5 \cdot (h_q + h_k). \quad (3)$$

Превышения обязательно записываются со знаком, т.е. либо с плюсом, либо с минусом. Среднее превышение вычисляется до целых миллиметров. Если оно кратно 0,5 мм, то его округляют до целых миллиметров, используя правило четного числа.

Пример 1

Округляем до целых долей миллиметра $h_{cp} = -387,5$. Последняя сохраняемая цифра 7. Так как 7 является нечетным числом, применяется правило усиления. Следовательно, итоговое значение $h_{cp} = -388$.

Пример 2

Округляем до целых долей миллиметра $h_{cp} = +814,5$. Последняя сохраняемая цифра 4. Так как 4 является четным числом, применять правило усиления не надо. Следовательно, итоговое значение $h_{cp} = +814$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравченко, Ю. А. Геодезия : учебник / Ю. А. Кравченко. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 344 с.
2. Геодезия в строительстве : учебник / В. П. Подшивалов, В. Ф. Нестеренок, М. С. Нестеренок, А. С. Позняк. – Минск : Республиканский ин-т профессионального образования (РИПО), 2019. – 395 с.
3. Принцип работы оптического нивелира с компесатором. – Текст : электронный // www.eftniv.ru: продажа и ремонт нивелиров : веб-сайт. – URL: https://www.eft-niv.ru/index.php?route=information/information&information_id=22 (дата обращения: 25.10.2022).
4. Нивелир EFT AL32. – Текст : электронный // www.eftniv.ru: продажа и ремонт нивелиров : веб-сайт. – URL: http://www.eft-niv.ru/EFT_AL32 (дата обращения: 25.10.2022).

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

5. Дементьев, В. Е. Современная геодезическая техника и ее применение : учеб. пособие для вузов / В. Е. Дементьев. – Москва : Академический Проект, 2020. – 591 с.
6. Геодезический практикум : учеб. пособие / О. В. Солнышкова, А. А. Караваев, Д. Ю. Терентьев [и др.] ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2020. – 148 с.
7. Геодезические приборы в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений : учеб. пособие / Н. С. Косарев, С. О. Шевчук, О. В. Солнышкова, Д. Ю. Терентьев ; Новос. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2018. – 92 с.

Составитель

Александр Анатольевич Караваев

РАБОТА С НИВЕЛИРОМ EFT AL-32

Методические указания
для студентов 2 курса, обучающихся
по направлениям подготовки 07.03.01 «Архитектура»,
07.03.02 «Реконструкция и реставрация архитектурного
наследия», 07.03.04 «Градостроительство»,
08.03.01 «Строительство», 20.03.02 «Природообустройство
и водопользование» и специальности
08.05.01 «Строительство уникальных зданий
и сооружений»
очной формы обучения

Корректоры

А.И. Боева, А.В. Тренина

Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
630008, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113
