

Министерство образования Республики Беларусь  
Белорусский национальный технический университет  
Факультет транспортных коммуникаций  
Кафедра «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»

**Отчет**  
**по учебно-геодезической практике**  
**(Высшая геодезия)**

Выполнил: Бригада № 3

Смоуж Т. А.

Лаппо Я. В.

Гайдук А. С.

Малец Е. Д.

Проверил: Будо А. Ю.

Минск, 2021

## **ПОЛИГОНОМЕТРИЯ 4 КЛАССА 1 И 2 РАЗРЯДОВ**

Полигонометрические сети 4 класса, 1 и 2 разрядов создаются в виде отдельных ходов или различных систем ходов.

Отдельный ход полигонометрии должен опираться на 2 исходных пункта. На исходных пунктах необходимо измерять примычные углы.

В исключительных случаях при отсутствии между исходными пунктами видимости с земли допускается:

- проложение хода полигонометрии, опирающегося на 2 исходных пункта, без угловой привязки на одном из них. Для контроля угловых измерений используются дирекционные углы на ориентирные пункты государственной геодезической сети или дирекционные углы примычных сторон;

- проложение замкнутого хода полигонометрии 1, 2 разрядов опирающегося на один исходный пункт, при условии передачи или измерения с точек хода двух дирекционных углов на две смежные стороны по возможности в середине хода;

- координатная привязка к пунктам геодезической сети. При этом для контроля угловых измерений в целях обнаружения грубых ошибок измерений используются дирекционные углы на ориентирные пункты или азимуты, полученные из астрономических или гиротеодолитных измерений.

Проложение висячих ходов не допускается.

При построении полигонометрических сетей 4 класса, 1 и 2 разрядов необходимо соблюдать следующие требования, приведенные, таблице 1.

Таблица 1 – Требования к полигонометрии 4 класса.

| Показатели                      | 4 класс      | 1 разряд      | 2 разряд      |
|---------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Предельная длина хода:          |              |               |               |
| отдельного                      | 15 км        | 5 км          | 3 км          |
| между исходной и узловой точкой | 10 км        | 3 км          | 2 км          |
| между узловыми точками          | 7 км         | 2 км          | 1,5 км        |
| Предельный параметр полигона    | 30 км        | 15 км         | 9 км          |
| Длины сторон хода:              |              |               |               |
| наибольшая                      | 2,00 км      | 0,80 км       | 0,35 км       |
| наименьшая                      | 0,25 км      | 0,12 км       | 0,08 км       |
| средняя расчетная               | 0,50 км      | 0,30 км       | 0,20 км       |
| Число сторон в ходе, не более   | 15           | 15            | 15            |
| Относительная погрешность       | 1:25000      | 1:10000       | 1:5000        |
| СКП измерения угла не более     | 3"           | 5"            | 10"           |
| Угловая невязка хода, не более  | $5 \sqrt{n}$ | $10 \sqrt{n}$ | $20 \sqrt{n}$ |

Расстояние между пунктами параллельных полигонометрических ходов данного класса, по длине близких к предельным, должно быть не менее:

- в полигонометрии 4 класса - 2,5 км;
- 1 разряда - 1,5 км.

С целью обеспечения большей жесткости сети следует стремиться к сокращению многоступенчатости сети, ограничиваясь развитием полигонометрии 4 класса и 1 разряда.

Измерение углов на пунктах полигонометрии производится способом измерения отдельного угла или способом круговых приемов, как правило, по трехштативной системе. При этом для приборов должны соблюдаться допуски, приведенные в таблице 2.

Так как измерения производились теодолитом с точность 2 то

в таблице 2 приведены допуски для приборов соответствующей точности.

Таблица 2 – Допуски при измерении горизонтальных углов.

| Основные элементы угловых измерений  | Допуски для 2'' |
|--|-----------------|
| Расхождения в полуприёмах  | 8''             |
| Расхождения в приёмах  | 8''             |
| Колебание значения 2С в приёмах  | 12''            |
| Колебание между повторными наблюдениями начального направления в начале и конце полуприёма | 8''             |
| Колебание направлений в отдельных приёмах  | 8''             |

Теодолит и визирные цели должны устанавливаться над центрами с точностью 1 мм с помощью оптического центрира.

Линии в полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разрядов измеряются светодальномерами, радиодальномерами.

В отдельных случаях - базисными приборами, тахеометрами и другими приборами и методами, обеспечивающими точность, соответствующую классу или разряда полигонометрии.

Приборы и оборудование, фиксирующие концы линии, должны устанавливаться над центрами с точностью 1 мм.

## НИВЕЛИРОВАНИЕ III КЛАССА

Способ нивелирования III класса зависит от применяемых нивелиров. Предпочтение отдают нивелирам с компенсатором. Нивелиры и рейки исследуют и поверяют с целью установления их пригодности для нивелирования III класса, приведения в рабочее состояние и определения постоянных.

Нивелирование III класса производят в прямом и обратном направлениях.

Порядок работы на станции при использовании цифрового нивелира и штриховой рейки:

1. Прибор устанавливается на равноудаленное расстояние между двумя рейками и приводится в рабочее положение.
2. Наводятся на заднюю рейку, берут отсчет и записывают его в журнал нивелирования.
3. Наводятся на переднюю рейку, берут отсчет и записывают его в журнал нивелирования.
4. Меняют высоту инструмента.
5. Наводятся на переднюю рейку, берут отсчет и записывают его в журнал нивелирования.
6. Наводятся на заднюю рейку, берут отсчет и записывают его в журнал нивелирования.
7. Выполняют постраничный контроль.

Нивелирование выполняют участками в 20-30 км. Переход от нивелирования в прямом направлении к нивелированию в обратном направлении делают только на постоянных знаках. При этом рейки меняют местами.

Нормальная длина луча визирования - 75 м. При отсутствии колебаний изображения реек и увеличения трубы не менее 35х

длину луча разрешается увеличивать до 100 м. Неравенство расстояний на станции допускают не более 2 м, а их накопление по секции - не более 5 м.

Высота луча визирования над подстилающей поверхностью должна быть не менее 0,3 м.

Нивелирование выполняют при хорошей видимости, отчетливых и спокойных изображениях реек. В солнечные дни не следует нивелировать в периоды, близкие к восходу и заходу солнца.

При работе на станции нивелир с уровнем защищают от солнечных лучей зонтом.

Рейки устанавливают по уровню на костыли или башмаки. В местах установки башмаков предварительно снимают дерн. Для удобства рекомендуется пользоваться не менее чем тремя костылями или башмаками. На участках с рыхлым или заболоченным грунтом рейки устанавливают на забитые деревянные колья с вбитыми в их торцы гвоздями с полусферическими головками. Длина и диаметр кольев должны быть такими, чтобы обеспечивалась их устойчивость.

После выполнения нивелирования по секции сравнивают между собой значения превышения, полученные из прямого и обратного ходов; расхождение между этими значениями не должно превышать 10 мм .

Если расхождение получилось больше допустимого, то нивелирование по секции повторяют в одном из направлений. Явно неудовлетворительное значение превышения исключают. Оставшиеся два значения принимают в обработку, если они не расходятся между собой больше чем на 10 мм и получены из нивелирования в противоположных направлениях.

## СПУТНИКОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В настоящее время всё большую популярность приобретают методы определения координат и высот с применением спутниковой геодезической аппаратуры (в дальнейшем — СГА).

Данные методы по сравнению с традиционной, «наземной» технологией, имеют неоспоримые преимущества, которые проявляются в повышении производительности труда, снижении издержек производства инженерно-геодезических работ, и как результат — повышения качества продукции, снижение конечной стоимости этапов строительства зданий и сооружений, достижении конкурентоспособности предприятия.

Принцип спутникового метода измерения координат заключается в определении расстояния от приемника до спутника и последующей корректировки полученных данных с учетом поправок. Сегодня все работы проводятся в двух группах режимов, в статических и кинематических.

*Статическая съемка* — это классический вид съемки, хорошо приспособленный для любой длины базовой линии (короткой, средней, длинной). Один приемник (базовый) находится на точке с известными координатами, другой устанавливают на точку, координаты которой необходимо определить, и производят одновременную запись измерений во внутреннюю память для их последующей обработки на компьютере и вычисления координат. Весь процесс измерений полностью автоматизирован. Время наблюдения зависит от длины базовой линии (расстояния от базового до подвижного приемника), количества видимых спутников и т.д. Как правило, одностотные приемники используются на базовых линиях, длина которых не превышает 15 км. Для базовых линий длиннее 15 км следует использовать двухчастотные прием-

ники.

Методика выполнения измерений в режиме «Статика»

- Прогнозирование (планирование измерений);
- Полевые работы;
- Предобработка;
- Уравнивание и оценка точности результатов измерений.

### **Прогнозирование (планирование измерений)**

Оно выполняется основе предварительной полевой и камеральной подготовки материалов.

Полевая подготовка включает в себя:

- рекогносцировку;
- обследование исходных пунктов;
- закладку определяемых пунктов будущей спутниковой геодезической сети.

Камеральная подготовка:

- сбор и анализ исходных данных;
- изученности района работ, подготовка оборудования;
- выбор методов и проектирование геодезической сети;
- прогнозирование полевых наблюдений.

### **Полевые работы**

Измерения в режиме «Статика» подразумевают выполнение длительных наблюдений на пунктах сети. Наблюдения заключаются в одновременной работе двух и более приёмников СГА для определения векторов геодезической сети. Наблюдения выполняются согласно программе работ, при необходимости корректируя действия в зависимости от внешних условий.



Важно, чтобы приемники были проверены и полностью заряжены, для того что бы обеспечить непрерывность сеансов и работу в течение запланированного времени.

### **Предобработка**

Измерения, полученные при выполнении полевых работ, загружаются с приёмников, импортируются в новый или ранее созданный проект программного комплекса.

Далее выполняется предварительная обработка с оценкой точности полученных параметров векторов, в результате которой принимается решение о принятии или исключении их в дальнейшей работе. Методика предварительной обработки и принятие решения о пригодности зависит от используемых программных комплексов. Наши измерения обрабатывались в программном продукте КРЕДО GNSS.

### **Уравнивание и оценка точности результатов измерений**

После предобработки выполняется уравнивание результатов измерений в два этапа. На первом уравнивается вся сеть без фиксирования координат опорных пунктов. Особенность этапа заключается в отсутствии влияния ошибок координат исходных пунктов.

На втором этапе производится поочерёдная фиксация координат опорных пунктов с одновременным выполнением анализа о пригодности каждого пункта для выполнения уравнивания сети. В результате возможно принятие решений об исключении или необходимости добавления других опорных пунктов.

В результате уравнивания создаётся подробный отчёт, в котором проводится оценка качества выполненной работы, каталог

уровненных координат и высот с оценкой точности каждого определяемого пункта. Пример такого отчёта:

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А. Поверки электронного теодолита DT-2A**

Белорусский национальный технический университет  
Факультет транспортных коммуникаций  
Кафедра «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»

Отчет  
о выполнении поверок электронного теодолита DT-2A

Выполнил: Бригада № 3  
Лаппо Я.В.  
Смоуж Т. А.  
Малец Е.Д.  
Гайдук А.С.

Проверил: ст. преподаватель  
Будо А. Ю.

Минск, 2021

## 1. Поверка цилиндрического уровня

**Главное условие:** Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна вертикальной оси инструмента.

**Выполнение поверки:** Установите инструмент так, чтобы ось цилиндрического уровня была параллельна двум установочным винтам. С помощью этих винтов загоните пузырь уровня в центр колбы уровня.

Поверните инструмент на  $180^\circ$  вертикальной оси и проверьте движение пузыря цилиндрического уровня. Если пузырь переместился, следует выполнить юстировку.

**Результат поверки:** Пузырек уровня отклонился на  $1/2$  деления от нуль-пункта.

**Вывод:** Поверка выполняется.

**Юстировка:** Отрегулируйте положение пузырька уровня с помощью шпильки из набора аксессуаров к инструменту, чтобы он переместился к центру колбы на половину своего отклонения.

Откорректируйте оставшуюся половину отклонения с помощью установочных винтов.

Поверните инструмент на  $180^\circ$  вертикальной оси и проверьте движение пузыря цилиндрического уровня. Если пузырь переместился, следует повторить регулировку.

## 2. Поверка круглого уровня

**Главное условие:** Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента.

**Выполнение поверки:** До начала данной поверки должна быть выполнена юстировка цилиндрического уровня (если в этом есть необходимость). Если пузырёк круглого уровня находится в нуль-пункте после приведения в центр пузырька цилиндрического уровня, то дальнейшая юстировка не требуется. В противном

случае необходима юстировка.

**Результат поверки:** Пузырёк круглого уровня находится в нуль-пункте после приведения в центр пузырька цилиндрического уровня.

**Вывод:** Поверка выполняется.

**Юстировка:** Действуя юстировочной шпилькой, повернуть юстировочные винты, пока пузырёк круглого уровня не переместится в центр. Во избежание разрыва, нельзя перетягивать юстировочные винты.

### **3. Поверка сетки нитей телескопа**

**Главное условие:** Вертикальные нити сетки нитей телескопа должны быть перпендикулярны горизонтальной оси инструмента.

**Выполнение поверки:** Тщательно отгоризонтируйте инструмент на треггере.

Наведите сетку нитей на хорошо видимую точку А с дистанции не менее 50 м.

Качните телескоп по вертикали и проверьте скользит ли точка А вдоль всей вертикальной нити.

Если точка А скользит вдоль всей вертикальной нити, то вертикальные нити сетки нитей телескопа перпендикулярны горизонтальной оси инструмента. Юстировка в этом случае не требуется.

Если точка А при качении оптической трубы вдоль вертикали отклоняется от вертикальной нити сетки нитей, то в этом случае юстировка требуется.

**Результат поверки:** Точка А скользит вдоль всей вертикальной нити.

**Вывод:** Поверка выполняется.

**Юстировка:** Отвинтите крышку покрывающую 4 регулировочных винта сетки нитей поворачивая крышку против часовой

стрелки.

Ослабте эти винты отверткой из набора аксессуаров, считая при этом число оборотов отвёртки. Совместите вертикальную нить сетки нитей с точкой А и затяните регулировочные винты тем же количеством оборотов отвёртки.

Проведите проверку до тех пор пока точка А не будет скользить по всей длине вертикальной нити сетки нити.

#### **4. Коллимация инструмента**

**Главное условие:** Визирная ось телескопа должна быть перпендикулярна горизонтальной оси инструмента.

**Выполнение поверки:** Установите инструмент между точками А и В в пределах их прямой видимости на равном расстоянии 50 – 60м от каждой из них.

Тщательно отгоризонтируйте инструмент на триггере по цилиндрическому уровню.

Наводитеь на А.

Ослабте затяжной винт вертикальной наводки и поверните трубу на  $180^\circ$  вокруг горизонтальной оси инструмента т.о. чтобы труба показывала в противоположную сторону

Наводитеь на точку В и закрепите затяжной винт вертикальной наводки.

Ослабте затяжной винт горизонтальной наводки и поверните трубу на  $180^\circ$  вокруг вертикальной оси инструмента т.о. чтобы труба показывала в противоположную сторону. Наведитеь на точку А и закрепите затяжной винт горизонтальной наводки.

Ослабте затяжной винт вертикальной наводки и поверните трубу на  $180^\circ$  вокруг горизонтальной оси инструмента. Перекрестие сетки нитей телескопа (точка С) должно совпасть с точкой В.

Если точка С не совпадает с точкой В то требуется регулировка состоящая из следующих процедур.

**Результат поверки:** Точки совпадают.

**Вывод:** Поверка выполняется.

**Юстировка:** Отвинтите крышку покрывающую 4 регулировочные винты сетки нитей. Регулировочных винта сетки нитей поворачивая крышку против часовой стрелки

Определите точку D между В и С т.о. чтобы расстояние CD равнялось  $\frac{1}{4}$  расстояния ВС. (несовпадение ВС в 4 раза больше реальной ошибки за коллимацию из-за того что телескоп при проверке поворачивался 2 раза.

Поворачивая регулировочные воротки в верхней, нижней, левой и правой части окуляра передвиньте вертикальную нить сетки нитей т.о. чтобы она совпадала с точкой D. По окончании регулировки повторите процедуру проверки.

Если точки В и С совпадают, то дальнейшей регулировки не требуется. В противном случае повторите регулировку.

## **5. Поверка лазерного отвеса.**

**Главное условие:** Вертикальная ось теодолита должна находиться над точкой центрирования когда лазерный визир будет попадать на точку центрирования.

**Выполнение поверки:** Установите инструмент на штатив на высоту около 1.5м и отгоризонтируйте его. Включите лазерный отвес и заметьте первоначальное расположение лазерного визира на земле.

Поверните инструмент на  $180^\circ$  вокруг вертикальной оси и проверьте точку на земле. Если первоначальная точка центрирования остаётся в пределах 1мм от первоначального положения визира регулировки не требуется. В противном случае требуется ре-

гулировка состоящая из следующих процедур.

**Результат поверки:** Точка центрирования остаётся в пределах 1мм от первоначального положения визира.

**Вывод:** Поверка выполняется.

**Юстировка:** Отвинтите крышку регулировочной части окуляра отвеса. Под ней находятся 4 регулировочных винта воротков. Отрегулируйте положение воротков окуляра с помощью шпильки из набора аксессуаров т. о. чтобы передвинуть первоначальную точку центрирования к лазерному визиру на  $\frac{1}{2}$  величины её отклонения от визира.

Поверните инструмент на  $180^\circ$  вокруг вертикальной оси и проверьте точку на земле. Если первоначальная точка центрирования остаётся менее 1мм от первоначального положения визира регулировки не требуется. В противном случае требуется повторение регулировки.



## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Поверки цифрового нивелира DL-202**

Белорусский национальный технический университет  
Факультет транспортных коммуникаций  
Кафедра «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»

Поверки электронного нивелира *DL– 202*

Выполнил: Бригада № 3

Лаппо Я. В

Смоуж Т. А.

Гайдук А. С.

Малец Е. Д.

Минск, 2021

## **1. Поверка круглого уровня**

**Главное условие:** Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента.

**Выполнение поверки:** Подъемными винтами подставки выводят в центр окружности пузырек установочного круглого уровня.

Поворачивают зрительную трубу вокруг оси вращения инструмента на  $180^\circ$ .

Если пузырек круглого уровня после поворота трубы остался в центре, то условие поверки выполнено, в противном случае необходимо произвести юстировку круглого уровня.

**Результат поверки:** Юстировка не требуется.

**Юстировка:** выполняется следующим образом:

- исправительными винтами круглого уровня перемещают пузырек к центру на половину его отклонения;
- подъемными винтами подставки устраняют вторую половину отклонения, т.е. выводят пузырек уровня точно на центр. Для контроля поверку повторяют.

## **2. Поверка сетки нитей**

**Главное условие:** Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения инструмента.

**Выполнение поверки:** Устанавливают и приводят в рабочее положение нивелир, а на расстоянии 30-40 мм от него устанавливают рейку.

Наводят зрительную трубу нивелира на рейку так, чтобы ее изображение оказалось на краю поля зрения, закрепляют трубу и берут отсчет по рейке.

Наводящим винтом перемещают трубу в горизонтальной плоскости до так пор, пока изображение рейки окажется на другом

краю поля зрения, и берут по рейке еще один отсчет.

Если отсчеты равны, то условие поверки выполнено, в противном случае необходимо произвести юстировку сетки нитей.

**Результат поверки:** Юстировка не требуется.

**Юстировка:** выполняется следующим образом:

- отвинчивают колпачок окулярной части трубы;
- ослабляют крепежные винты оправы сетки нитей;
- поворачивают оправу сетки нитей так, чтобы ее горизонтальная нить оказалась на отсчете;
- зажимают крепежные винты оправы сетки и завинчивают колпачок обратно на окулярную часть трубы.

### 3. Поверка главного условия

**Главное условие:** Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна вертикальной оси прибора.

**Выполнение поверки:** Две нивелирные рейки устанавливаются в створе на расстояние 50 м друг от друга (А и В). Следующим шагом необходимо устанавливать нивелир от рейки В на расстояние, примерно одна треть от общего, и приводят прибор в рабочее положение.

Далее выполняют следующую последовательность действий: **Menu** → **Measure** → **Adjust**. Четко наводятся на рейку и нажимают **Meas**. В результате, прибор самостоятельно берет отсчет по рейке А. После чего нажимают **Ent** и наводятся на рейку В, далее еще раз нажимают **Meas**. В результате, прибор самостоятельно берет отсчет по рейке В.

Следующим шагом, нивелир устанавливают от рейки А на расстояние, примерно одна треть от общего, и приводят прибор в рабочее положение. После нажатия на **Ent** и наводятся на рейку В, далее нажимают **Meas**. В результате, прибор самостоятельно

берет отсчет по рейке В. Нажимают **Ent** и наводятся на рейку А, далее нажимают **Meas**, в результате прибор самостоятельно берет отсчет по рейке А.

После выполнения всего вышеперечисленного прибор самостоятельно рассчитывает величины отклонений, которые сравниваются с допусками и на основе сравнения делается вывод о необходимости выполнения юстировки.

**Допуск:** При расстоянии 50 м, величина угла  $i$  не должна превышать  $10''$ , а величина отклонения  $x$  не должна превышать 3 мм.

**Результат поверки:** Юстировка не требуется.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В. Технические характеристики приборов

### ГНСС приемник Trimble R8S GNSS

ГНСС приемник Trimble R8s предоставляет полный набор функций в рамках одной универсальной модернизируемой платформы. Он позволяет выбрать тип приемника, наилучшим образом подходящий для работы над вашими сегодняшними проектами. Для этого выберите базовую конфигурацию приемника и предпочтительный для вас канал передачи данных. Вы можете выбрать приемник либо со встроенным УКВ радиомодемом, либо со встроенным сотовым 3G модемом. Каждый приемник Trimble R8s оснащен технологией отслеживания Trimble 360, гарантирующей работу со спутниковыми сигналами всех существующих и планируемых созвездий. Благодаря возможностям приема полного спектра спутниковых сигналов, GNSS приемники с технологией Trimble 360 могут использоваться в тех местах, где GNSS съемка прежде была невозможна, например, в сильно застроенной городской местности. Приемник Trimble R8s поддерживает работу с 440 GNSS каналами. Система позволяет отслеживать сигналы всех спутниковых созвездий, включая GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou и QZSS.



Рисунок 1 – ГНСС приемник Trimble R8s GNSS

Таблица 3 – Технические характеристики ГНСС приемника Trimble R8s

|   |   |
|---|---|
| Количество каналов                                | 440   |
| NAVSTAR GPS:                                      | L1, L2C, L2E, L5  |
| ГЛОНАСС:  | L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3  |
| BeiDou:   | B1, B2  |
| Galileo   | E1, E5A, E5B  |
| SBAS  | есть  |
| DIFF  | -   |
| СКО Статика в плане                               | 3.0 мм + 0.5 мм/км  |
| СКО Статика по высоте                             | 5.0 мм + 0.5 мм/км  |
| СКО Статика быстрая в плане                       | 3.0 мм + 0.5 мм/км  |
| СКО Статика быстрая по высоте                     | 5.0 мм + 0.5 мм/км  |
| СКО PPK в плане                                   | 8.0 мм + 1.0 мм/км  |
| СКО PPK по высоте                                 | 15.0 мм + 1.0 мм/км   |
| СКО RTK в плане                                   | 8.0 мм + 1.0 мм/км  |
| СКО RTK по высоте                                 | 15.0 мм + 1.0 мм/км   |
| СКО DGPS в плане                                  | 0.25 м + 1.0 мм/км  |
| СКО DGPS по высоте                                | 0.50 м + 1.0 мм/км  |
| Время инициализации, сек                          | <8 сек.   |
| Частота позиционирования, Гц                      | 1, 2, 5, 10, 20   |
| Надежность инициализации                          | >99.9%  |
| Кол-во интерфейсов RS232                          | 2   |
| Bluetooth 2.0                                     | есть  |
| Встроенный модем GSM/GPRS                         | опция   |
| Встроенный УКВ модем                              | опция (Rx, Tx)  |
| Мощность передачи, Вт                             | 0.5   |
| Частотный диапазон, МГц                           | 403-473   |
| Возможность подключения внешних GSM и УКВ модемов | есть  |
| Форматы поправок                                  | RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, CMR+, CMRx                    |
| Вывод сообщений формата                           | опция (NMEA, GSOE, RT17 и RT27, поддержка BINEX и сглаженной несущей) |
| Поддерживаемые эфирные протоколы                  | Trimble, Pacific Crest, SATEL   |
| Форматы записи спутниковых измерений              | t02   |

Продолжение таблицы 3.

|  |                      |
|--|----------------------|
| Встроенная память                                    | 56Мб                 |
| Размер (d, h), мм                                    | 190 х 104            |
| Материал корпуса                                     | пластик              |
| Масса приемника, кг                                  | 1.52                 |
| Температура рабочая                                  | От -40° до +65° С    |
| Температура хранения                                 | От -40° до +75° С    |
| Пыле- и влагозащищённость                            | IP67                 |
| Ударостойкость                                       | 2.0                  |
| Влажность  | 100%, с конденсацией |
| Погружение в воду на глубину                         | до 1.0 м             |
| Потребляемая мощность                                | 3.2 Вт               |
| Тип батареи  | Li-Ion               |
| Ёмкость одной батареи, мАч                           | 2800                 |
| Количество батарей в приемнике                       | 1                    |
| Количество батарей в штатном комплекте               | 2                    |
| Время работы в Статике, в часах                      | 5.0                  |
| Время работы в РТК, в часах                          | 5.0                  |
| Вход внешнего питания, В                             | 11-28                |
| Веб-интерфейс  | есть                 |
| Измерение фазы несущей частоты с низким уровнем шума | есть                 |
| Технология подавления многолучёвости                 | есть                 |

## Тахеометр Trimble M3 DR 3"



Рисунок 2 – Тахеометр Trimble M3 DR 3"

Таблица 4 – Технические характеристики тахеометра Trimble M3 DR 3"

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Точность угловых измерений              | 3"                                  |
| Компенсатор                             | Двухосевой                          |
| Тип компенсатора                        | Жидкостно-электрический детектор    |
| Диапазон компенсации                    | $\pm 3'$                            |
| Увеличение зрительной трубы             | 33х                                 |
| Минимальное фокусное расстояние         | 1,5м                                |
| Лазерный визир                          | Да                                  |
| Дальность измерений по призме           | до 5 000 м                          |
| Дальность измерений DR (без отражателя) | до 300 м                            |
| Точность измерения расстояний           |                                     |
| В точном режиме по одной призме         | $\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$ |
| В точном безотражательном режиме        | $\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$ |
| Трегер                                  | Съемный, 3-штырьковый, типа Wild    |



Продолжение таблицы 4.

|   |  |
|---|--|
| Центрир   | Оптический   |
| Панель управления   | Односторонняя                                      |
| Дисплей   | Графический ЖК (128х64) со светодиодной подсветкой |
| Клавиатура  | 25 клавиш, буквенно-цифровая                       |
| Объем памяти  | До 10 000 точек                                    |
| Коммуникационный порт   | Последовательный RS-232C                           |
| Питание   | перезаряжаемая батарея ВС-65                       |
| Время работы от одной батареи (при 30-секундных паузах между измерениями) | не менее 16 ч                                      |
| Рабочая температура   | от -20°C до +50°C                                  |
| Пыле-влагозащищенность  | IP56   |
| Вес инструмента с батареей  | 5,4 кг   |

## Теодолит электронный DT2A

Теодолит электронный DT2A – это простой в управлении высокоточный инструмент. Он к минимуму сводит ошибки оператора в процессе работы и поэтому в первую очередь на него следует обратить внимание начинающим специалистам. Теодолит имеет двустороннюю панель управления и компенсатор с диапазоном  $\pm 3'$ . Угловая точность теодолита 2".



Рисунок 3 – Теодолит электронный DT2A

Таблица 5 – Технические характеристики электронного теодолита DT2A

| Наименование                | Характеристики |
|-----------------------------|----------------|
| Точность угловых измерений  | 2"             |
| Дискретность отсчета        | 1" / 5"        |
| Точность компенсации        | $\pm 3'$       |
| Увеличение зрительной трубы | 30X            |
| Диаметр объектива           | 45мм           |
| Изображение                 | прямое         |
| Поле зрения                 | 1° 30'         |

Продолжение таблицы 5.

|                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Трегер                          | съёмный, типа Wild                   |
| Отвес                           | лазерный                             |
| Панель управления               | двусторонняя                         |
| Дисплей                         | с двух сторон LCD                    |
| Передача данных на компьютер    | кабель RS232C (в комплект не входит) |
| Питание                         | 4хАА                                 |
| Время работы от одной батареи   | около 20 часов                       |
| Рабочая температура             | -20°C - +50°C                        |
| Вес                             | 4,7 кг                               |
| Минимальное фокусное расстояние | 1,3 м                                |
| Длина телескопа                 | 156 мм                               |
| Датчик наклона                  | есть                                 |
| Диапазон                        | $\pm 3'$                             |

## Цифровой нивелир DL-202



Рисунок 4 – Цифровой нивелир DL-202

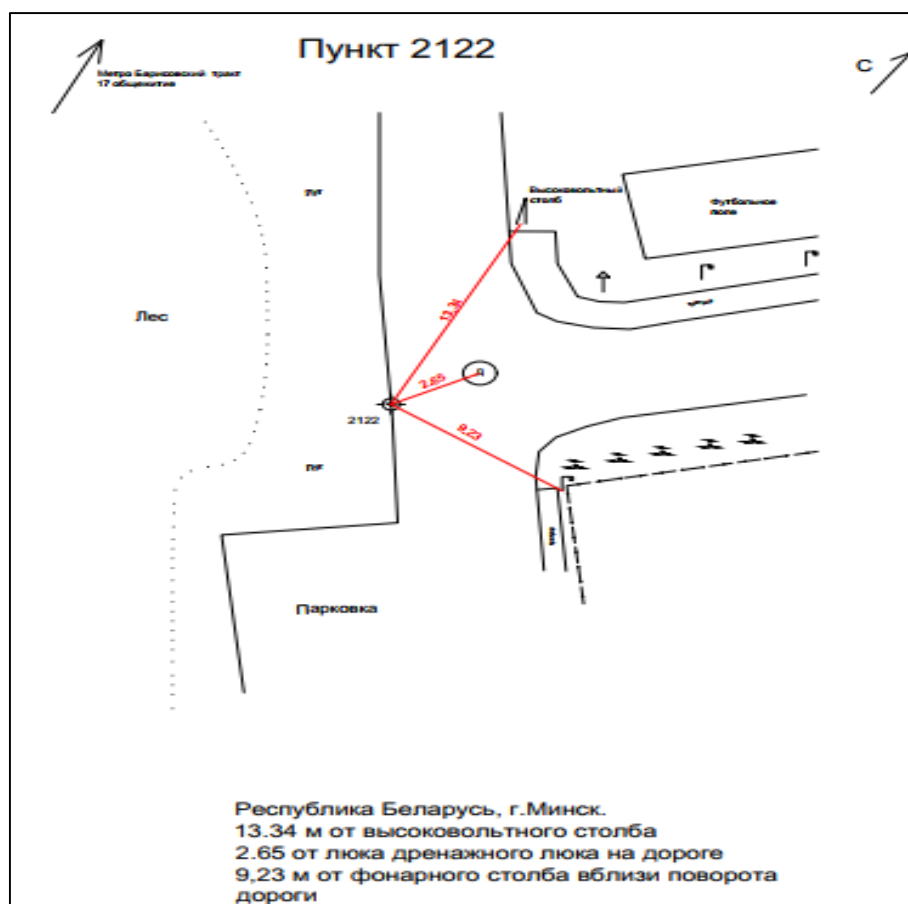
Таблица 6 – Технические характеристики цифрового нивелира DL-202

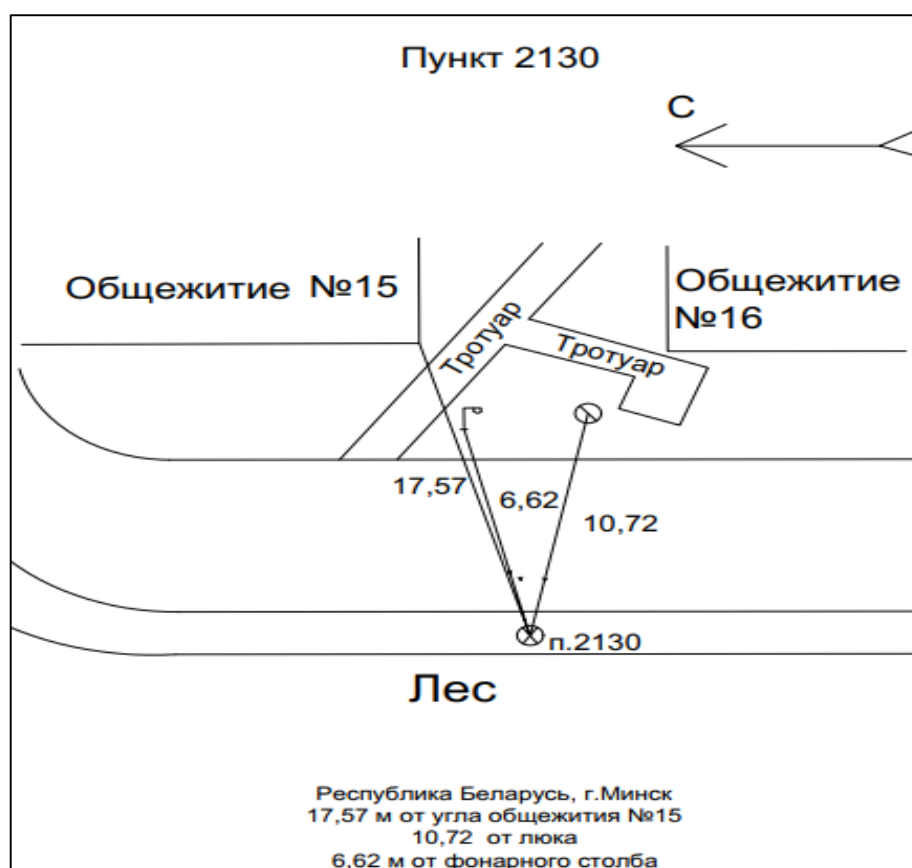
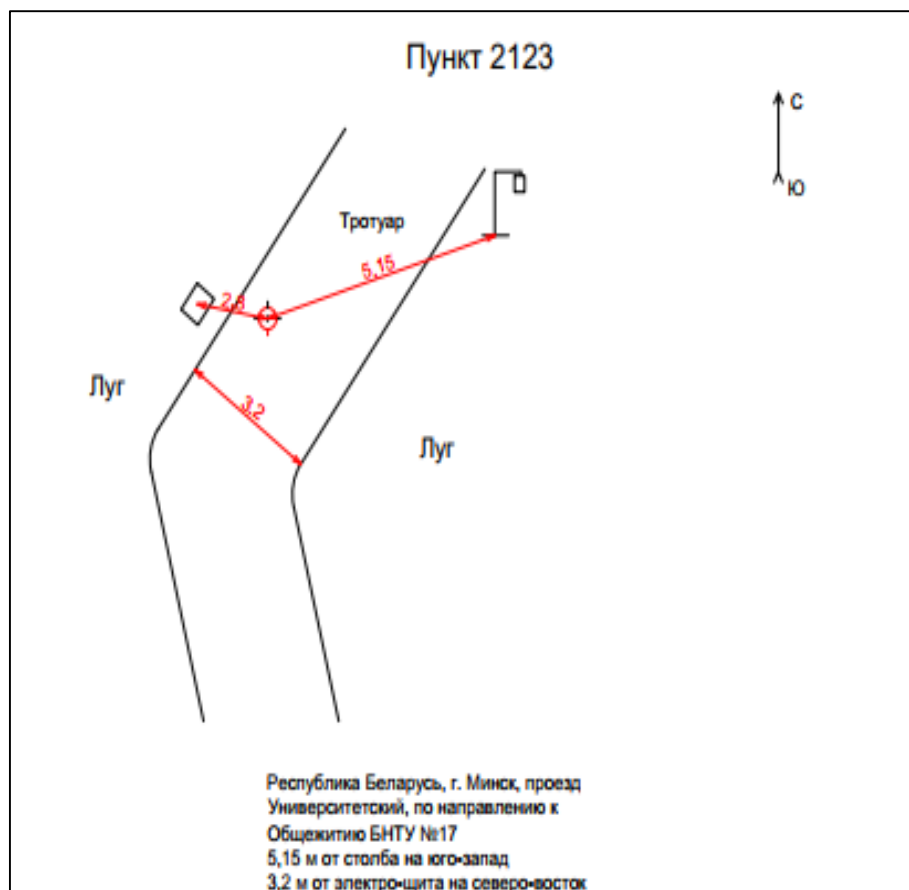
|  |   |
|--|---|
| Точность нивелирования (СКО на 1 км двойного хода) | электронное измерение на фиброгласовую рейку 1.5 мм |
|  | оптическое измерение 2.0 мм                         |
| Точность измерения дальности                       | 10 мм   |
| Диапазон измерения                                 | от 1,5 до 100 м                                     |
| Время измерения                                    | 3 сек.  |
| Зрительная труба                                   | изображение прямое                                  |
|  | увеличение 32X                                      |
|  | поле зрения 1020'                                   |
| Компенсатор  | тип маятниковый, с магнитным демпфером              |
|  | диапазон $\pm 12'$                                  |
|  | точность способность 0,5"/1'                        |
| Встроенная память                                  | 16 МБ   |

Продолжение таблицы 6.

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Точность круглого пузырькового уровня | 8'/ 2 мм        |
| Дисплей                               | LCD, 128×32 dpi |
| Защита                                | IP54            |
| Рабочая температура                   | —20...50°C      |
| Время работы от встроенных батарей    | 15 часов        |
| Габариты                              | 270x210x180 мм  |
| Вес                                   | 2,5 кг          |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Абрисы пунктов









## ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Журнал нивелирования III класса

Ход от пункта 2119 до пункта 18058. Дата: 30.06.2021

Время начала: 07:30, окончание 07:47

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|-----------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                       |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 5                     | 63,17         | 63,56          | -0,39                       | 2,1448                 | 1,1525         | 0,9923     | 0,9904                |
|                       |               |                | -0,39                       | 2,0781                 | 1,0896         | 0,9885     |                       |
| 6                     | 51,63         | 51,37          | 0,26                        | 2,0944                 | 1,0871         | 1,0073     | 1,0063                |
|                       |               |                | -0,13                       | 1,9890                 | 0,9837         | 1,0053     |                       |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\sum D=$             | 114,80        | 114,93         | -0,13                       | 8,3063                 | 4,3129         | 3,9934     | 1,9967                |
|                       | 229,73        |                |                             | 3,9934                 |                | 1,9967     |                       |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 6                     | 51,32         | 51,60          | -0,28                       | 0,8832                 | 1,8885         | -1,0053    | -1,0053               |
|                       |               |                | -0,28                       | 1,0262                 | 2,0314         | -1,0052    |                       |
| 5                     | 63,51         | 63,12          | 0,39                        | 1,0465                 | 2,0374         | -0,9909    | -0,9913               |
|                       |               |                | 0,11                        | 0,9532                 | 1,9448         | -0,9916    |                       |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\sum D=$             | 114,83        | 114,72         | 0,11                        | 1,9094                 | 3,9199         | -2,0105    | -1,9965               |
|                       | 229,55        |                |                             | -2,0105                |                | -1,0053    |                       |

$$L_{\text{сред.}} = 229,64$$

$$\mu_{\text{теор}} = 4,79$$

$$h = 1,9966$$

Ход от пункта 0320 до пункта 18032. Дата: 30.06.2021

Время начала: 08:00, окончание 08:17

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 7                     | 90,78         | 91,38          | -0,6                        | 1,4843                 | 1,5505         | -0,0662    | -0,0680                  |
|                       |               |                | -0,6                        | 1,5939                 | 1,6637         | -0,0698    |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 90,78         | 91,38          | -0,6                        | 3,0782                 | 3,2142         | -0,1360    | -0,0680                  |
|                       | 182,16        |                |                             | -0,1360                |                | -0,0680    |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 7                     | 90,85         | 91,44          | -0,59                       | 1,6464                 | 1,5770         | 0,0694     | 0,0713                   |
|                       |               |                | -0,59                       | 1,5912                 | 1,5180         | 0,0732     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 90,85         | 91,44          | -0,59                       | 3,2376                 | 3,0950         | 0,1426     | 0,0713                   |
|                       | 182,29        |                |                             | 0,1426                 |                | 0,0713     |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 182,225$$

$$\mu_{\text{теор}} = 4,27$$

$$h = -0,0697$$

Ход от пункта 18032 до пункта 18058. Дата: 30.06.2021

Время начала: 08:25, окончание 08:41

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 8                     | 56,60         | 56,50          | 0,1                         | 2,1347                 | 2,0009         | 0,1338     | 0,1341                   |
|                       |               |                | 0,1                         | 2,0611                 | 1,9267         | 0,1344     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 56,6          | 56,5           | 0,1                         | 4,1958                 | 3,9276         | 0,2682     | 0,1341                   |
|                       | 113,1         |                |                             | 0,2682                 |                | 0,1341     |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 8                     | 56,78         | 56,73          | 0,05                        | 2,0042                 | 2,1390         | -0,1348    | -0,1348                  |
|                       |               |                | 0,05                        | 1,9924                 | 2,1272         | -0,1348    |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 56,78         | 56,73          | 0,05                        | 3,9966                 | 4,2662         | -0,2696    | -0,1348                  |
|                       | 113,51        |                |                             | -0,2696                |                | -0,1348    |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 113,305$$

$$\mu_{\text{теор}} = 3,37$$

$$h = 0,1345$$

Ход от пункта 2119 до пункта 2131. Дата: 30.06.2021

Время начала: 08:52, окончание 09:14

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Гайдук

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 9                     | 66,42         | 66,92          | -0,5                        | 2,2977                 | 1,4741         | 0,8236     | 0,8242                   |
|                       |               |                | -0,5                        | 2,2242                 | 1,3995         | 0,8247     |                          |
| 10                    | 70,07         | 70,20          | -0,13                       | 2,5404                 | 1,2976         | 1,2428     | 1,2429                   |
|                       |               |                | -0,63                       | 2,4532                 | 1,2103         | 1,2429     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\sum D=$             | 136,49        | 137,12         | -0,63                       | 9,5155                 | 5,3815         | 4,1340     | 2,0670                   |
|                       | 273,61        |                |                             | 4,1340                 |                | 2,0670     |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 10                    | 71,04         | 70,29          | 0,75                        | 1,2531                 | 2,4935         | -1,2404    | -1,2389                  |
|                       |               |                | 0,75                        | 1,2919                 | 2,5293         | -1,2374    |                          |
| 9                     | 66,42         | 66,92          | -0,5                        | 1,4890                 | 2,3121         | -0,8231    | -0,8253                  |
|                       |               |                | 0,25                        | 1,4725                 | 2,2999         | -0,8274    |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\sum D=$             | 137,46        | 137,21         | 0,25                        | 2,5450                 | 5,0228         | -2,4778    | -2,0642                  |
|                       | 274,67        |                |                             | -2,4778                |                | -1,2389    |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 274,14$$

$$\mu_{\text{теор}} = 5,24$$

$$h = 2,0656$$

Ход от пункта 2131 до пункта 0320. Дата: 30.06.2021

Время начала: 09:27, окончание 09:49

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Малец

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 11                    | 85,07         | 83,19          | 1,88                        | 1,7800                 | 1,9202         | -0,1402    | -0,1402                  |
|                       |               |                | 1,88                        | 1,6433                 | 1,7835         | -0,1402    |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 85,07         | 83,19          | 1,88                        | 3,4233                 | 3,7037         | -0,2804    | -0,1402                  |
|                       | 168,26        |                |                             | -0,2804                | -0,1402        |            |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 11                    | 83,13         | 83,02          | 0,11                        | 1,8576                 | 1,7171         | 0,1405     | 0,1401                   |
|                       |               |                | 0,11                        | 1,9160                 | 1,7763         | 0,1397     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 83,13         | 83,02          | 0,11                        | 3,7736                 | 3,4934         | 0,2802     | 0,1401                   |
|                       | 166,15        |                |                             | 0,2802                 | 0,1401         |            |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 167,205$$

$$\mu_{\text{теор}} = 4,09$$

$$h = -0,1402$$

Ход от пункта 2119 до пункта 2117. Дата: 30.06.2021

Время начала: 10:11, окончание 10:27

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Смоуж

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|-----------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                       |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 12                    | 55,60         | 55,42          | 0,18                        | 1,9735                 | 1,6307         | 0,3428     | 0,3431                |
|                       |               |                | 0,18                        | 1,9032                 | 1,5598         | 0,3434     |                       |
| 13                    | 70,70         | 70,10          | 0,6                         | 2,1958                 | 0,9979         | 1,1979     | 1,1980                |
|                       |               |                | 0,78                        | 2,1377                 | 0,9396         | 1,1981     |                       |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$           | 126,30        | 125,52         | 0,78                        | 8,2102                 | 5,1280         | 3,0822     | 1,5411                |
|                       | 251,82        |                |                             | 3,0822                 |                | 1,5411     |                       |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 13                    | 70,82         | 69,99          | 0,83                        | 1,0186                 | 2,2177         | -1,1991    | -1,1990               |
|                       |               |                | 0,83                        | 0,9868                 | 2,1856         | -1,1988    |                       |
| 12                    | 55,56         | 55,44          | 0,12                        | 1,6251                 | 1,9696         | -0,3445    | -0,3447               |
|                       |               |                | 0,95                        | 1,6126                 | 1,9575         | -0,3449    |                       |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$           | 126,38        | 125,43         | 0,95                        | 2,0054                 | 4,4033         | -2,3979    | -1,5437               |
|                       | 251,81        |                |                             | -2,3979                |                | -1,1990    |                       |

$$L_{\text{сред.}} = 251,815$$

$$\mu_{\text{теор}} = 5,02$$

$$h = 1,5424$$

Ход от пункта 2117 до пункта 2123. Дата: 30.06.2021

Время начала: 10:40, окончание 11:00

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Смоуж

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 14                    | 54,30         | 55,61          | -1,31                       | 1,9448                 | 2,7773         | -0,8325    | -0,8329                  |
|                       |               |                | -1,31                       | 1,8656                 | 2,6989         | -0,8333    |                          |
| 15                    | 49,87         | 50,52          | -0,65                       | 2,0924                 | 1,2916         | 0,8008     | 0,8013                   |
|                       |               |                | -1,96                       | 2,0842                 | 1,2825         | 0,8017     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\sum D=$             | 104,17        | 106,13         | -1,96                       | 7,9870                 | 8,0503         | -0,0633    | -0,0317                  |
|                       | 210,30        |                |                             | -0,0633                |                | -0,0317    |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 15                    | 50,57         | 49,85          | 0,72                        | 1,2978                 | 2,1005         | -0,8027    | -0,8019                  |
|                       |               |                | 0,72                        | 1,2850                 | 2,0860         | -0,8010    |                          |
| 14                    | 55,64         | 54,32          | 1,32                        | 2,7056                 | 1,8713         | 0,8343     | 0,8339                   |
|                       |               |                | 2,04                        | 2,6689                 | 1,8354         | 0,8335     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\sum D=$             | 106,21        | 104,17         | 2,04                        | 2,5828                 | 4,1865         | -1,6037    | 0,0321                   |
|                       | 210,38        |                |                             | -1,6037                |                | -0,8019    |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 210,34$$

$$\mu_{\text{теор}} = 4,59$$

$$h = -0,0319$$

Ход от пункта 2123 до пункта 0320. Дата: 30.06.2021

Время начала: 11:17, окончание 11:41

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Смоуж

Вычислитель: Лаппо

| Вычислительная станция |               |                |                             |                        |                |            |                       |
|------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|-----------------------|
| № станции              | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее превышение, м |
|                        | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                       |
| Прямой ход             |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 16                     | 61,44         | 60,94          | 0,5                         | 1,7319                 | 1,5156         | 0,2163     | 0,2159                |
|                        |               |                | 0,5                         | 1,7227                 | 1,5072         | 0,2155     |                       |
| 17                     | 56,49         | 57,30          | -0,81                       | 1,6968                 | 1,3570         | 0,3398     | 0,3409                |
|                        |               |                | -0,31                       | 1,6471                 | 1,3051         | 0,3420     |                       |
| Постраничный контроль  |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$            | 117,93        | 118,24         | -0,31                       | 6,7985                 | 5,6849         | 1,1136     | 0,5568                |
|                        | 236,17        |                |                             | 1,1136                 |                | 0,5568     |                       |
| Обратный ход           |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 17                     | 57,32         | 56,45          | 0,87                        | 1,3606                 | 1,7014         | -0,3408    | -0,3404               |
|                        |               |                | 0,87                        | 1,3379                 | 1,6778         | -0,3399    |                       |
| 16                     | 60,91         | 61,53          | -0,62                       | 1,5706                 | 1,7856         | -0,215     | -0,2148               |
|                        |               |                | 0,25                        | 1,5371                 | 1,7517         | -0,2146    |                       |
| Постраничный контроль  |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$            | 118,23        | 117,98         | 0,25                        | 2,6985                 | 3,3792         | -0,6807    | -0,5552               |
|                        | 236,21        |                |                             | -0,6807                |                | -0,3404    |                       |

$$L_{\text{сред.}} = 236,19$$

$$\mu_{\text{теор}} = 4,86$$

$$h = 0,5560$$

Ход от пункта 2131 до пункта 2130. Дата: 30.06.2021

Время начала: 17:12, окончание 17:31

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 18                    | 75,99         | 75,57          | 0,42                        | 2,5053                 | 1,2727         | 1,2326     | 1,2314                   |
|                       |               |                | 0,42                        | 2,4476                 | 1,2175         | 1,2301     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 75,99         | 75,57          | 0,42                        | 4,9529                 | 2,4902         | 2,4627     | 1,2314                   |
|                       | 151,56        |                |                             | 2,4627                 |                | 1,2314     |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 18                    | 75,42         | 75,87          | -0,45                       | 1,3559                 | 2,5890         | -1,2331    | -1,2314                  |
|                       |               |                | -0,45                       | 1,3023                 | 2,5319         | -1,2296    |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 75,42         | 75,87          | -0,45                       | 2,6582                 | 5,1209         | -2,4627    | -1,2314                  |
|                       | 151,29        |                |                             | -2,4627                |                | -1,2314    |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 151,425$$

$$\mu_{\text{теор}} = 3,89$$

$$h = 1,2314$$

Ход от пункта 2130 до пункта 18062. Дата: 30.06.2021

Время начала: 17:45, окончание 18:01

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее<br>превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|--------------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                          |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 19                    | 62,69         | 62,72          | -0,03                       | 1,0108                 | 1,8155         | -0,8047    | -0,8060                  |
|                       |               |                | -0,03                       | 0,9663                 | 1,7736         | -0,8073    |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 62,69         | 62,72          | -0,03                       | 1,9771                 | 3,5891         | -1,6120    | -0,8060                  |
|                       | 125,41        |                |                             | -1,6120                | -0,8060        |            |                          |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| 19                    | 62,57         | 62,85          | -0,28                       | 1,7751                 | 0,9665         | 0,8086     | 0,8081                   |
|                       |               |                | -0,28                       | 1,8473                 | 1,0398         | 0,8075     |                          |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                          |
| $\Sigma D=$           | 62,57         | 62,85          | -0,28                       | 3,6224                 | 2,0063         | 1,6161     | 0,8081                   |
|                       | 125,42        |                |                             | 1,6161                 | 0,8081         |            |                          |

$$L_{\text{сред.}} = 125,415$$

$$\mu_{\text{теор}} = 3,54$$

$$h = -0,8070$$

Ход от пункта 18062 до пункта 2122. Дата: 30.06.2021

Время начала: 18:24, окончание 18:43

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| № станции             | Расстояние, м |                |                             | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее превышение, м |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------|------------|-----------------------|
|                       | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/<br>накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                       |
| Прямой ход            |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 20                    | 80,68         | 80,89          | -0,21                       | 1,0715                 | 1,4936         | -0,4221    | -0,4227               |
|                       |               |                | -0,21                       | 1,0483                 | 1,4715         | -0,4232    |                       |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$           | 80,68         | 80,89          | -0,21                       | 2,1198                 | 2,9651         | -0,8453    | -0,4227               |
|                       | 161,57        |                |                             | -0,8453                |                | -0,4227    |                       |
| Обратный ход          |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| 20                    | 80,99         | 80,59          | 0,4                         | 1,5696                 | 1,1462         | 0,4234     | 0,4238                |
|                       |               |                | 0,4                         | 1,5323                 | 1,1081         | 0,4242     |                       |
| Постраничный контроль |               |                |                             |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$           | 80,99         | 80,59          | 0,4                         | 3,1019                 | 2,2543         | 0,8476     | 0,4238                |
|                       | 161,58        |                |                             | 0,8476                 |                | 0,4238     |                       |

$$L_{\text{сред.}} = 161,575$$

$$\mu_{\text{теор}} = 4,02$$

$$h = -0,4232$$

Ход от пункта 2122 до пункта 2123. Дата: 30.06.2021

Время начала: 19:02, окончание 19:27

Погода солнечная, изображение четкое.

Наблюдатель: Лаппо

Вычислитель: Лаппо

| Вычислительная станция |               |                |                         |                        |                |            |                       |
|------------------------|---------------|----------------|-------------------------|------------------------|----------------|------------|-----------------------|
| № станции              | Расстояние, м |                |                         | Наблюдения по шкале, м |                |            | Среднее превышение, м |
|                        | Задняя рейка  | Передняя рейка | Разница плеч/накопление | Задняя рейка           | Передняя рейка | Превышение |                       |
| Прямой ход             |               |                |                         |                        |                |            |                       |
| 21                     | 74,60         | 74,45          | 0,15                    | 1,3193                 | 1,8778         | -0,5585    | -0,5579               |
|                        |               |                | 0,15                    | 1,2519                 | 1,8091         | -0,5572    |                       |
| Постраничный контроль  |               |                |                         |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$            | 74,6          | 74,45          | 0,15                    | 2,5712                 | 3,6869         | -1,1157    | -0,5579               |
|                        | 149,05        |                |                         | -1,1157                | -0,5579        |            |                       |
| Обратный ход           |               |                |                         |                        |                |            |                       |
| 21                     | 74,38         | 74,72          | -0,34                   | 1,8726                 | 1,3157         | 0,5569     | 0,5573                |
|                        |               |                | -0,34                   | 1,9476                 | 1,3899         | 0,5577     |                       |
| Постраничный контроль  |               |                |                         |                        |                |            |                       |
| $\Sigma D=$            | 74,38         | 74,72          | -0,34                   | 3,8202                 | 2,7056         | 1,1146     | 0,5573                |
|                        | 149,1         |                |                         | 1,1146                 | 0,5573         |            |                       |

$$L_{\text{сред.}} = 149,075$$

$$\mu_{\text{теор}} = 3,86$$

$$h = -0,5576$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Схема сети полигонометрии



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Ведомость оценки точности положения пунктов

Объект:

Ведомость оценки точности положения пунктов

Оценка точности взаимного планового положения пунктов сети (по сторонам сети)

| Тип<br>стороны                      | Пункт1 | Пункт2 | Длина<br>линии | Дир. угол   | СКО<br>расстояния | СКО<br>угла | Относитель-<br>ная ошибка | СКО<br>расстояния<br>поперечное | СКО<br>линии |
|-------------------------------------|--------|--------|----------------|-------------|-------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------|--------------|
| 4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2 |        |        |                |             |                   |             |                           |                                 |              |
| Min                                 | 2130   | 2131   | 145,871        | 96°15'39,7" | 0,0051            | 3,67        | 28742                     | 0,0026                          | 0,0057       |
| Max                                 | 0320   | 18032  | 182,116        | 72°38'47,7" | 0,0089            | 4,56        | 20434                     | 0,0040                          | 0,0098       |
| По сети                             |        |        | 160,156        |             | 0,0070            | 4,14        | 22736                     | 0,0032                          | 0,0077       |

Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания

| M min  | Пункт | M max  | Пункт | M средняя |
|--------|-------|--------|-------|-----------|
| 0,0057 | 2130  | 0,0107 | 18032 | 0,0077    |

| Пункт | M      | Mx     | My     | a      | b      | α            | Mh     |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|
| 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7            | 8      |
| 0320  | 0,0075 | 0,0069 | 0,0030 | 0,0069 | 0,0029 | 173°40'40,7" | 0,0014 |
| 2117  |        |        |        |        |        |              | 0,0017 |
| 2119  |        |        |        |        |        |              | 0,0015 |
| 2122  |        |        |        |        |        |              | 0,0016 |
| 2123  |        |        |        |        |        |              | 0,0014 |
| 2130  | 0,0057 | 0,0025 | 0,0051 | 0,0052 | 0,0024 | 84°36'40,4"  | 0,0013 |
| 18032 | 0,0107 | 0,0075 | 0,0076 | 0,0089 | 0,0059 | 46°52'30,2"  | 0,0017 |
| 18058 | 0,0081 | 0,0067 | 0,0045 | 0,0069 | 0,0041 | 161°25'29,1" | 0,0018 |
| 18062 | 0,0067 | 0,0060 | 0,0031 | 0,0060 | 0,0030 | 175°47'04,6" | 0,0016 |

Примечание: Характеристики оценки точности M, Mx, My вычислены с учетом доверительного коэффициента, установленного в разделе Классы точности Свойств проекта.  
Размеры полуосей эллипсов ошибок вычислены с доверительным коэффициентом 1.0 (68.3%).



## 5

## Каталог координат и высот пунктов планово-высотного обоснования

| Пункт   | X           | Y           | H       | Дирекционный<br>угол  | На<br>пункт                  | Сторона                                  | СКО<br>дирекционного<br>угла                             | СКО<br>расстояния                    | Относительная<br>ошибка    |
|---|-------------|-------------|---------|---|------------------------------|--|--|--------------------------------------|----------------------------|
| 1   | 2           | 3           | 4       | 5   | 6                            | 7  | 8  | 9                                    | 10                         |
| Исходные  |             |             |         |   |                              |  |  |                                      |                            |
| 2117  | 5967550,735 | 2231863,830 | 239,693 | 4°39'41,9"<br>257°46'55,3"                                  | 2119<br>2123                 | 248,804<br>210,110                       | 0°00'00,00"<br>0°00'00,00"                               | 0,0000<br>0,0000                     |                            |
| 2119  | 5967798,716 | 2231884,051 | 238,151 | 256°22'55,9"<br>184°39'41,9"<br>349°11'54,1"                | 2131<br>2117<br>18058        | 274,613<br>248,804<br>228,527            | 0°00'00,00"<br>0°00'00,00"<br>0°00'03,91"                | 0,0000<br>0,0000<br>0,0071           | 1:32268                    |
| 2122  | 5967469,804 | 2231513,978 | 240,219 | 75°50'13,3"<br>358°39'50,6"                                 | 2123<br>18062                | 149,031<br>161,194                       | 0°00'00,00"<br>0°00'04,03"                               | 0,0000<br>0,0070                     | 1:22987                    |
| 2123  | 5967506,269 | 2231658,479 | 239,662 | 349°43'06,3"<br>255°50'13,3"<br>77°46'55,3"                 | 2131<br>2122<br>2117         | 231,508<br>149,031<br>210,110            | 0°00'00,00"<br>0°00'00,00"<br>0°00'00,00"                | 0,0000<br>0,0000<br>0,0000           |                            |
| 2131  | 5967734,060 | 2231617,158 | 240,218 | 276°15'39,9"<br>169°43'06,3"<br>76°22'55,9"<br>347°38'57,8" | 2130<br>2123<br>2119<br>0320 | 145,871<br>231,508<br>274,613<br>166,085 | 0°00'03,79"<br>0°00'00,00"<br>0°00'00,00"<br>0°00'03,81" | 0,0053<br>0,0000<br>0,0000<br>0,0071 | 1:27676<br><br><br>1:23508 |
| Определяемые  |             |             |         |   |                              |  |  |                                      |                            |
| 0320  | 5967896,301 | 2231581,634 | 240,079 | 167°38'57,8"<br>72°38'47,7"                                 | 2131<br>18032                | 166,085<br>182,116                       | 0°00'03,81"<br>0°00'04,69"                               | 0,0071<br>0,0092                     | 1:23508<br>1:19877         |
| 2130  | 5967749,969 | 2231472,157 | 241,449 | 162°15'53,9"<br>96°15'39,9"                                 | 18062<br>2131                | 124,953<br>145,871                       | 0°00'04,58"<br>0°00'03,79"                               | 0,0074<br>0,0053                     | 1:16862<br>1:27676         |
| 18032   | 5967950,620 | 2231755,461 | 240,011 | 252°38'47,7"<br>49°45'40,5"                                 | 0320<br>18058                | 182,116<br>112,349                       | 0°00'04,69"<br>0°00'04,84"                               | 0,0092<br>0,0087                     | 1:19877<br>1:12983         |
| 18058   | 5968023,194 | 2231841,223 | 240,146 | 229°45'40,5"<br>169°11'54,1"                                | 18032<br>2119                | 112,349<br>228,527                       | 0°00'04,84"<br>0°00'03,91"                               | 0,0087<br>0,0071                     | 1:12983<br>1:32268         |
| 18062   | 5967630,954 | 2231510,220 | 240,642 | 178°39'50,6"<br>342°15'53,9"                                | 2122<br>2130                 | 161,194<br>124,953                       | 0°00'04,03"<br>0°00'04,58"                               | 0,0070<br>0,0074                     | 1:22987<br>1:16862         |
| <div>Примечание: СКО дирекционного угла, расстояния и относительная ошибка вычислены с учетом доверительного коэффициента, установленного в разделе Классы точности Свойств проекта</div> |             |             |         |   |                              |  |  |                                      |                            |