

Белорусский Национальный Технический Университет
Факультет Транспортных Коммуникаций
Кафедра «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии»

Отчет
по учебно-геодезической практике
(Высшая геодезия)

Выполнил: Бригада №4

Греченков Т.А.

Гречный К.М.

Лабудев Н.А.

Прудников М.К.

Рогожников И.А.

Проверил ст. преподаватель

Будо А.Ю.

Минск, 2021

Оглавление

Полигонометрия 4 класса.....	2
Нивелирование III класса.....	8
Спутниковые измерения методом быстрой статики.....	11
Приложение А. Технические характеристики приборов.....	17
Приложение Б. Поверки Электронного нивелира DL-202.....	26
Приложение В. Поверки электронного теодолита DT-2А.....	28
Приложение Г. Абрисы пунктов.....	32
Приложение Д. Ведомость круговых приёмов.....	37
Приложение Е. Журнал нивелирования III класса.....	50
Приложение Ж. Ведомость оценки точности положения пунктов.....	51
Приложение З. Каталог пунктов ПВО.....	52
Приложение И. Схема сети полигонометрии.....	53

Полигонометрия 4 класса

Полигонометрические сети 4 класса, 1 и 2 разрядов создаются в виде отдельных ходов или различных систем ходов. Полигонометрии 4 класса для крупномасштабных съемок выполняется с пониженной точностью.

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.

- проложение замкнутого хода полигонометрии 1, 2 разрядов опирающегося на один исходный пункт, при условии передачи или измерения с точек хода двух дирекционных углов с точностью $5 - 7''$ на две смежные стороны по возможности в слабом месте (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, полученные из астрономических измерений.

Проложение висячих ходов не допускается.

При построении полигонометрических сетей 4 класса, 1 и 2 разрядов должны соблюдаться требования, приведенные, таблице 1.

Таблица 1 – Показатели полигонометрии

Показатели	4 класс	1 разряд	2 разряд
Предельная длина хода, км:			
отдельного	15	5	3
между исходной и узловой точкой	10	3	2
между узловыми точками	7	2	1.5
Предельный параметр полигона, км	30	15	9
Длины сторон хода, км:			
наибольшая	2.00	0.80	0.35
наименьшая	0.25	0.12	0.08
средняя расчетная	0.50	0.30	0.20
Число сторон в ходе, не более	15	15	15
Относительная погрешность хода, не более	1:25000	1:10000	1:5000
Средняя квадратическая погрешность измерения угла (по невязкам в ходах, и полигонах) угловые секунды, не более	3	5	10
Угловая невязка хода или полигона, не более	$5\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$	$20\sqrt{n}$

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

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

При меньших расстояниях ближайшие пункты должны быть связаны ходом полигонометрии данного класса (разряда). Если пункты хода полигонометрии 1 разряда отстоят мене чем на 1,5 км от пунктов параллельного хода полигонометрии 4 класса, то между этими ходами должна быть осуществлена связь приложением хода 1 разряда.

При проложении полигонометрических ходов 1 и 2 разрядов больше указанной в таблице 1 протяженности необходимо определять дирекционные углы сторон хода с точностью 5–7” не реже чем через 15 сторон и не реже чем через 3 км.

На все закрепленные точки полигонометрических ходов должны быть переданы отметки нивелированием IV класса или техническим нивелированием. В горной местности при обеспечении съемок с сечением рельефа через 2 и 5 м допускается определение высот точек полигонометрических ходов тригонометрическим нивелированием.

Измерение углов на пунктах полигонометрии производится способом измерения отдельного угла или способом круговых приемов, как правило, по трехштативной системе оптическими теодолитами Т1, Т2, Т5 и другими, им равноточными, с точностью центрирования 1 мм.

При измерениях способом отдельного угла алидада вращают только по ходу часовой стрелки или только против хода часовой стрелки.

При измерениях круговыми приемами в первом полуприеме алидаду вращают по ходу часовой стрелки, а во втором - в обратном направлении.

Число приемов, в зависимости от класса (разряда) полигонометрии и типа применяемого прибора, приведено в Таблице 2

Таблица 2 – Число приемов в полигонометрии

Типы прибора	Число приёмов в полигонометрии		
	4 класс	1 разряд	2 разряд
Т1 и ему равноточный	4	-	-
Т2 и ему равноточные	6	2	2
Т5 и ему равноточные	-	3	2

При переходе от одного приема к другому лимб переставляется на угол $180/n + \sigma$, где n - число приёмов, а $\sigma = 10'$ или $5'$.

Таблица 3 – Допуски для приборов

Основные элементы угловых измерений	Допуски для приборов	
	Типа Т2	Типа Т5
Расхождения в полуприёмах	8"	0,2'
Расхождения в приёмах	8"	0,2'
Колебание значения 2С в приёмах	12"	–
Колебание между повторными наблюдениями начального направления в начале и конце полуприёма	8"	0,2'
Колебание направлений в отдельных приёмах, приведенных к общему нулю	8"	0,2'

Если разность зенитных расстояний на два измеряемых направления более 20° , допуски расхождений между значениями одного и того же угла, полученного из двух полуприемов, увеличиваются в 1,5 раза. При наличии в группе измерений отдельных приемов или углов, результаты которых не удовлетворяют установленным допускам, последние повторяются на тех же установках лимба. Если среднее значение угла (направления), полученное из основного и повторного измерений, удовлетворяет установленным допускам, то оно принимается в дальнейшую обработку. В противном случае основной прием вычеркивается и в обработку принимается повторный.

Расхождения между значениями измеренного и исходного угла на примычном пункте в полигонометрии не должны превышать:

- 4 класса - 6",
- 1 разряда - 10",
- 2 разряда - 20",

Если расхождения будут более указанного допуска, то определяется третье исходное направление, по которому следует произвести соответствующий контроль.

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

При наблюдениях со столиков сигналов или на визирные цели сигналов (пирамид) должны определяться элементы приведения графическим способом дважды (до начала наблюдений и после).

Угловые и линейные измерения рекомендуется производить одновременно. При этом полевая обработка материалов измерений и контрольные вычисления должны, как правило, производиться исполнителем.

Линии в полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разрядов измеряются светодальномерами, радиодальномерами, а в отдельных случаях - базисными приборами БП-2 и БП-3 или тахеометром ТЭ и другими приборами и методами, обеспечивающими точность, соответствующую классу или разряда полигонометрии. В полигонометрии 1 и 2 разряда для измерения могут быть использованы длиномер типа АД-1 и параллактический метод, в полигонометрии 2 разряда, кроме того, - редуccionные тахеометры ТД (ГОСТ 10812-74) и Редта-002. Приборы и оборудование, фиксирующие концы линии при ее измерении, должны устанавливаться над центрами с точностью 1 мм.

Измерение линий светодальномерами других типов и радиодальномерами производится методами и числом приемов в зависимости от конкретного типа дальномера согласно действующим инструкциям по их применению.

Для измерения параллактических углов применяются теодолиты Т2 и ему равноточные. Параллактические углы измеряются четырьмя приемами; средняя квадратическая погрешность угла, вычисленная по сходимости приемов, должна быть не более 1,5".

Расхождения значений из разных приемов не должны превышать 3 в противном случае делаются дополнительные измерения. Измерение параллактических углов производится на одной части лимба, точность нанесения штрихов которой тщательно исследуется. В случае, если погрешности в положении штрихов превышают 1 в измеренные параллактические углы следует вводить поправки. Редукционными тахеометрами ТП и Редта-002 линии измеряются в прямом и обратном направлениях. Линии длиннее 170 м измеряются по частям, при этом отклонение промежуточных точек от створа линии не должно превышать 0,4 м. Измерение линии в одном направлении выполняется двумя приемами. Прием состоит из двукратного совмещения штрихов на рейке и двукратного отсчета: первый отсчет при вращении дистанционного барабана по ходу часовой стрелки (вправо), второй - при вращении против хода часовой стрелки (влево).

Предельное расхождение результатов измерений линии должно быть не более:

- между приемами - 1:3000.
- между прямым и обратным измерениями - 1:5000.

В измеренные расстояния вводятся поправки за величину постоянного слагаемого и коэффициент дальномера, если последние не равны соответственно 0 и 100. Постоянное слагаемое и коэффициент дальномера определяются на полевом компараторе перед началом и после окончания работ, а также, если тахеометр подвергся удару или сильной тряске. Для измерения сторон полигонометрии 1 и 2 разрядов на застроенной территории может быть применен короткобазисный параллактический метод. При измерении этим методом применяются оптические теодолиты Т2 и ему равноточные, 2-метровые рейки «Бала» и визирные марки.

Нивелирование III класса

Способ нивелирования III класса зависит от применяемых нивелиров. Предпочтение отдают нивелирам с самоустанавливающейся линией визирования (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 "способом средней нити" или "способом совмещения".

Поскольку в современных нивелирах сетка зрительной трубы не содержит нитей, правильнее было бы назвать «способ среднего штриха» или «способ наведения»

Необходимая точность нивелирования может быть достигнута только в том случае, если обеспечено верное взаиморасположение основных осей нивелира. Для контроля предъявляемых к прибору требований в начале и периодически в ходе работ выполняют проверки нивелира. Основными поверками являются следующие:

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

2. Вертикальная нить сетки должна совпадать с отвесом (быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира).

3. Поверка главного условия.

После выполнения проверок можно приступать к работе.

Порядок наблюдений на станции следующий:

- отсчет по черной стороне (основной шкале) задней рейки;
- отсчет по черной стороне (основной шкале) передней рейки;
- отсчет по красной стороне (дополнительной шкале) передней рейки;

- отсчет по красной стороне (дополнительной шкале) задней рейки.

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 35 длину луча разрешается увеличивать до 100 м.

Расстояния от нивелира до реек измеряют тонким тросом, просмоленной бечевой или дальномером; 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.

При нивелировании способом «средней нити» необходимо соблюдать следующие допуски.

Отсчет по средней нити по черной стороне каждой рейки не должен расходиться более чем на 3 мм с соответствующей полусуммой отсчетов по дальномерным нитям.

Расхождение между значениями превышения, полученными по черным и красным сторонам реек, не должно быть более 3 мм с учетом разности высот пары реек.

При расхождениях, превышающих указанные допуски, наблюдения на станции повторяют, предварительно изменив положение нивелира по высоте не менее чем на 3 см.

После выполнения нивелирования по секции сравнивают между собой значения превышения, полученные из прямого и обратного ходов; расхождение между этими значениями не должно превышать $10mm \cdot \sqrt{L}$. Невязки в полигонах и по линиям допускают не более $10mm \cdot \sqrt{L}$.

Спутниковые измерения методом быстрой статики

Метод быстрой статики – наиболее эффективный и точный из всех возможных методов геодезических спутниковых определений, он применяется во всех случаях, когда необходимо выполнить создание как опорных геодезических сетей для дальнейшего сгущения традиционными методами, так и планово-высотного съёмочного обоснования для съёмки ситуации и рельефа.

Прогнозирование (планирование измерений)

Наиболее затратный этап в выполнении инженерно - геодезических работ – это полевые работы. Исключением не является и выполнение наблюдений с применением СГА. Чем детальнее и полнее выполнены подготовительные работы, тем качественнее и быстрее могут быть выполнены полевые наблюдения. Одним из важнейших пунктов программы проведения наблюдений является планирование полевых работ. Планирование выполняется на основе предварительной полевой и камеральной подготовки материалов. Полевая подготовка как правило 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.

Для прогнозирования спутниковых определений может использоваться программное обеспечение, входящее в комплект СГА или приобретаемое независимо. Примерами таких программных модулей являются:

- Planning (Trimble Business Centre);
- Sattelite Availability (Leica Geo Office).

По полученным в результате прогнозирования периодам времени, оптимальным для наблюдения спутников устанавливают периоды времени, оптимальные для выполнения сеансов наблюдений. Эти данные в виде даты проведения работ и времени начала и конца интервала (периода), в который параметры конфигурации спутникового созвездия оптимальны для спутниковых определений, заносят в рабочую программу полевых работ.

Полевые работы

Измерения в режиме «Быстрая 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. Время наблюдений в режиме «Быстрая статика» для определения координат и высот пунктов определяется из различных условий наблюдений, но как правило их продолжительность съёмки одной точки составляет 15 минут.

Приёмники СГА должны быть подготовлены, проверены заряд батарей, количество свободной памяти в устройстве, необходимо обеспечить непрерывность сеансов и работу в течение запланированного времени. Кроме того, проверяется настройка приёмников на работу с одинаковыми параметрами записи наблюдений, количество наблюдаемых спутников, которое должно быть не менее 4. При наличии технической возможности, определяемой комплектностью и оборудованием СГА оценивается значение

фактора понижения точности (PDOP), допустимость выполнения работ исходя из рекомендации производителя оборудования при данном PDOP.

Работа на станции заключается в выполнении описанных действий, установки антенны приёмника над пунктом с помощью штатива, специальной вехи или непосредственно на пункте, центрировании и нивелировании антенны, измерении высоты до специальной метки с точностью 1 мм, заполнении журнала наблюдений. В процессе проведения наблюдений необходимо контролировать неизменность положения антенны приёмника, количество наблюдаемых спутников и значение PDOP. Все изменения, в том числе внешних условий наблюдений записываются в журнале. Спутниковые определения относятся к фазовому центру антенны, поэтому измерение высоты антенны выполняется дважды – при установке и при окончании сеанса. В случае, если измеренная высота отличается более чем на 2 мм, то целесообразно исключить сеанс из дальнейшей обработки, до 2 мм – результат усредняется и записывается в журнал. Спутниковые приемники работают в температурном диапазоне, установленном производителем. Атмосферные осадки, как правило не влияют на работу, необходимо только следить за тем, чтобы на поверхности антенны не накапливалась вода или снег. Сбои в измерениях могут вызывать разряды атмосферного электричества. Так же нежелательно работать вблизи ЛЭП с напряжением выше 35кВ.

Предобработка

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

варительная 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. На данном этапе так же оценивается качество выполненных наблюдений, создаётся отчёт о замыкании полигонов, на основании которого делается вывод о пригодности измерений, наличии грубых ошибок.

Определение параметров перехода (трансформации) к локальной СК.

В нашей стране приняты различные системы координат и высот, данные пунктов Государственной геодезической сети как правило носят различные ограничительные грифы и закрыты для свободного использования. В отличие от них, данные пунктов в региональных и местных системах координат допустимо использовать без значимых ограничений. К тому же СГА работает в привязке к положению спутников и связанной с ними системе координат, как правило все измерения проводятся в общемировой геодезической системе координат WGS-84. Прямые преобразования из данной системы координат в местную или региональную в силу ряда причин (отсутствие или закрытость параметров перехода) могут быть затруднены или невозможны. В таких случаях выполняют вычисления параметров, используя координаты пунктов в нужной системе. Для преобразования необходимо иметь не менее 4, если выполняются только плановые определения и не менее 5 исходных пунктов, если выполняются определения координат и высот.

Уравнивание и оценка точности результатов измерений

После предварительной обработки выполняется уравнивание. Уравнивание производится в несколько этапов.

На первом этапе выполняется так называемое «свободное» уравнивание, которое производится без фиксирования координат опорных пунктов. Данный процесс позволяет оценить всю сеть целиком и качество каждого пункта в отдельности. Особенность этапа заключается в отсутствии влияния ошибок координат исходных пунктов. В результате возможно принятие решения об исключении или повторного выполнения отдельных измерений.

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 уравненных координат и высот с оценкой точности каждого определяемого пункта.

Использование программного обеспечения В настоящее время рынок программного обеспечения довольно широк, выбор конкретного продукта зависит от требуемых функциональных возможностей, стоимости, затрат на внедрение и личных предпочтений исполнителей.

В настоящее время функцию уравнивания спутниковых геодезических измерений как в отдельности, так и совместно с традиционными, добавили в CREDO DAT.

Основные функции, которые как правило, входят в програм-

му для обработки спутниковых измерений:

- импорт данных измерений «своего» формата и универсального обменного формата «RINEX»;
- предварительная обработка и оценка точности векторов сети;
- уравнивание и оценка точности результатов измерений;
- экспорт результатов обработки.

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.



Рис. 1: ГНСС приемник Trimble R8s GNSS

Таблица 1 – 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, GSOF, RT17 и RT27, поддержка BINEX и сглаженной несущей)
Поддерживаемые эфирные протоколы	Trimble, Pacific Crest, SATEL
Форматы записи спутниковых измерений	t02

Продолжение таблицы 1.

Встроенная память	56Мб
Размер (d, h), мм	190 x 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 RTK, в часах	5.0
Вход внешнего питания, В	11-28
Веб-интерфейс	есть
Измерение фазы несущей частоты с низким уровнем шума	есть
Технология подавления многолучёвост	есть

Тахеометр Trimble M3 DR 3''



Рис. 2: Тахеометр Trimble M3 DR 3''

Таблица 2 – 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	33x
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	$\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$
В точном безотражательном режиме	$\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$
Трегер	Съемный, 3-штырьковый, типа Wild

Продолжение таблицы 2.

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	$\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$
В точном безотражательном режиме	$\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$
Трегер	Съемный, 3-штырьковый, типа Wild

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 $2''$.



Рис. 3: Теодолит электронный DT2A

Таблица 3 – 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	до $1^{\circ} 30'$
Трегер	съемный, типа Wild
Отвес	лазерный

Продолжение таблицы 3.

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



Рис. 4: Цифровой нивелир DL-202

Таблица 4 – Технические характеристики цифрового нивелира DL-202

Точность нивелирования (СКО на 1 км двойного хода)	электронное измерение на фиберглассовую 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
Точность круглого пузырькового уровня	8'/ 2 мм

Продолжение таблицы 4.

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

1. Поверка круглого уровня

Выполнение: Вращая подъемные винты подставки нивелира, приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Затем поворачивают уровень вместе со зрительной трубой нивелира по азимуту на 180° . Если при этом пузырек останется в центре ампулы, то условие выполнено. В противном случае, действуя исправительными винтами уровня, перемещают пузырек на половину дуги отклонения его от нуль-пункта в направлении к центру ампулы, а на вторую половину отклонения — при помощи подъемных винтов. После этого вновь производят поверку. Так поступают до тех пор, пока условие не будет выполнено.

Результат: Поверка выполняется.

2. Вертикальная нить сетки должна совпадать с отвесом (быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира).

Выполнение: Для выполнения этой поверки в защищенном от ветра месте подвешивают на тонком шнуре тяжелый отвес. На расстоянии 20—25 м от отвеса устанавливают поверяемый нивелир и приводят его в рабочее положение (при помощи элевационного винта совмещают видимые в поле зрения трубы концы пузырька цилиндрического уровня). Затем один конец вертикальной нити сетки совмещают с отвесом. Если другой конец этой нити отойдет от отвеса более, чем на 0,5 мм, то исправляют установку сетки в зрительной трубе. Для этого снимают окулярную часть зрительной трубы и отпускают винты, крепящие оправу пластинки с сеткой нитей к корпусу трубы. Затем, перемещая пластинку, устанавливают сетку в соответствующее положение, закрепляют винты и присоединяют окуляр, и вновь повторяют эту поверку.

Результат: Поверка выполняется.

3. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.

Выполнение: Проверка этих условий выполняется двойным нивелированием пары точек способом ”из середины” и ”вперед”(рис.33). Для этого закрепляют неподвижно две нивелирные рейки на расстоянии 60-90 м, а нивелир устанавливают между ними на середину с погрешностью 1 м. Расстояния до реек измеряют нитяным дальномером. Определяют превышение между рейками при двух горизонтах прибора, как разность отсчетов на заднюю и переднюю рейки. Превышение, полученное при одном горизонте прибора, не должно отличаться от превышения, полученного при втором горизонте прибора, не более 3 мм. Затем выбирают вторую станцию на расстоянии предела фокусирования (2...3 м) от одной из реек и берут по ней отсчет. Используя этот отсчет и превышение, полученное на первой станции вычисляют отсчет по дальней рейке.

Результат: Поверка выполняется.

1. Поверка цилиндрического уровня

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

Выполнение: 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° вертикальной оси и проверьте движение пузыря цилиндрического уровня. Если пузырь переместился, следует выполнить юстировку.

Вывод: Поверка выполняется.

Юстировка: Отрегулируйте положение пузырька уровня 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° 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: 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.

Вывод: Поверка выполняется.

Юстировка: Действуя юстировочной шпилькой, повернуть юстировочные винты, пока пузырьёк 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: Тщательно отгоризонтируйте инструмент на трегере. 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.

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: 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. Наведитесь на А. Ослабьте затяжной винт вертикальной наводки и поверните трубу на 180° вокруг горизонтальной оси инструмента т.о. чтобы труба показывала в противоположную сторону. Наведитесь на точку В и закрепите затяжной винт вертикальной наводки. Ослабьте затяжной винт горизонтальной наводки и поверните трубу на 180° вокруг вертикальной оси инструмента т.о. чтобы труба показывала в противоположную сторону. Наведитесь на точку А и закрепите затяжной винт горизонтальной наводки. Ослабьте затяжной винт вертикальной наводки и поверните трубу на 180° 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.

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.

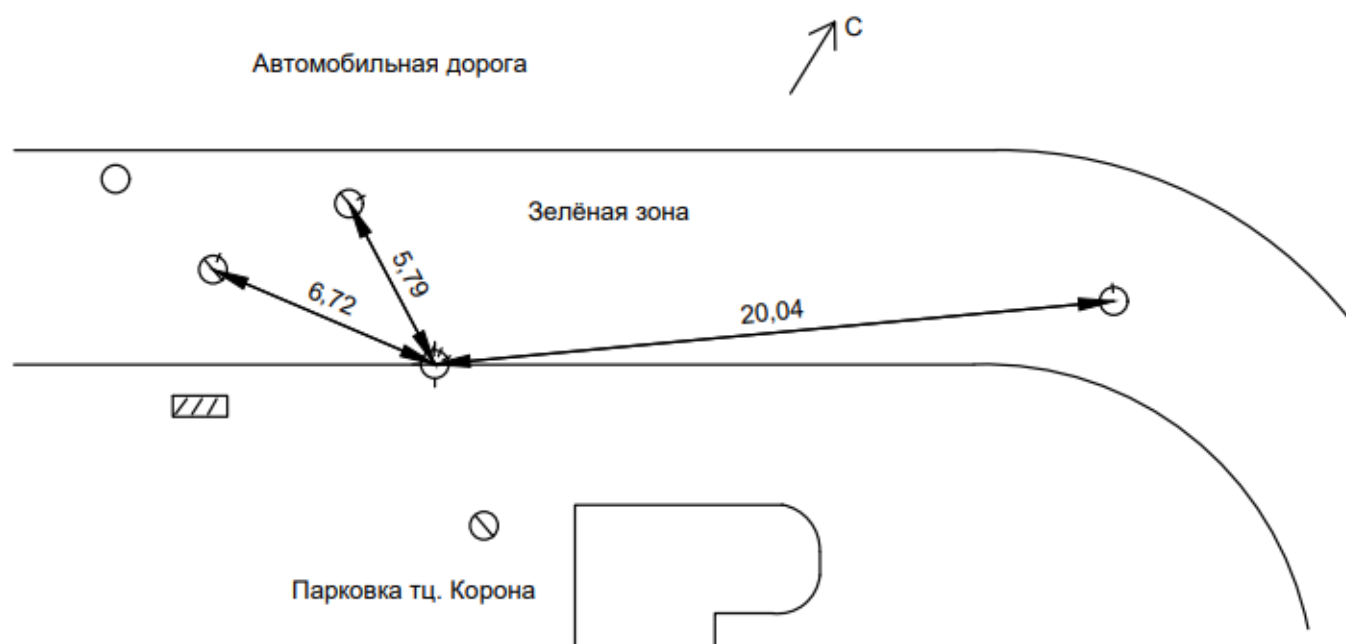
Главное условие: Вертикальная ось теодолита должна находиться над точкой центрирования когда лазерный визир будет попадать на точку центрирования.

Выполнение: 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° 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 регулировка состоящая из следующих процедур.

Вывод: Поверка выполняется.

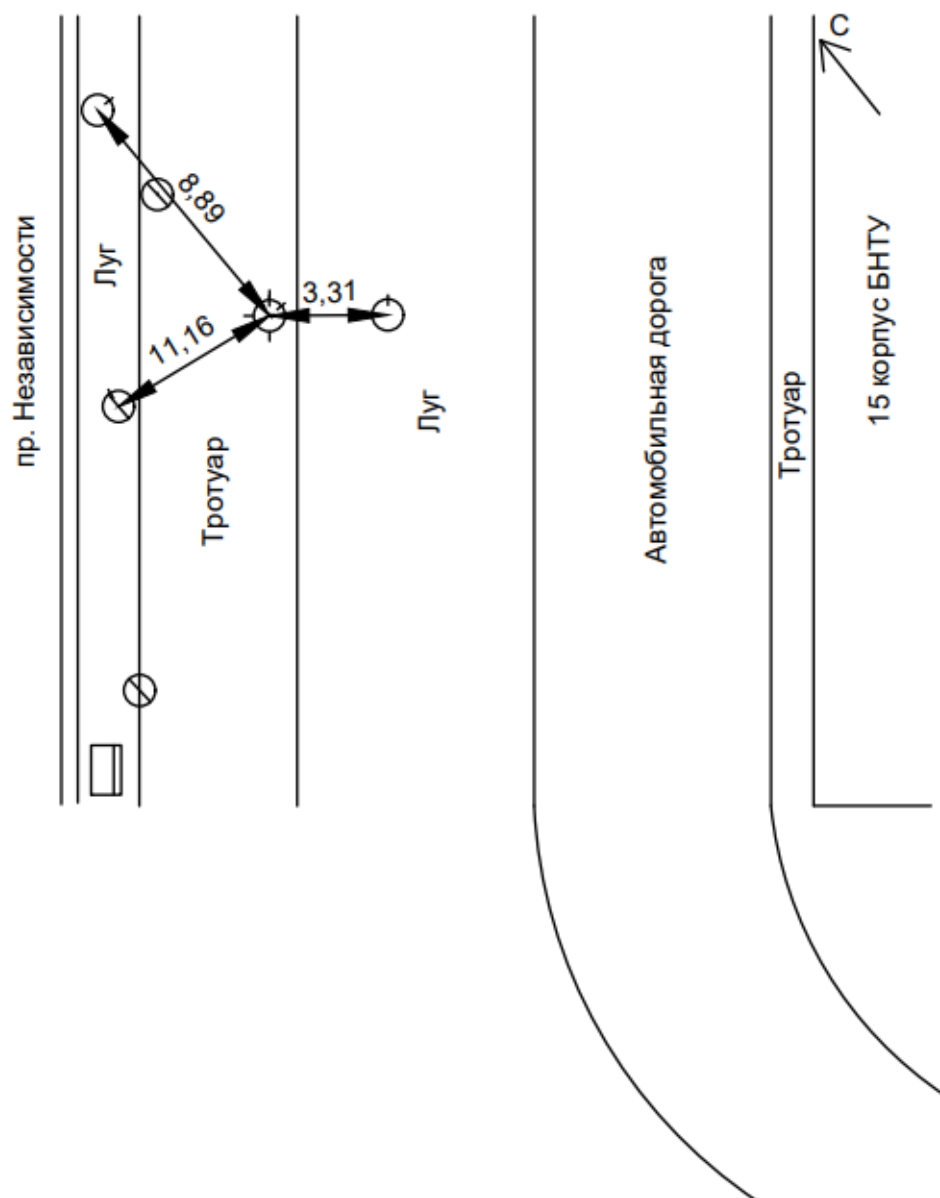
Юстировка: Отвинтите крышку регулировочной части окуляра отвеса. Под ней находятся 4 регулировочных винта воротков. Отрегулируйте положение воротков окуляра с помощью шпильки из набора аксессуаров т. о. чтобы передвинуть первоначальную точку центрирования к лазерному визирю на $\frac{1}{2}$ величины её отклонения от визира. Поверните инструмент на 180° 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 Г. Абрисы пунктов



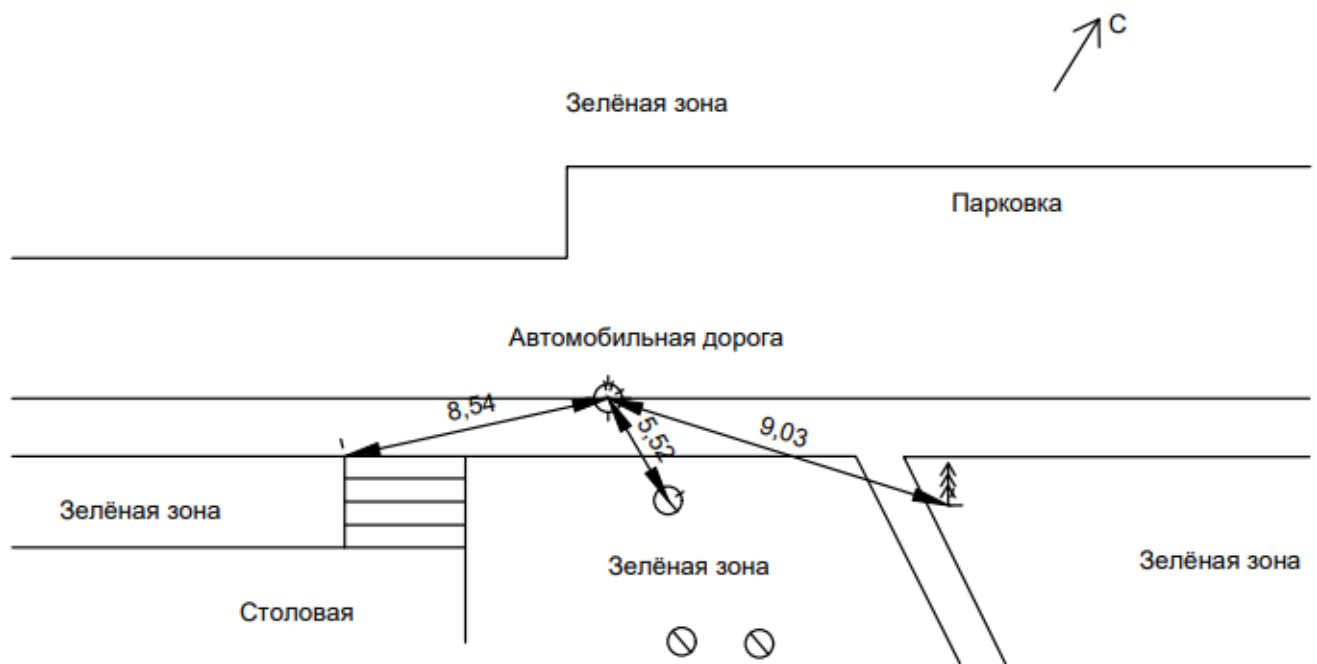
Пункт 2141
(Шуруп в бардюре)

Республика Беларусь, г. Минск, Северо-Восточная часть
Минска, Первомайский район, пункт расположен в
бардюре возле парковки тц. Корона и втозаправки
В 6,72 м. от люка.
В 5,79 м. от люка.
В 20,04 м. фонарного столба.



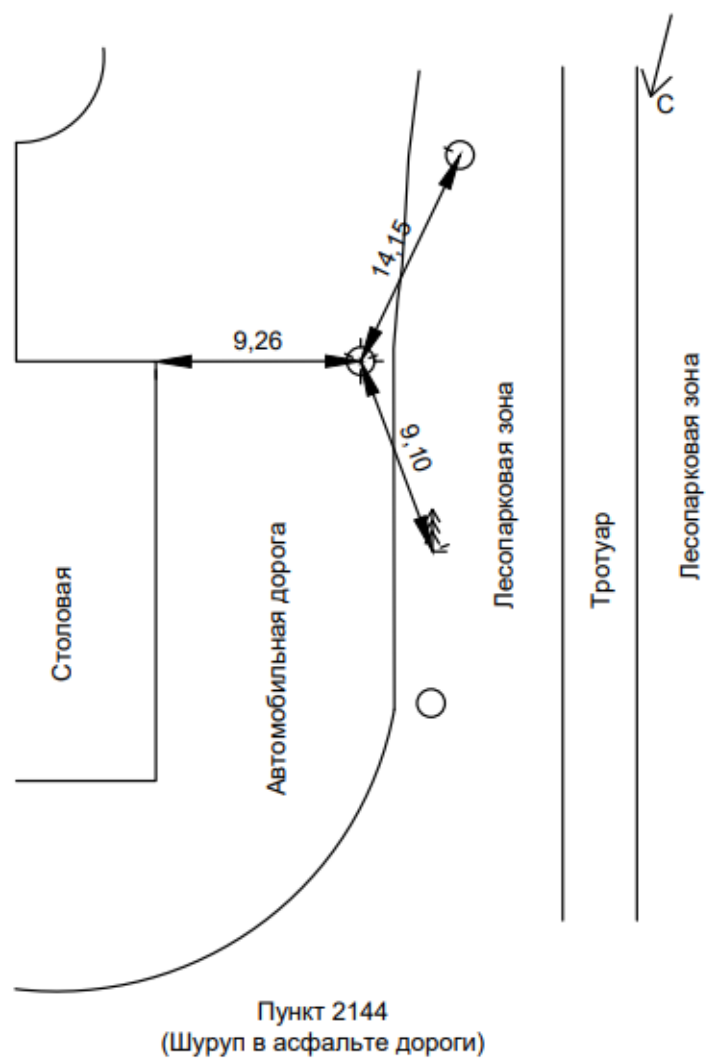
Пункт 2142
(Шуруп в тротуаре)

Республика Беларусь, г. Минск, Северо-Восточная часть
Минска, Первомайский район, пункт расположен в
тротуаре возле пр. Независимости и выхода ст. м.
Борисовский тракт.
В 3,31 м. от рекламного столба.
В 8,89 м. от Фонарного столба.
В 4,99 м. от края люка.

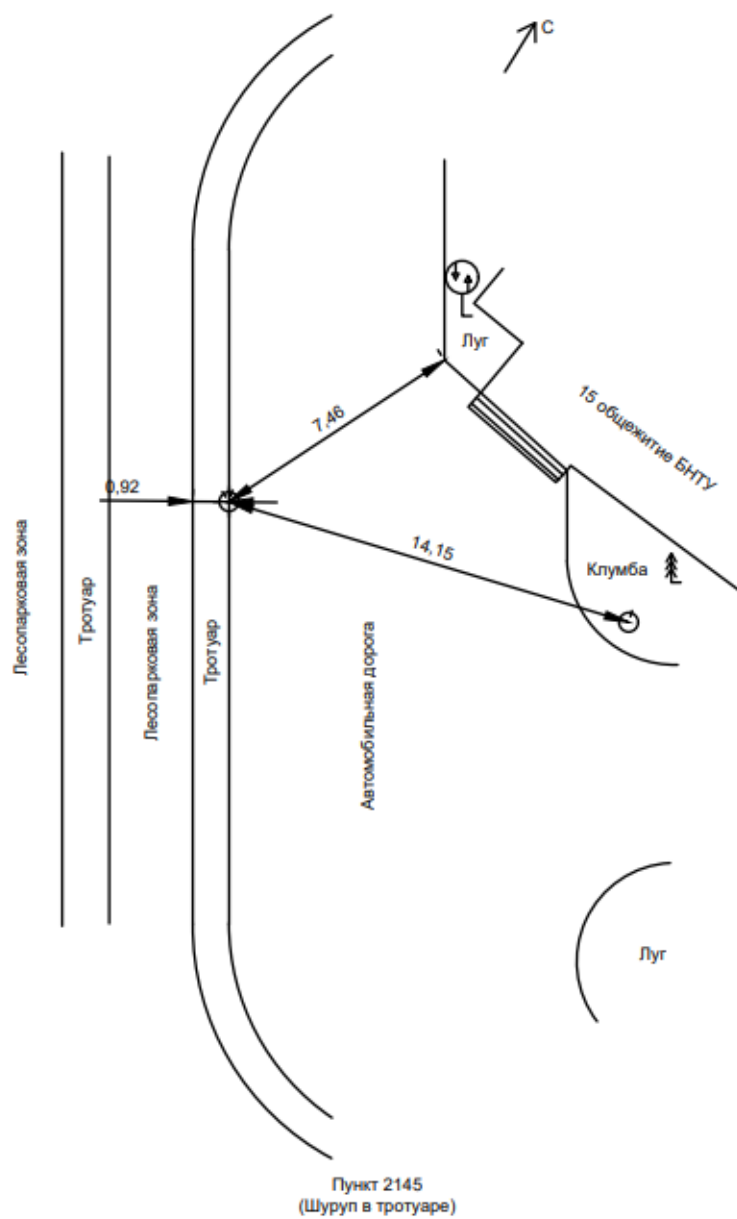


Пункт 2143
(Шуруп в бардюре)

Республика Беларусь, г. Минск, Северо-Восточная часть
Минска, Первомайский район, пункт расположен в
бардюре тротуаре столовой БНТУ .
В 8,54 м от угла лестницы.
В 7,46 м. от люка.
В 14,15 м. от дерева.



Республика Беларусь, г. Минск, Северо-Восточная часть
Минска, Первомайский район, пункт расположен в
асфальте дороги возле лесопарковой зоны столовой БНТУ.
В 9,26 м. от угла здания.
В 14,15 м. от железной трубы.
В 9,10 м. от дерева.



Республика Беларусь, г. Минск, Северо-Восточная часть
Минска, Первомайский район, пункт расположен в
тротуаре возле 15 общежития БНТУ и лесопарковой
зонны.

В 0,92 м от каменной стены.

В 7,46 м. от угла поворота бордюра.

В 14,15 м. от фонарного столба.

Приложение Д. Ведомость круговых приёмов

Способ круговых приемов (горизонтальные направления)

Цель	Отсчеты (КЛ/КП)	(КЛ+КП)/2	Среднее, приведенно е к нулю	Среднее из приемов	d	v	v*v
1	2	3	4	5	6	7	8
Станция 2144							
Прием 1							
2142	198°22'54" 18°22'56"	198°22'55"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-2,250000	5,063
2145	0°00'00" 180°00'03"	0°00'01"	161°37'07"	161°37'11"	4,500000	2,250000	5,063
q = $-(\sum d)/n = -2,250000/n$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 2							
2142	228°32'00" 48°32'54"	228°32'27"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	11,750000	138,062
2145	30°10'00" 210°10'03"	30°10'01"	161°37'35"	161°37'11"	-23,500000	-11,750000	138,062
q = $-(\sum d)/n = 11,750000/n$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 3							
2142	258°42'53" 78°42'52"	258°42'53"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,000000	0,000
2145	60°20'02" 240°20'05"	60°20'04"	161°37'11"	161°37'11"	0,000000	0,000000	0,000
q = $-(\sum d)/n = 0,000000/n$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 4							
2142	288°52'57" 108°52'59"	288°52'58"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-3,000000	9,000
2145	90°30'01" 270°30'05"	90°30'03"	161°37'05"	161°37'11"	6,000000	3,000000	9,000
q = $-(\sum d)/n = -3,000000/n$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 5							
2142	319°02'58" 139°02'59"	319°02'59"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-3,500000	12,250
2145	120°40'04" 300°40'01"	120°40'03"	161°37'04"	161°37'11"	7,000000	3,500000	12,250
q = $-(\sum d)/n = -3,500000/n$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 6							
2142	349°12'58" 169°13'00"	349°12'59"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-3,000000	9,000
2145	150°50'05" 330°50'03"	150°50'04"	161°37'05"	161°37'11"	6,000000	3,000000	9,000
q = $-(\sum d)/n = -3,000000/n$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
m (ошибка ед.веса) = 8,327665 m (СКО уравнен. на станции направления) = 3,399755							
Станция 2142							
Прием 1							
2144	0°00'00" 180°00'02"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,104167	0,011

1	2	3	4	5	6	7	8
2143	343°51'11" 163°51'12"	343°51'12"	343°51'10"	343°51'10"	-0,208333	-0,104167	0,011
2144	0°00'01" 180°00'02"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,104167	0,011
2143	0°00'00" 180°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-34,854167	1214,813
МОСТ	236°54'06" 56°54'55"	236°54'30"	236°54'30"	236°55'39"	69,708333	34,854167	1214,813
2143	0°00'03" 179°59'59"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-34,854167	1214,813
$q = -(\sum d)/n = \frac{-34,8541}{67}$ Незам. КЛ = $\frac{3,00000}{0}$ Незам. КЛ = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,50000}{0}$							
Прием 2							
2144	30°10'00" 210°10'03"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,354167	0,125
2143	14°01'11" 194°01'13"	14°01'12"	343°51'11"	343°51'10"	-0,708333	-0,354167	0,125
2144	30°10'01" 210°10'01"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,354167	0,125
2143	30°10'00" 210°10'01"	30°10'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	126,770833	16070,844
МОСТ	267°14'56" 87°04'53"	267°09'55"	236°59'53"	236°55'39"	-253,541667	-126,770833	16070,844
2143	30°10'03" 210°10'02"	30°10'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	126,770833	16070,844
$q = -(\sum d)/n = \frac{126,770}{922}$ Незам. КЛ = $\frac{3,00000}{0}$ Незам. КЛ = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{2,00000}{0}$							
Прием 3							
2144	60°20'01" 240°20'04"	60°20'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,104167	0,011
2143	44°11'12" 224°11'12"	44°11'12"	343°51'10"	343°51'10"	-0,208333	-0,104167	0,011
2144	60°20'02" 240°20'00"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,104167	0,011
МОСТ	297°14'56" 117°14'56"	297°14'56"	236°54'55"	236°55'39"	44,708333	22,354167	499,709
2143	60°20'02" 240°20'00"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-22,354167	499,709
2143	60°20'01" 240°20'02"	60°20'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-22,354167	499,709
$q = -(\sum d)/n = \frac{-22,3541}{67}$ Незам. КЛ = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. КЛ = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,5000}{00}$							
Прием 4							
2144	90°30'01" 270°30'00"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,520833	0,271
2143	74°21'09" 254°21'11"	74°21'10"	343°51'09"	343°51'10"	1,041667	0,520833	0,271
2144	90°30'03" 270°30'00"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,520833	0,271
2143	90°30'01" 270°30'01"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-23,229167	539,594
2143	90°30'02"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-23,229167	539,594

1	2	3	4	5	6	7	8
	270°30'00"						
МОСТ	327°24'54"	327°24'54"	236°54'53"	236°55'39"	46,458333	23,229167	539,594
	147°24'54"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{-23,2291}{67}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,00000}{0}$							
Прием 5							
2144	120°39'59"	120°40'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,395833	0,157
	300°40'00"						
2143	104°31'09"	104°31'09"	343°51'09"	343°51'10"	0,791667	0,395833	0,157
	284°31'09"						
2144	120°40'00"	120°40'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,395833	0,157
	300°40'00"						
2143	120°40'03"	120°40'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-22,479167	505,313
	300°40'00"						
МОСТ	357°34'56"	357°34'56"	236°54'55"	236°55'39"	44,958333	22,479167	505,313
	177°34'55"						
2143	120°40'00"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-22,479167	505,313
	300°40'01"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{-22,4791}{67}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 6							
2144	150°49'58"	150°49'59"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,354167	0,125
	330°50'00"						
2143	134°41'13"	134°41'10"	343°51'11"	343°51'10"	-0,708333	-0,354167	0,125
	314°41'08"						
2144	150°50'02"	150°50'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,354167	0,125
	330°49'59"						
МОСТ	27°44'54"	27°44'54"	236°54'52"	236°55'39"	47,708333	23,854167	569,021
	207°44'54"						
2143	150°50'02"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-23,854167	569,021
	330°50'03"						
2143	150°50'04"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-23,854167	569,021
	330°50'00"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{-23,8541}{67}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-3,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,50000}{0}$							
m (ошибка ед.веса) = 88,089260					m (СКО уравнен. на станции направления) = 35,962290		
Станция 2145							
Прием 1							
2130	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,520833	0,271
	180°00'01"						
2144	193°08'06"	193°08'06"	193°08'06"	193°08'05"	-1,041667	-0,520833	0,271
	13°08'06"						
2130	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,520833	0,271
	180°00'00"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,52083}{3}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,50000}{0}$							
Прием 2							
2130	30°10'00"	30°10'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,729167	0,532
	210°10'01"						
2144	223°18'05"	223°18'05"	193°08'03"	193°08'05"	1,458333	0,729167	0,532
	43°18'04"						
2130	30°10'02"	30°10'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,729167	0,532

1	2	3	4	5	6	7	8
	210°10'02"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,72916}{7}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,50000}{0}$							
Прием 3							
2130	60°20'01" 240°20'01"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,604167	0,365
2144	253°28'04" 73°28'05"	253°28'05"	193°08'04"	193°08'05"	1,208333	0,604167	0,365
2130	60°20'03" 240°19'59"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,604167	0,365
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,60416}{7}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,00000}{0}$							
Прием 4							
2130	90°30'01" 270°30'00"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,770833	0,594
2144	283°38'07" 103°38'06"	283°38'07"	193°08'06"	193°08'05"	-1,541667	-0,770833	0,594
2130	90°29'59" 270°30'01"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,770833	0,594
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,77083}{2}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,5000}{0}$							
Прием 5							
2130	120°40'00" 300°39'59"	120°39'59"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,020833	0,000
2144	313°48'05" 133°48'06"	313°48'06"	193°08'05"	193°08'05"	-0,041667	-0,020833	0,000
2130	120°40'02" 300°40'02"	120°40'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,020833	0,000
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,02083}{2}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{2,50000}{0}$							
Прием 6							
2130	150°50'02" 330°50'03"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,020833	0,000
2144	343°58'06" 163°58'05"	343°58'06"	193°08'05"	193°08'05"	-0,041667	-0,020833	0,000
2130	150°40'50" 330°49'59"	150°49'59"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,020833	0,000
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,02083}{2}$ Незам.КП = $\frac{-3,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-4,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-3,5000}{0}$							
m (ошибка ед.веса) = 0,839767 m (СКО уравнен. на станции направления) = 0,342833							
Станция 2130							
Прием 1							
2131	0°00'00" 180°00'02"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,541667	0,293
2145	253°42'09" 73°42'09"	253°42'09"	253°42'07"	253°42'09"	1,083333	0,541667	0,293
2131	0°00'02" 180°00'02"	0°00'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,541667	0,293
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,54166}{7}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 2							
2131	30°10'00" 210°10'01"	30°10'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,208333	0,043

1	2	3	4	5	6	7	8
2145	283°52'10" 103°52'10"	283°52'10"	253°42'09"	253°42'09"	-0,416667	-0,208333	0,043
2131	30°10'02" 210°10'01"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,208333	0,043
q = -(Σd)/n = $\frac{0,20833}{2}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 3							
2131	60°20'01" 240°20'02"	60°20'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,083333	0,007
2145	314°02'13" 134°02'07"	314°02'10"	253°42'09"	253°42'09"	-0,166667	-0,083333	0,007
2131	60°20'02" 240°20'00"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,083333	0,007
q = -(Σd)/n = $\frac{0,08333}{2}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,50000}{0}$							
Прием 4							
2131	90°30'01" 270°30'01"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,458333	0,210
2145	344°12'11" 164°12'10"	344°12'10"	253°42'09"	253°42'09"	-0,916667	-0,458333	0,210
2131	90°30'02" 270°30'00"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,458333	0,210
q = -(Σd)/n = $\frac{0,45833}{2}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,00000}{0}$							
Прием 5							
2131	120°40'00" 300°40'01"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,708333	0,502
2145	14°22'11" 194°22'11"	14°22'11"	253°42'10"	253°42'09"	-1,416667	-0,708333	0,502
2131	120°40'03" 300°40'00"	120°40'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,708333	0,502
q = -(Σd)/n = $\frac{0,70833}{2}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 6							
2131	150°50'02" 330°50'03"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,916667	0,840
2145	44°32'08" 224°32'10"	44°32'09"	253°42'07"	253°42'09"	1,833333	0,916667	0,840
2131	150°50'04" 330°50'00"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,916667	0,840
q = -(Σd)/n = $\frac{-0,91666}{2}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-3,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,50000}{0}$							
m (ошибка ед.веса) = 0,870823				m (СКО уравнен. на станции направления) = 0,355512			
Станция 2131							
Прием 1							
2130	288°36'37" 108°36'07"	288°36'22"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-20,041667	401,668
0320	0°00'00" 180°00'02"	0°00'01"	71°23'39"	71°24'19"	40,083333	20,041667	401,668
q = -(Σd)/n = $\frac{-20,0416}{67}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 2							
0320	30°10'02"	30°10'01"	71°23'27"	71°24'19"	52,083333	26,041667	678,168

1	2	3	4	5	6	7	8
	210°10'01"						
2130	318°46'35"	318°46'35"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-26,041667	678,168
	138°46'34"						
q = -(Σd)/n = $\frac{-26,0416}{67}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 3							
2130	348°56'34"	348°51'35"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	123,458333	15241,960
	168°46'35"						
0320	60°20'01"	60°20'01"	71°28'26"	71°24'19"	-246,916667	-123,458333	15241,960
	240°20'00"						
q = -(Σd)/n = $\frac{123,458}{233}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 4							
2130	19°06'34"	19°06'34"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-26,541667	704,460
	199°06'34"						
0320	90°30'00"	90°30'00"	71°23'26"	71°24'19"	53,083333	26,541667	704,460
	270°30'00"						
q = -(Σd)/n = $\frac{-26,5416}{67}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 5							
2130	49°16'34"	49°16'34"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-25,791667	665,210
	229°16'34"						
0320	120°40'02"	120°40'02"	71°23'27"	71°24'19"	51,583333	25,791667	665,210
	300°40'01"						
q = -(Σd)/n = $\frac{-25,7916}{67}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
Прием 6							
0320	150°50'03"	150°50'02"	71°23'29"	71°24'19"	50,083333	25,041667	627,085
	330°50'02"						
2130	79°26'33"	79°26'33"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-25,041667	627,085
	259°26'34"						
q = -(Σd)/n = $\frac{-25,0416}{67}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
m (ошибка ед.веса) = 85,600355						m (СКО уравнен. на станции направления) = 34,946199	
Станция 0320							
Прием 1							
2131	188°59'26"	188°59'26"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,500000	0,250
	8°59'25"						
2143	0°00'00"	0°00'00"	171°00'35"	171°00'36"	1,000000	0,500000	0,250
	180°00'00"						
18032	93°59'14"	93°59'13"	93°59'13"	93°59'11"	-2,333333	-1,166667	1,361
	273°59'12"						
2143	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	1,166667	1,361
	179°59'59"						
2143	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	1,166667	1,361
	180°00'00"						
q = -(Σd)/n = $\frac{1,16666}{7}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 2							
2131	219°09'28"	219°09'25"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,500000	0,250
	39°09'24"						
18032	124°09'10"	124°09'10"	93°59'10"	93°59'11"	0,666667	0,333333	0,111
	304°09'11"						

1	2	3	4	5	6	7	8
2143	30°10'01" 210°10'01"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,333333	0,111
2143	30°10'02" 210°10'01"	30°10'01"	171°00'37"	171°00'36"	-1,000000	-0,500000	0,250
2143	30°10'00" 210°10'00"	30°10'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,333333	0,111
$q = -(\sum d)/n = -0,333333$ Незам.КП = $\frac{1,000000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,000000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,000000}{0}$							
Прием 3							
2131	249°19'25" 69°19'26"	249°19'26"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,500000	0,250
2143	60°20'01" 240°20'03"	60°20'02"	171°00'37"	171°00'36"	-1,000000	-0,500000	0,250
2143	60°20'00" 240°20'00"	60°20'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,833333	0,694
18032	154°19'11" 334°19'08"	154°19'09"	93°59'09"	93°59'11"	1,666667	0,833333	0,694
2143	60°20'02" 240°20'00"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,833333	0,694
$q = -(\sum d)/n = -0,833333$ Незам.КП = $\frac{2,000000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,000000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,000000}{0}$							
Прием 4							
2131	279°29'27" 99°29'26"	279°29'26"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,500000	0,250
2143	90°30'00" 270°30'02"	90°30'01"	171°00'35"	171°00'36"	1,000000	0,500000	0,250
18032	184°29'09" 4°29'15"	184°29'12"	93°59'11"	93°59'11"	-0,583333	-0,291667	0,085
2143	90°30'01" 270°30'02"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,291667	0,085
2143	90°30'00" 270°30'00"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,291667	0,085
$q = -(\sum d)/n = 0,291667$ Незам.КП = $\frac{1,000000}{0}$ Незам.КП = $\frac{2,000000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,500000}{0}$							
Прием 5							
2131	309°39'25" 129°39'25"	309°39'25"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,250000	0,062
2143	120°40'00" 300°40'02"	120°40'01"	171°00'36"	171°00'36"	-0,500000	-0,250000	0,062
2143	120°40'02" 300°40'02"	120°40'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,333333	0,111
18032	214°39'10" 34°39'13"	214°39'11"	93°59'10"	93°59'11"	0,666667	0,333333	0,111
2143	120°40'01" 300°40'01"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,333333	0,111
$q = -(\sum d)/n = -0,333333$ Незам.КП = $\frac{1,000000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,000000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,000000}{0}$							
Прием 6							
2131	339°49'25" 159°49'27"	339°49'26"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,250000	0,063
18032	244°49'13" 64°49'11"	244°49'12"	93°59'11"	93°59'11"	-0,083333	-0,041667	0,002

1	2	3	4	5	6	7	8
2143	150°50'01" 330°50'00"	150°50'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,041667	0,002
2143	150°50'03" 330°50'01"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,041667	0,002
2143	150°50'01" 330°50'01"	150°50'01"	171°00'35"	171°00'36"	0,500000	0,250000	0,063
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,25000}{0}$ Незам.КП = Незам.КП = Незам. среднее =							
m (ошибка ед.веса) = 0,670820 m (СКО уравнен. на станции направления) = 0,273861							
Станция 2143							
Прием 1							
2142	0°00'00" 180°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,500000	0,250
2142	0°00'00" 180°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,500000	0,250
0320	153°19'43" 333°19'46"	153°19'44"	153°19'44"	153°19'45"	1,000000	0,500000	0,250
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,50000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,50000}{0}$							
Прием 2							
2142	30°10'02" 210°10'00"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,250000	0,063
0320	183°29'46" 3°29'45"	183°29'46"	153°19'45"	153°19'45"	0,500000	0,250000	0,063
2142	30°10'00" 210°10'01"	30°10'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,250000	0,063
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,25000}{0}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,50000}{0}$							
Прием 3							
2142	60°20'01" 240°20'00"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,375000	0,141
2142	60°20'01" 240°20'00"	60°20'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,375000	0,141
0320	213°39'44" 33°39'46"	213°39'45"	153°19'45"	153°19'45"	0,750000	0,375000	0,141
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,37500}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,00000}{0}$							
Прием 4							
2142	90°30'01" 270°30'01"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,750000	0,563
0320	243°49'47" 63°49'48"	243°49'48"	153°19'47"	153°19'45"	-1,500000	-0,750000	0,563
2142	90°30'00" 270°30'01"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,750000	0,563
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,75000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,50000}{0}$							
Прием 5							
2142	120°39'58" 300°40'02"	120°40'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,500000	0,250
0320	273°59'49" 93°59'44"	273°59'47"	153°19'46"	153°19'45"	-1,000000	-0,500000	0,250
2142	120°40'00" 300°40'01"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,500000	0,250

1	2	3	4	5	6	7	8
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,50000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,5000}{00}$							
Прием 6							
0320	304°09'45"	304°09'46"	153°19'45"	153°19'45"	0,250000	0,125000	0,016
	124°09'47"						
2142	150°50'02" 330°50'02"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,125000	0,016
2142	150°50'02" 330°49'58"	150°50'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,125000	0,016
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,12500}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-4,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-2,0000}{00}$							
m (ошибка ед.веса) = 0,715891				m (СКО уравнен. на станции направления) = 0,292261			
Станция МОСТ							
Прием 1							
2142	0°00'01" 180°00'02"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,187500	5653,160
2141	288°15'40" 108°16'41"	288°15'41"	288°15'39"	288°18'10"	150,375000	75,187500	5653,160
2142	0°00'00" 180°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,187500	5653,160
$q = -(\sum d)/n = \frac{-75,1875}{00}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 2							
2142	30°10'03" 210°10'04"	30°10'03"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,687500	5728,598
2141	318°25'41" 138°25'41"	318°25'41"	288°15'39"	288°18'10"	151,375000	75,687500	5728,598
2142	30°10'00" 210°10'03"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,687500	5728,598
$q = -(\sum d)/n = \frac{-75,6875}{00}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{2,00000}{0}$							
Прием 3							
2142	60°20'05" 240°20'03"	60°20'04"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,812500	5747,535
2141	348°35'40" 168°35'44"	348°35'42"	288°15'38"	288°18'10"	151,625000	75,812500	5747,535
2142	60°20'02" 240°20'05"	60°20'04"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,812500	5747,535
$q = -(\sum d)/n = \frac{-75,8125}{00}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,50000}{0}$							
Прием 4							
2141	18°45'42" 198°45'41"	18°45'41"	288°15'41"	288°18'10"	149,375000	74,687500	5578,223
2142	90°30'00" 270°30'01"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-74,687500	5578,223
2142	90°30'01" 270°30'02"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-74,687500	5578,223
$q = -(\sum d)/n = \frac{-74,6875}{00}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1,0000}{00}$							
Прием 5							
2142	120°40'04" 300°40'01"	120°40'03"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	376,687500	141893,473
2141	48°55'41"	48°55'42"	288°30'43"	288°18'10"	-753,375000	-376,687500	141893,473

1	2	3	4	5	6	7	8
2142	228°55'43" 119°39'50" 300°40'00"	120°09'55"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	376,687500	141893,473
$q = -(\sum d)/n = \frac{376,687}{500}$ Незам.КП = $\frac{-3614,00}{0000}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1807,5}{00000}$							
Прием 6							
2142	150°50'05" 330°50'03"	150°50'04"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,312500	5671,973
2141	79°05'44" 259°05'42"	79°05'43"	288°15'39"	288°18'10"	150,625000	75,312500	5671,973
2142	150°50'06" 330°50'01"	150°50'03"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-75,312500	5671,973
$q = -(\sum d)/n = \frac{-75,3125}{00}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,5000}{00}$							
m (ошибка ед.веса) = 260,977364 m (СКО уравнен. на станции направления) = 106,54356							
Станция 2141							
Прием 1							
МОСТ	0°00'00" 180°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	29,125000	848,266
18058	240°09'00" 60°09'00"	240°09'00"	240°09'00"	240°08'01"	-58,250000	-29,125000	848,266
МОСТ	359°59'59" 180°00'02"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	29,125000	848,266
$q = -(\sum d)/n = \frac{29,1250}{00}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,00000}{0}$							
Прием 2							
МОСТ	30°10'00" 210°10'03"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	30,625000	937,891
МОСТ	30°10'02" 210°10'01"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	30,625000	937,891
18058	270°19'05" 90°19'03"	270°19'04"	240°09'03"	240°08'01"	-61,250000	-30,625000	937,891
$q = -(\sum d)/n = \frac{30,6250}{00}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,00000}{0}$							
Прием 3							
МОСТ	60°20'02" 240°20'05"	60°20'04"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	30,000000	900,000
18058	300°29'04" 120°29'02"	300°29'03"	240°09'01"	240°08'01"	-60,000000	-30,000000	900,000
МОСТ	60°20'01" 240°19'59"	60°20'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	30,000000	900,000
$q = -(\sum d)/n = \frac{30,0000}{00}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-6,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-3,5000}{00}$							
Прием 4							
МОСТ	90°30'00" 270°30'02"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-30,500000	930,250
18058	330°37'02" 150°37'00"	330°37'01"	240°07'00"	240°08'01"	61,000000	30,500000	930,250
МОСТ	90°30'00" 270°30'01"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-30,500000	930,250
$q = -(\sum d)/n = \frac{-30,5000}{00}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-0,5000}{00}$							
Прием 5							

1	2	3	4	5	6	7	8
18058	0°47'03"	0°47'03"	240°07'03"	240°08'01"	58,500000	29,250000	855,563
	180°47'04"						
МОСТ	120°39'59"	120°40'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-29,250000	855,563
	300°40'02"						
МОСТ	120°40'01"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-29,250000	855,563
	300°40'01"						
q = -(Σd)/n = $-\frac{29,2500}{00}$ Незам.КП = $-\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $-\frac{0,5000}{00}$							
Прием 6							
МОСТ	150°50'03"	150°50'03"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-30,000000	900,000
	330°50'03"						
МОСТ	150°50'06"	150°50'03"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-30,000000	900,000
	330°50'01"						
18058	30°57'04"	30°57'05"	240°07'01"	240°08'01"	60,000000	30,000000	900,000
	210°57'05"						
q = -(Σd)/n = $-\frac{30,0000}{00}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам.КП = $-\frac{2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{0,50000}{0}$							
m (ошибка ед.веса) = 46,355016						m (СКО уравнен. на станции направления) = 18,924356	
Станция 18058							
Прием 1							
18032	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,291667	0,085
	180°00'00"						
18032	0°00'01"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,291667	0,085
	180°00'02"						
2141	180°53'56"	180°53'56"	180°53'55"	180°53'55"	0,583333	0,291667	0,085
	0°53'55"						
q = -(Σd)/n = $-\frac{0,29166}{7}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,50000}{0}$							
Прием 2							
18032	30°10'02"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,041667	0,002
	210°10'01"						
2141	211°03'57"	211°03'57"	180°53'55"	180°53'55"	0,083333	0,041667	0,002
	31°03'56"						
18032	30°10'01"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,041667	0,002
	210°10'01"						
q = -(Σd)/n = $-\frac{0,04166}{7}$ Незам.КП = $-\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам. среднее = $-\frac{0,5000}{00}$							
Прием 3							
18032	60°20'01"	60°20'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,041667	0,002
	240°20'02"						
2141	241°13'56"	241°13'56"	180°53'55"	180°53'55"	0,083333	0,041667	0,002
	61°13'56"						
18032	60°20'00"	60°20'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,041667	0,002
	240°20'00"						
q = -(Σd)/n = $-\frac{0,04166}{7}$ Незам.КП = $-\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $-\frac{2,00000}{0}$ Незам. среднее = $-\frac{1,5000}{00}$							
Прием 4							
18032	90°30'00"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,166667	0,028
	270°30'01"						
2141	271°23'55"	271°23'55"	180°53'55"	180°53'55"	0,333333	0,166667	0,028
	91°23'55"						
18032	90°30'00"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,166667	0,028
	270°29'59"						

1	2	3	4	5	6	7	8
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,16666}{7}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1,0000}{00}$							
Прием 5							
18032	120°40'00"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,166667	0,028
	300°40'01"						
2141	301°33'54" 121°33'56"	301°33'55"	180°53'55"	180°53'55"	0,333333	0,166667	0,028
18032	120°39'59" 300°40'00"	120°40'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,166667	0,028
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,16666}{7}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1,0000}{00}$							
Прием 6							
18032	150°49'59"	150°49'59"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,708333	0,502
	330°49'59"						
2141	331°43'58" 151°43'55"	331°43'57"	180°53'57"	180°53'55"	-1,416667	-0,708333	0,502
18032	150°50'01" 330°50'00"	150°50'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,708333	0,502
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,70833}{2}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1,5000}{00}$							
m (ошибка ед.веса) = 0,508265						m (СКО уравнен. на станции направления) = 0,207498	
Станция 18032							
Прием 1							
0320	0°00'01"	0°00'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,187500	0,035
	180°00'01"						
18058	157°06'34" 337°06'32"	157°06'33"	157°06'32"	157°06'32"	-0,375000	-0,187500	0,035
0320	0°00'00" 180°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,187500	0,035
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,18750}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 2							
0320	30°10'00" 210°10'01"	30°10'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,187500	0,035
	187°16'34"						
18058	7°16'33"	187°16'34"	157°06'33"	157°06'32"	-0,375000	-0,187500	0,035
0320	30°10'01" 210°10'02"	30°10'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,187500	0,035
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,18750}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{-1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1,0000}{00}$							
Прием 3							
18058	217°26'33" 37°26'32"	217°26'33"	157°06'31"	157°06'32"	0,875000	0,437500	0,191
	60°20'02"						
0320	240°20'02"	60°20'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,437500	0,191
0320	60°20'00" 240°20'01"	60°20'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,437500	0,191
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,43750}{0}$ Незам.КП = $\frac{2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,50000}{0}$							
Прием 4							
0320	90°30'01"	90°30'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,437500	0,191
	270°30'02"						
18058	247°36'34"	247°36'34"	157°06'33"	157°06'32"	-0,875000	-0,437500	0,191

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

	67°36'34"						
0320	90°30'00"	90°30'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,437500	0,191
	270°30'01"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,43750}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{1,00000}{0}$							
Прием 5							
0320	120°40'01"	120°40'01"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,437500	0,191
	300°40'00"						
18058	277°46'35"	277°46'33"	157°06'33"	157°06'32"	-0,875000	-0,437500	0,191
	97°46'31"						
0320	120°39'59"	120°40'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	0,437500	0,191
	300°40'00"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{0,43750}{0}$ Незам.КП = $\frac{-2,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{0,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{-1,00000}{0}$							
Прием 6							
0320	150°50'00"	150°50'00"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,812500	0,660
	330°50'00"						
18058	307°56'33"	307°56'32"	157°06'31"	157°06'32"	1,625000	0,812500	0,660
	127°56'30"						
0320	150°50'03"	150°50'02"	0°00'00"	0°00'00"	0,000000	-0,812500	0,660
	330°50'01"						
$q = -(\sum d)/n = \frac{-0,81250}{0}$ Незам.КП = $\frac{3,00000}{0}$ Незам.КП = $\frac{1,00000}{0}$ Незам. среднее = $\frac{2,00000}{0}$							
m (ошибка ед.веса) = 0,722409						m (СКО уравнен. на станции направления) = 0,294922	

Приложение Е. Журнал нивелирования III класса

Таблица 1 - Полигон 1

Ход	Расстояние	Направление	Превышение	Средние превышение	Поправки	Исправленные превышения
от 2142 до 2144	241,79	Прямой Обратный	-4,4298 4,4297	-4,4298	-0,0007	-4,4305
от 2144 до 2145	158,81	Прямой Обратный	-0,6706 0,6708	-0,6707	-0,0005	-0,6711
от 2145 до 2130	83,08	Прямой Обратный	-0,3191 0,3197	-0,3194	-0,0002	-0,3196
2130 до 2131	166,46	Прямой Обратный	0,1401 -0,1402	0,1402	-0,0005	0,1397
2131 до 0320	151,56	Прямой Обратный	-1,2314 1,2314	-1,2314	-0,0004	-1,2318
от 1Т до 2143	142,74	Прямой Обратный	1,5561 -1,5563	1,5562	-0,0004	1,5558
от 2143 до 2142	242,05	Прямой Обратный	4,9582 -4,9584	4,9583	-0,0007	4,9576
1186,49				0,0035		0,0000
		Невязка	3,47			
		Допуск	10,89			

Таблица 2 - Полигон 2

Ход	Расстояние	Направление	Превышение	Средние превышение	Поправки	Исправленные
от 2141 до Мост	418,29	Прямой Обратный	6,7766 -6,7768	6,7767	-0,001	6,7753
от Мост до 2142	408,97	Прямой Обратный	0,3200 -0,3202	0,3201	-0,001	0,3187
от 2142 до 2143	240,5	Прямой Обратный	-4,9582 4,9584	-4,9583	-0,001	-4,9591
от 2143 до 1Т	142,74	Прямой Обратный	-1,5561 1,5563	-1,5562	0,000	-1,5567
0320 до 18032	182,16	Прямой Обратный	-0,0696 0,0698	-0,0697	-0,001	-0,0703
18032 до 18058	113,1	Прямой Обратный	0,1341 -0,1348	0,1345	0,000	0,1341
от 18058 до 2141	165,99	Прямой Обратный	-0,6413 0,6415	-0,6414	-0,001	-0,6420
1671,75				0,0057		0,0000
		Невязка	5,695			
		Допуск	12,93			

Приложение Ж. Ведомость оценки точности положения пунктов

Ведомость оценки точности положения пунктов

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

Тип стороны	Пункт1	Пункт2	Длина линии	Дир. угол	СКОрасстояния	СКО угла	Относительная ошибка	СКО расстояния поперечное	СКОположения
4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2									
Min	0320	2143	142,874	338°39'17"	0,0334	13,3	4283	0,0092	0,0346
Max	МОСТ	2141	269,607	170°31'51"	0,0376	17,7	7165	0,0231	0,0442
По сети			161,474		0,0361	18,6	4477	0,0146	0,0389

Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания

		0,0324	0,0129	0,0327	0,0120	170°58'13"	0,0010
		0,0170	0,0311	0,0323	0,0147	107°11'22"	0,0012
							0,0011
		0,0384	0,0219	0,0385	0,0217	5°00'30"	0,0008
							0,0008
		0,0355	0,0102	0,0355	0,0102	179°42'39"	0,0010
		0,0363	0,0195	0,0376	0,0168	17°06'08"	0,0011
		0,0376	0,0263	0,0377	0,0262	175°36'01"	0,0012
		0,0339	0,0368	0,0396	0,0306	54°28'49"	0,0010
		0,0378	0,0363	0,0429	0,0302	41°26'41"	0,0009

Приложение 3. Каталог пунктов ПВО

Каталог координат и высот пунктов планово-высотного обоснования

Пункт	X	Y	H	Дирекционный угол	На пункт	Сторона	СКО дирекционного угла	СКО расстояния	Относительная ошибка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Исходные									
2131	5967734,060	2231617,158	241,410	276°14'38" 347°38'46"	2130 0320	145,844 166,082	0°00'22,2" 0°00'15,0"	0,0318 0,0327	1:4586 1:5084
2142	5968188,619	2231544,455	246,693	201°28'05" 185°19'19" 62°14'31"	2144 2143 МОСТ	213,783 159,939 409,642	0°00'16,4" 0°00'13,9" 0°00'00,0"	0,0375 0,0354 0,0000	1:5694 1:4523
МОСТ	5968379,405	2231906,956	246,375	242°14'31" 170°31'51"	2142 2141	409,642 269,607	0°00'00,0" 0°00'17,7"	0,0000 0,0376	1:7164
Определяемые									
0320	5967896,296	2231581,625	240,178	167°38'46" 338°39'17" 72°38'35"	2131 2143 18032	166,082 142,874 182,106	0°00'15,0" 0°00'13,3" 0°00'17,9"	0,0327 0,0334 0,0384	1:5084 1:4283 1:4740
2130	5967749,922	2231472,179	241,270	96°14'38" 349°57'01"	2131 2145	145,844 83,025	0°00'22,2" 0°00'23,0"	0,0318 0,0358	1:4586 1:2320
2141	5968113,472	2231951,311	239,600	350°31'51" 230°39'28"	МОСТ 18058	269,607 142,461	0°00'17,7" 0°00'20,7"	0,0376 0,0384	1:7164 1:3713
2143	5968029,370	2231529,620	241,735	5°19'19" 158°39'17"	2142 0320	159,939 142,874	0°00'13,9" 0°00'13,3"	0,0354 0,0334	1:4523 1:4283
2144	5967989,668	2231466,214	242,263	21°28'05" 183°05'16"	2142 2145	213,783 158,225	0°00'16,4" 0°00'20,4"	0,0375 0,0371	1:5694 1:4267
2145	5967831,673	2231457,691	241,592	169°57'01"	2130	83,025	0°00'23,0"	0,0358	1:2320

Приложение И. Схема сети полигонометрии

