

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ГЕОТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

# Методические указания

для выполнения учебной геодезической практики  
*студентами очной формы обучения СФ и ФИСЭ*



Брест 2022

УДК 528.482

Даны пояснения по видам работ, включенных в программы учебных геодезических практик. Издание предназначено для студентов 1-го курса очной формы обучения специальностей АД, ПГС, ЭиУН, ПСИиК, ТВиОББ, ВВОиОВР, МиВХ. Может быть использовано при проведении геодезической практики у студентов заочных форм обучения.

Составители: Л. Ф. Зуева, к. т. н., доцент  
С. Н. Кандыбо, к. т. н., доцент  
Т. В. Смутько, ассистент

Рецензент: Л. А. Черкас, к. т. н., доцент кафедры строительного производства,  
заместитель декана инженерно-строительного факультета  
Гродненского государственного университета им. Я. Купалы

## **Цель, задачи и организация практики**

Учебная геодезическая практика предназначена для закрепления теоретических знаний и практических навыков, полученных студентами на первом курсе обучения, для детального изучения геодезических приборов и приобретения практических навыков работы с ними на местности (в полевых условиях), для получения навыков организации работ, компьютерной обработки результатов измерений и оформления документации.

Практика проводится в летнее время (согласно приказу, подписанному руководством университета) академической группой под руководством назначенного кафедрой ГТК преподавателя. Для выполнения отдельных видов работ группа делится на бригады по 4–5 человек. В бригадах назначаются бригадиры из числа наиболее успевающих, дисциплинированных студентов, имеющих организаторские способности. Бригадиры занимаются организацией работ в своих бригадах.

В первый день практики изучаются правила безопасного ведения топографо-геодезических работ. Руководитель группы проверяет знания и составляет акт инструктажа по технике безопасности. *Лица, не прошедшие инструктаж по технике безопасности, к учебной практике не допускаются.*

Приборы и принадлежности бригада получает в присутствии руководителя. При получении необходимо обращать внимание на исправность и комплектность инструментов. По окончании полевых работ их сдают в геокамеру в исправном состоянии. Ответственность за сохранность инструментов несет бригада в целом.

Бригада самостоятельно выполняет все виды геодезических работ, предусмотренные программой, в установленные для них сроки (приложение 1). Обязательным условием является выполнение каждым студентом всех видов работ.

В конце практики бригады представляют отчет по полевым и камеральным работам, который бригада защищает. Каждому студенту выставляется оценка за практику.

## **1 ПОВЕРКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ**

### **1.1 Поверки оптических нивелиров**

**Нивелир** – прибор, предназначенный для измерения превышений, расстояний по нитяному дальномеру, горизонтальных углов при наличии лимба в конструкции.

При проведении практики могут быть использованы точные и технические нивелиры с контактным (Н-3, Ни-3), накладным цилиндрическим уровнем (ЗН-5Л) или с компенсатором (Pentax. BAL, Jogger и др).

У нивелиров выполняют три поверки [1, с.12–14, 2, с.157–161].

1) **Поверка круглого уровня.** При этом контролируют геометрическое условие: *ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.*

Поверку выполняют приведением пузырька круглого уровня в нуль-пункт при помощи подъемных винтов и поворотом нивелира на  $180^\circ$  для контроля (пузырек не должен выходить за пределы большой окружности). Если отклонение недопустимое, выполняют юстировку исправительными винтами на половину схода пузырька. Поверку повторяют.

2) **Поверка сетки нитей.** Контролируют горизонтальную нить сетки, при этом проверяют геометрическое условие: *горизонтальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна к оси вращения нивелира.*

Поверку выполняют при помощи рейки, установленной вертикально на расстоянии более 15 м от нивелира. Берут отсчеты по рейке по правому и левому краям средней нити (для этого трубу перемещают наводящим винтом). Отсчеты не должны отличаться более чем на 2 мм.

3) **Главное условие нивелира.** Проверяют геометрическое условие: ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси или визирная ось должна быть горизонтальна (для нивелиров с компенсатором).

Поверку выполняют способом «двойного нивелирования вперед». Для этого на ровной местности, на расстоянии примерно 60–100 м друг от друга, забивают колышки, на которые устанавливают нивелирные рейки (рисунок 1).

Нивелир вначале устанавливают вблизи (6–8 м) одной рейки и берут отсчеты по ближней рейке  $B_1$  и дальней  $D_1$ . Затем переносят нивелир ближе к другой рейке, берут отсчеты по ближней рейке  $B_2$  и дальней  $D_2$ .

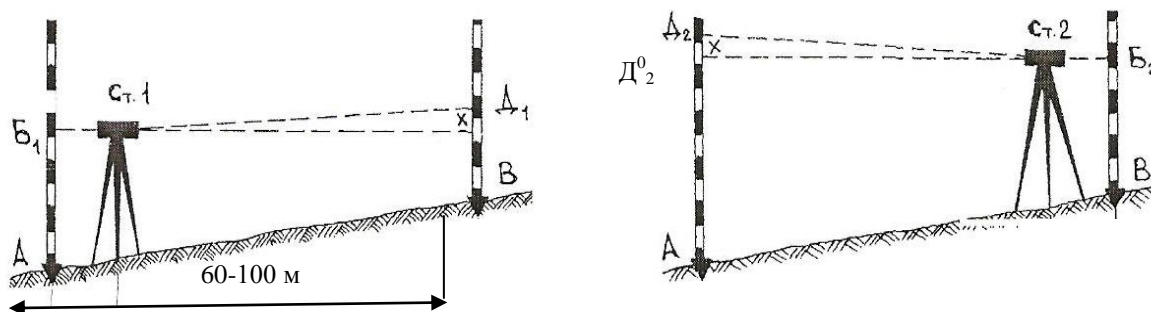


Рисунок 1 – Выполнение поверки главного условия нивелира

Таблица 1– Результаты выполнения поверки главного условия нивелира

№ станции	№ точек визирн.	Наименование отсчетов	Отсчеты по рейкам, мм		Контроль (разность нулей пятко)
			Черная сторона	Красная сторона	
1	A	$B_1$	1624	6409	4785
	B	$D_1$	1282	6065	4783
2	B	$B_2$	1754	6536	4782
	A	$D_2$	2098	6882	4784

При несоблюдении главного условия дальние отсчеты будут содержать одинаковую погрешность  $X$ , которую вычисляют по формуле

$$X = \frac{D_1 + D_2}{2} - \frac{B_1 + B_2}{2}. \quad (1)$$

Величина  $X$  вычисляется дважды по «черным» и «красным» отсчетам

$$X_{ч} = \frac{1282 + 2098}{2} - \frac{1624 + 1754}{2} = +1 \text{ мм}; \quad X_{кр} = \frac{6065 + 6882}{2} - \frac{6409 + 6536}{2} = +2 \text{ мм}.$$

За окончательное значение не параллельности визирной оси и оси цилиндрического уровня (или отклонение визирной оси от горизонтальной линии) принимается среднее значение

$X = \frac{X_{ч} + X_{кр}}{2} \approx +2 \text{ мм}$ . Полученное значение не должно превышать  $\pm 5$  мм на 100 м расстояния между точками.

Правильный отсчет по черной стороне на дальнюю рейку, свободный от погрешности  $X$ , вычисляется, если не соблюдается главное условие нивелира, и используется при выполнении юстировки цилиндрического уровня

$$D_2^0 = D_2 - X. \quad (2)$$

*Юстировка цилиндрического уровня.* Элевационным винтом совмещают горизонтальную среднюю нить сетки с правильным отсчетом, при этом пузырек уровня сместится с нуля-пункта. Вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня приводят пузырек в нуля-пункт. Затем поверку повторяют.

*Юстировка нивелиров с компенсатором.* При помощи исправительных винтов сетки нитей её перемещают так, чтобы отсчёт по рейке стал равным правильному отсчету. После исправления поверку повторяют.

## 1.2 Поверки оптических теодолитов

Теодолит – прибор, предназначенный для измерений вертикальных и горизонтальных углов, расстояний по нитяному дальномеру; может быть использован при выполнении топографических съёмок, при проведении инженерных изысканий с целью дальнейшего проектирования, в геодезическом обеспечении строительства и т. д.

На практике будем применять теодолиты технической точности 2Т30, 2Т30П или 4Т30П.

Перед началом работы обязательно необходимо выполнить четыре поверки [1, с. 25–28; 2, с. 107–112].

**1) Поверка цилиндрического уровня.** При этом контролируют геометрическое условие: *ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.*

Поворотом алидадной части теодолита уровень устанавливают по направлению двух подъемных винтов и вращением этих винтов в разные стороны приводят пузырек уровня на середину (в нуля-пункт). Затем поворотом на  $90^\circ$  устанавливают уровень по направлению третьего винта и вращением этого винта приводят пузырек уровня в нуля-пункт. Далее поворачивают прибор еще на  $90^\circ$ , и если пузырек уровня остался на середине, то условие выполнено (допустимое отклонение 1 деление уровня).

Если не удастся вывести пузырек уровня в нуля-пункт, то выполняют юстировку исправительными винтами цилиндрического уровня, перемещая пузырек уровня к середине на половину дуги отклонения, а на оставшуюся часть – двумя подъемными винтами. Затем поверку повторяют.

**2) Поверка сетки нитей.** При этом контролируют геометрическое условие: *вертикальная нить сетки нитей должна быть параллельна к оси вращения теодолита.*

Проверить можно вертикальную нить по точке или отвесу. Проще всего выполнить поверку с использованием нитяного отвеса. Устанавливают теодолит в рабочее положение по цилиндрическому уровню, на расстоянии 10–15 м от прибора вешают отвес. Наводят вертикальную нить сетки на нитку отвеса. Если они совпадают по всей длине, то условие выполнено (допуском служит двойной биссектор сетки нитей).

**3) Определение коллимационной погрешности зрительной трубы.** Контролируют геометрическое условие: *визирная ось трубы должна быть перпендикулярна к оси вращения зрительной трубы.* Невыполнение этого условия приводит к погрешности в отсчете по лимбу теодолита, которая называется *коллимационной погрешностью С*.

Её определяют путем визирования на одну и ту же точку (визирную цель) при двух положениях вертикального круга из многократных измерений, при этом берут отсчёты по горизонтальному кругу и вычисляют коллимационную погрешность по формуле

$$C = \frac{1}{2} (КЛ - КП \pm 180^\circ). \quad (3)$$

Таблица 2 – Определение коллимационной погрешности

№ № точек визирования	Положение верт. круга	Отсчёт по горизонтальному кругу	2С С	Правильный отсчёт вычисляют, если С превышает допустимое значение $N = \frac{1}{2} (КЛ + КП \pm 180^\circ)$
1	КЛ	127° 21'	-2'	
	КП	307° 23'	-1'	
2	КП	226° 53'	-1'	
	КЛ	46° 52'	-0,5'	

Значение погрешности не должно превышать двойной точности теодолита (для Т30 и его последующих модификаций  $\pm 1'$ ). Уменьшают коллимационную погрешность, действуя боковыми исправительными винтами сетки нитей.

4) **Определение значения места нуля вертикального круга.** У теодолитов 2Т30, 2Т30П или 4Т30П на вертикальном круге оцифровано два сектора с положительными и отрицательными градусными делениями, поэтому место нуля  $МО$  принимает значения близкие к  $0^\circ$  и его значение должно быть постоянно (допуска не существует).

Определение места нуля выполняют вместе с коллимационной погрешностью из многократных измерений, берут отсчёты по вертикальному кругу и вычисляют его по формуле

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}. \quad (4)$$

Таблица 3 – Определение места нуля вертикального круга

№ № точек визирования	Положение верт. круга	Отсчёты по вертикальному кругу	МО, угол наклона $\nu$
1	КЛ	-4° 30'	+ 0° 04'
	КП	4° 38'	- 4° 34'
2	КЛ	7° 52,5'	+ 0° 04'15"
	КП	-7° 44'	+7° 48' 15"

Угол наклона можно вычислить по одной из формул:

$$\nu = КЛ - МО; \quad \nu = МО - КП; \quad \nu = \frac{КЛ - КП}{2}. \quad (5)$$

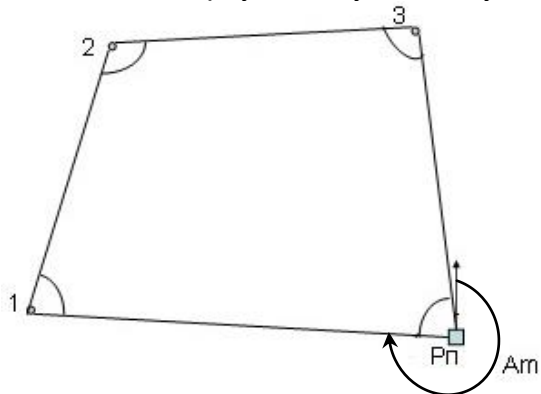
## 2 СОЗДАНИЕ СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ (РАЗБИВОЧНОЙ СЕТИ)

### 2.1 Плановое обоснование в виде замкнутого теодолитного хода

Плановым съёмочным обоснованием могут служить: замкнутый, разомкнутый теодолитный или полигонометрический ход, системы ходов, а также висячий ход, не бо-

лее 2–3 точек. Ориентирование сетей съёмочного обоснования и определение координат точек осуществляют привязкой к пунктам государственной геодезической сети.

*Теодолитный ход* – это линейно-угловой ход, в котором горизонтальные углы измерены с точностью 30" (техническим теодолитом Т30 или Т15) и длины сторон с относительной погрешностью не хуже, чем 1/ 2000 на застроенной территории (можно использовать мерную ленту, стальную или лазерную рулетку) [4].



**Рисунок 2 – Схема теодолитного хода**

Ориентирование первой стороны хода выполняется по магнитному азимуту (его измеряют способом «от нуля»), а дирекционный угол вычисляют по формуле

$$\alpha = A_M + \delta - \gamma, \quad (6)$$

где  $\gamma$  – сближение меридианов,  $\delta$  – склонение магнитной стрелки.

Перед измерением угла теодолит центрируют над точкой (вершиной угла) нитяным отвесом, приводят в рабочее положение подъёмными винтами по цилиндрическому уровню. Вехи устанавливаются на следующую и предыдущую точки хода вертикально позади колышка так, чтобы они находились в створе по сторонам угла. При измерении горизонтального угла наводят вертикальную нить или биссектор сетки на самую нижнюю видимую часть вехи, т. е. как можно ближе к поверхности земли, чтобы исключить погрешность за возможную неперпендикулярность вехи.

Прием состоит из двух полуприёмов, т. е. угол измеряется при двух положениях вертикального круга теодолита [1, с. 29, 2, с. 112–114].

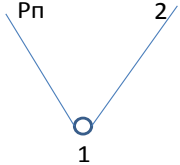
- Первый полуприём начинают, например, при КП. При *закреплённом лимбе* наводят трубу на правую точку и берут отсчёт по горизонтальному кругу, затем наводят трубу на левую точку и берут отсчёт. Угол  $\beta$  вычисляется как разность отсчетов.

Перед вторым полуприёмом смещают лимб на несколько градусов (2–3°) наводящим винтом лимба (или с помощью рукоятки перестановки лимба).

- Переводят трубу через зенит и уже при КП в обратной последовательности выполняют визирование и берут отсчёты по горизонтальному кругу.

- Вычисляют значение угла из второго полуприема и сравнивают его со значением, полученным в первом полуприеме. Если расхождение значений не превышает допуска (двойной точности), то за окончательное значение угла принимают среднее арифметическое.

Таблица 4 – Пример записи в журнале измерения горизонтальных углов

Схема измеряемого угла $\beta$	Вершина угла	Положен. верт. круга	№ № точек визирования	Отсчеты по горизонтальному кругу ° ' "	Измеренный угол в полуприёме ° ' "	Среднее значение угла ° ' "
	1	КЛ	2	254° 15'	77° 05'	77° 05,5'
			Рп	177° 10'		
	1	КП	Рп	354° 59'	77° 06'	
			2	72° 05'		

После выполнения измерений длин сторон теодолитного хода оценивают точность линейных измерений, т. е. вычисляют абсолютную и относительную среднюю квадратическую погрешность (СКП). При линейных измерениях лазерной рулеткой относительная должна быть не хуже 1/5000.

Таблица 5 – Пример записи в журнале измерения длин сторон лазерной рулеткой

Наименование линии	Результаты измерений $D_i$ , м	Среднее значение длины линии $D_{ср}$ , м	Отклонения от среднего, мм	СКП измерения длины	Относительная СКП
Рп-1	56,545	56,540	+5	$m_D = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D_{ср})^2}{n-1}}$ $m_D = \pm 7,4 \text{ мм}$	$m_D / D = 1/7600$
	56,538		-2		
	56,535		-5		
	56,541		+1		

Камеральная обработка результатов измерений выполняется на ПК в программном комплексе CREDO\_DAT (версия 3.12), согласно [3, с. 18–26, 11, с. 363–381]. Пояснения по обработке результатов геодезических измерений в новых версиях программы приведены в приложении 2.

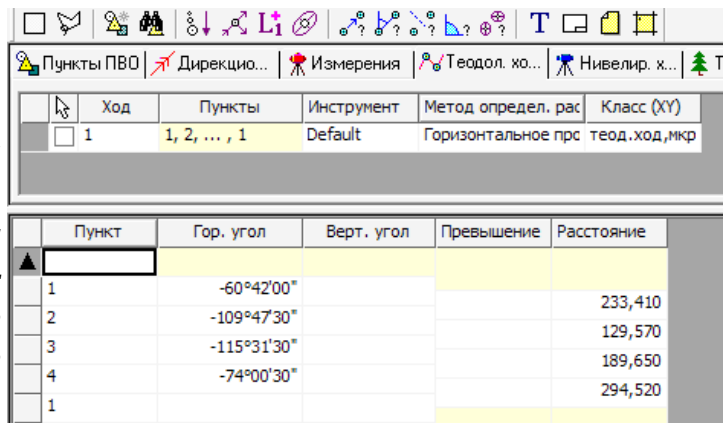
Из полевого журнала в табличные редакторы, используя клавиатуру, вводятся: исходные координаты и высоты пунктов, дирекционный угол; результаты полевых измерений – расстояния, горизонтальные и вертикальные (если измерялись) углы. Координаты и отметку исходной точки (репера) задаёт преподаватель.

Обработка осуществляется в два этапа: предварительная обработка, указывающая на грубые ошибки в результатах измерений, и окончательная – уравнивание по методу наименьших квадратов.

**Совместная обработка результатов угловых и линейных измерений в замкнутом теодолитном ходе:**



а) открыть программу, создать проект; сохранить под каким-либо именем (номер группы + номер бригады: например, П358\_1) в созданную папку или на рабочий стол;



б) указываем координаты и отметку исходной точки (используя вкладку «Пункты ПВО») и дирекционный угол (используя вкладку «Дирекционные углы»), установив тип XY и тип H – **Исходный**;

в) используя вкладку «**Теодолитные хода**», вводим результаты измерения горизонтальных углов (правые углы в программе указывают со знаком «–») и расстояний, ход обязательно замыкаем;

г) вычисление координат выполняют, используя вкладки «**Предобработка**» и «**Уравнение**» [3, с. 22–24];

д) результаты уравнивания просматривают и сохраняют, используя вкладку «**Ведомости**»:

- *Ведомость теодолитных ходов* содержит координаты пунктов, измеренные углы и длины сторон, дирекционные углы и длины сторон, вычисленные по результатам уравнивания.
- *Характеристики теодолитных ходов* включают вычисленные по результатам уравнивания невязки теодолитных ходов (*относительная невязка хода должна быть меньше 1/2000*).

## 2.2. Высотное обоснование

С целью определения высот точек съёмочного обоснования выполняется геометрическое нивелирование по точкам теодолитного хода. Измерение превышений производится нивелиром по шашечным двухсторонним нивелирным рейкам (техническим нивелированием или по методике IV класса). Рейки устанавливают вертикально на вбитые в землю колышки-вершины теодолитного хода (отсчеты берут при горизонтальном положении визирной оси).

Порядок работы на станции в техническом нивелировании:  $Z_ч; П_ч; П_{KP}; Z_{KP}$  (отсчёты берут только по средней нити), в нивелировании IV класса ещё снимают отчёты по дальномерным нитям для определения длин плеч. Допуски на станции и технические характеристики сетей приведены в лабораторном практикуме [1, с. 16–19].

Превышение равно разности отсчетов по рейкам  $h = З - П$ .

Таблица 6 – Пример записи в журнале технического нивелирования

№ № станций	№ № точек	Отсчеты, мм		Превышения, мм	
		задний	передний	вычисленные	средние
I	Рп	1012 5695		+202	+200
	1		0810 5496	+199	

Уравнивание превышений и вычисление отметок также выполняется в программном комплексе CREDO\_DAT: ввод данных выполняется в тот же файл, в котором производилось уравнивание теодолитного хода с использованием вкладки «**Нивелирные ходы**» [3, с. 24–26].

Пункт	Превышение	Расстояние	Штативы
1			1
2	1,203		1
3	-0,615		1
4			

Значения превышений указывают в метрах, а для того чтобы программа вычисляла допустимую высотную невязку, указывают количество штативов или расстояния (в км).

Вычисление отметок (высот) выполняют, используя вкладки «Предобработка» и «Уравнивание».

Результаты уравнивания просматривают и сохраняют, используя вкладку «Ведомости»:

- *Ведомость нивелирных ходов* содержит измеренные превышения, поправки, уравненные превышения, вычисленные абсолютные отметки.
- *Характеристики нивелирных ходов* включают вычисленную из уравнивания высотную невязку хода и её допустимое значение.
- *Ведомость поправок (теодолитный ход вместе с нивелирным ходом)*.
- *Каталог координат и высот*.

### 3 ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЁМКА

В настоящее время при инженерно-геодезических изысканиях для целей проектирования инженерных сооружений выполняют тахеометрическую съёмку. Съёмка выполняется в соответствии со строительными нормами РБ на инженерные изыскания для строительства [4].

Высокая производительность съёмки обеспечивается тем, что все измерения, необходимые для определения пространственных координат (X, Y, H) характерных точек местности, выполняют с использованием одного геодезического прибора – теодолита либо тахеометра.

Тахеометрическая съёмка предполагает определение планово-высотного положения контуров ситуации (зданий, элементов благоустройства, контуров растительности и отдельных деревьев, выходов подземных инженерных коммуникаций, осветительных фонарей и др.), а также рельефа местности. При этом плановое положение точек определяют способом полярных координат, а высотное – тригонометрическим нивелированием.

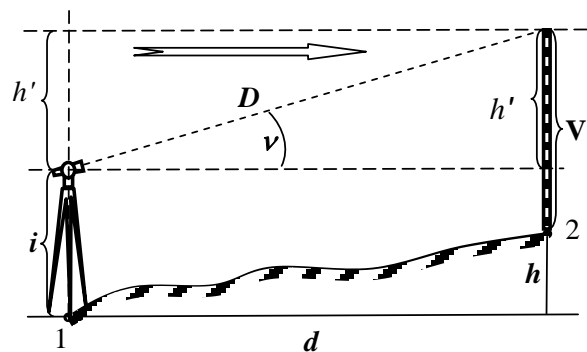


Рисунок 3 – Измерения в тахеометрической съёмке

При выполнении съёмки используют оптические теодолиты Т30, Т15, Т5 и их последующие модификации; электронные тахеометры [2, с. 194–198, 7, с. 7–9].

#### Порядок работы на станции:

– Устанавливаем теодолит над точкой съёмочного обоснования, центрируем, приводим в рабочее положение, измеряем высоту инструмента с помощью нивелирной

рейки с округлением до 1 см. Перед началом съёмочных работ определяем место нуля (МО) вертикального круга теодолита.

– Рабочее положение теодолита – «круг лево» (КЛ). Ориентируем лимб по стороне съёмочного обоснования и устанавливаем отсчёт по горизонтальному кругу 0°00'. Открыв алидаду, наводим зрительную трубу на рейку, устанавливаемую поочередно на реечные точки (пикеты). В качестве пикетов могут быть элементы ситуации и рельефа.

– *Измерения*: берём отсчёты по средней нити (высота наведения), по дальномерным нитям (для определения расстояния от станции до пикета), по горизонтальному и вертикальному кругам. Результаты полевых измерений заносим журнал.

– По окончании съёмки на станции снова наводим трубу на вежу, по которой был ориентирован лимб, и берём контрольный отсчёт, который не должен отличаться от 0° более чем на 1,5' [4]. Для контроля качества съёмки с каждой станции определяют 2–3 контрольных точки в полосе перекрытия съёмки со смежных станций.

Реечные точки (пикеты) не закрепляют, а рейки устанавливают непосредственно на землю. Их набирают равномерно по снимаемой площади таким образом, чтобы расстояния между ними в среднем не превышали 25 м для съёмки масштаба 1:500 [4].

На каждой станции в процессе измерений составляют абрис (схематический чертёж), на котором зарисовывают элементы ситуации, показывают реечные точки и подписывают их номера. Абрис рисуют на листе плотной бумаги карандашом или ручкой.

Результаты измерений записывают в полевой журнал и затем производят их обработку в программном комплексе CREDO\_DAT [3, с. 26]. В процессе вычислений используются формулы:

$$v = КЛ - МО; \quad h' = \frac{D}{2} \cdot \sin(2v); \quad h = h' + i - V; \quad H = H_{СТ} + h. \quad (7)$$

Обработка съёмки производится совместно с планово-высотным обоснованием в одном проекте (файле).

При обработке используем вкладку **«Измерения»**, при этом выбираем **«Тахеометрию»** и вводим данные, используя верхний и нижний табличные редакторы.

Пункты ПВО   Дирекционн...   Измерения   Теодол. ходы   Нивелир. хо...   Топогр. об								
Тип съёмки: <input type="radio"/> ПВО <input checked="" type="radio"/> Тахеометрия <input checked="" type="checkbox"/> Компактный формат								
	Станция	Hi	Место нуля	Инструмент	X	Y	H	
<input type="checkbox"/>	1	1,580	0°00'00"	Default	485,630	688,120	134,50	
	Цель	Круг	Гор. лимб	Верт. лимб	Расст.	Hv	Метод определ. расст	
<input type="checkbox"/>	4	Лево	0°00'00"				Горизонтальное проло	
<input type="checkbox"/>	5	Лево	28°53'00"	-2°41'00"	29,300	1,580	Наклонное расстояние	

Затем используем вкладку **«Расчеты»**, в ней **«Расчёт тахеометрии»** и программа вычисляет координаты и отметки всех реечных точек. Просматриваем результаты, используя путь: **«Данные – Тахеометрия – Отчет»**. Результаты обработки представляем в виде ведомости «Станции тахеометрии».

Для построения топографического плана используют лист ватмана формата А1 или А2 (в зависимости от площади снимаемой территории и масштаба съемки).

Сначала надо *построить координатную сетку*. С помощью длинной линейки проводят карандашом диагонали. От точки пересечения диагоналей по всем четырем направлениям откладывают равные отрезки, оставляя зарамочные поля 5–6 см (рисунок 4). Концы отрезков соединяют прямыми линиями, на сторонах полученного прямоугольника (от нижнего левого угла) откладывают при помощи измерителя и масштабной линейки отрезки длиной 10 см. Соединив соответствующие точки на противоположных сторонах прямоугольника, получают сетку квадратов. Контроль правильности построения координатной сетки осуществляют сравнением длин диагоналей квадратов. Расхождения не должны превышать 0,2 мм. Все вспомогательные линии проводим тонко карандашом.

**Оцифровку координатной сетки** выполняют, начиная с нижнего левого угла, в соответствии с координатами точек теодолитного хода, так чтобы подписи были кратны 50 м для масштаба 1:500; 100 м для масштаба 1:1000 (рисунок 4). Здесь следует помнить, что ось X направлена с юга на север (снизу вверх), а ось Y – с запада на восток (слева направо).

Затем наносим на план точки теодолитного хода **по координатам** с помощью измерителя и масштабной линейки: находят квадрат, в котором должна располагаться данная точка. Например, для точки 2 теодолитного хода с координатами  $X_2 = 173,84$  м и  $Y_2 = 454,98$  м, от точек пересечения координатной сетки по сторонам квадрата откладываем отрезки по оси X значение 73,84 м, а по оси Y – 54,98 м. Каждую точку накалывают и обводят кружком диаметром 1,5 мм. Аналогично выполняют построение всех других точек теодолитного хода. Правильность нанесения точек контролируют измерением расстояний между ними, сравнивая со значениями урavnенных расстояний их ведомости теодолитных ходов (CREDO\_DAT). Расхождения не должны быть более 0,2 мм на плане.

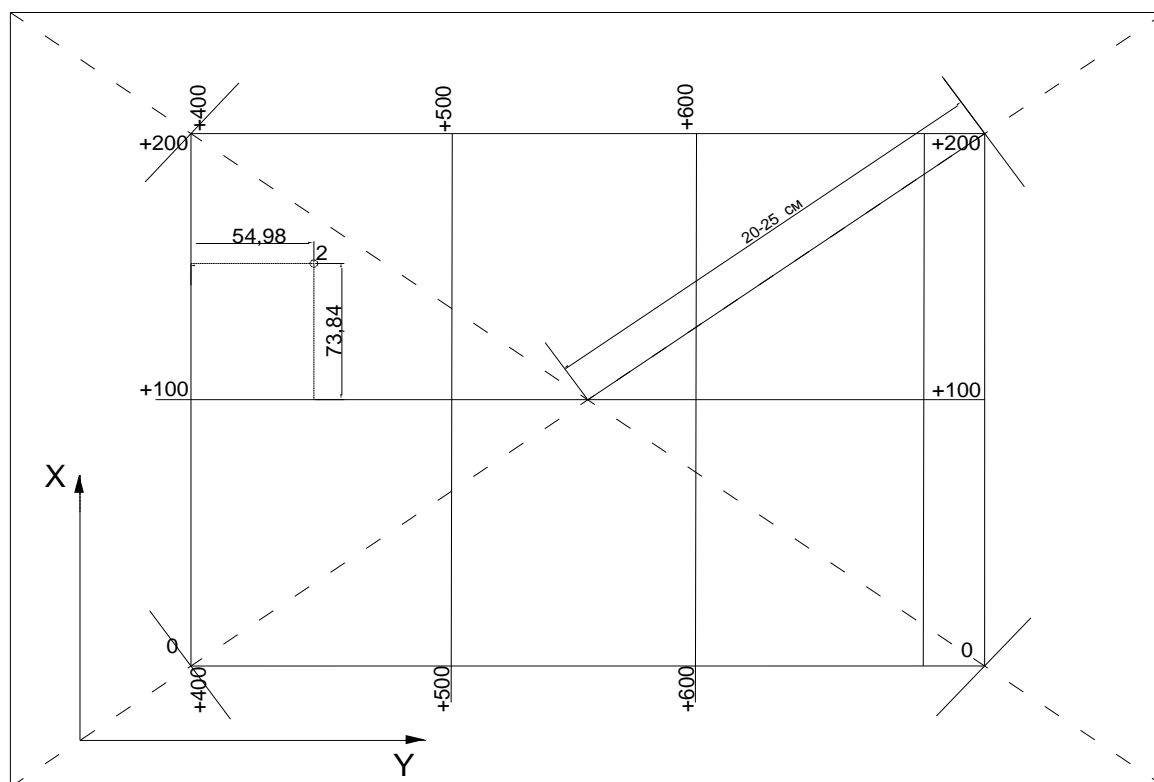


Рисунок 4 – Построение координатной сетки для плана масштаба 1:1000

Ситуация, предметы и контуры местности на план наносятся с помощью специальной линейки – *тахеографа*, используя абрис.

После нанесения реечных точек и построения ситуации переходят к отображению рельефа, для чего по линиям равномерного ската проводят *интерполяцию* – определение положения горизонтали на плане между пикетами с известными отметками, горизонтالي должны быть кратными заданной высоте сечения рельефа (например 0,5 м).

*Аналитическая интерполяция* состоит в вычислении расстояний до горизонтали по отметкам точек и отметкам горизонталей, которые необходимо построить на плане. *Графическую интерполяцию* можно выполнить при помощи палетки – системы параллельных линий, нанесенных на кальку через равные расстояния (5 мм или 1 см). Каждая линия на палетке обозначается отметками, условно соответствующими горизонталям.

Интерполяцию выполняют между точками, где проходят горизонтали (находим точки с отметками, кратными принятой высоте сечения рельефа). Затем точки с одинаковыми отметками соединяют плавными линиями – горизонталями. Их изображают *коричневым цветом, утолщают и подписывают каждую 4-ю горизонталь* при высоте сечения 0,5 метра, *причем целую метровую* (в разрыве горизонтали).

Первоначально план составляется в карандаше, а затем вычерчивается строго в соответствии с условными обозначениями для топографических планов [6], соблюдая их размеры и цвет. Оформляют план гелевыми или капиллярными ручками.

*Студенты специальности АД составляют план в цифровом виде, что предусмотрено программой практики (см. Приложение 1).*

#### **4 НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПО КВАДРАТАМ**

Съёмку данным методом производят с целью получения крупномасштабных топографических планов масштабов 1:2000 – 1:500 с высотой сечения рельефа обычно 0,1; 0,2; 0,25; 0,5 м в условиях равнинной местности с небольшим количеством контуров. Нивелирование незастроенных территорий выполняют по квадратам. Сторону квадрата принимают равной 10, 20 и 40 м при съёмке в масштабах 1:500; 1:1000 и 1: 2000 соответственно.

*Нивелирование по квадратам разделяют на построение на местности сетки квадратов и нивелирование их вершин.* Для разбивки сетки квадратов используют теодолит и мерную ленту (рулетку). Нивелирование вершин квадратов выполняют точным нивелиром, сочетая два способа геометрического нивелирования «из середины» и «вперёд». Выполняют нивелирование технической точности.

Перед началом нивелирования выбирают места установки нивелира (станции) так, чтобы с каждой из них можно было выполнить нивелирование вершин нескольких квадратов, длина визирного луча не должна превышать 100–120 м. При этом со смежных станций нивелируют общие (контрольные) точки.

Данный вид работ предусмотрен для специальностей АД и ПСИиК. Порядок выполнения работ подробно рассмотрен в [7, с. 14–15], количество квадратов указано в заданиях на практику (см. Приложение 1). Результаты измерений записывают в специально подготовленную схему-журнал нивелирования, в которой и производят вычисление горизонта инструмента и отметок всех вершин квадратов.

*Камеральная обработка* состоит в вычислении отметки центра тяжести, проектных и рабочих отметок вершин квадратов и составлении плана организации рельефа, а также картограммы земляных работ.

Программой практики предусмотрено проектирование наклонной площадки с соблюдением баланса земляных работ. Продольный и поперечный уклоны помогает выбрать преподаватель (для стока поверхностных вод он не должен быть меньше 5 ‰). Вычисление проектных отметок вершин квадратов выполняют, используя уклон, начиная с отметки центра тяжести. Затем вычисляют рабочие (планировочные) отметки, по которым строят картограмму земляных работ и подсчитывают объёмы выемки и насыпи [7, с. 53–58].

## 5 ТРАССИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Трассирование – комплекс работ по выбору трассы, которая должна соответствовать всем техническим требованиям проектирования и иметь наименьшие затраты на возведение и эксплуатацию. При проектировании линейных сооружений соблюдают требования специальных нормативных документов по видам проектируемых сооружений (регламентируются максимальные или минимальные уклоны, радиусы закруглений и др). Например, в таблице 6 приводятся требования, установленные в СН 3.03.04-2019 Автомобильные дороги.

Таблица 6 – Некоторые технические характеристики автомобильных дорог

Требования	Категория				
	Ia – Ib	II	III	IV	V
1. Наибольшие продольные уклоны в ‰	30	40	50	60	70
2. Наибольшие радиусы круговых кривых, м					
– в равнинной местности	1200	800	600	300	150
– в горной местности	1000	600	400	250	125

В полевом трассировании: *трасса* – ось проектируемого линейного сооружения, которая обозначена и закреплена на местности.

Проложение трассы в равнинных районах определяется ситуацией, т. е. проектируя трассу, стараются обходить контуры и располагать вершины углов поворота приблизительно посередине контура или препятствия. В высотном отношении трассу ведут вольным ходом, т. е. проектную линию ведут по характерным точкам местности вдоль намеченного направления.

Программой практики предусмотрено полевое трассирование, объёмы работ указаны в заданиях (см. Приложение 1).

### **Состав работ при трассировании** [2, с. 246–255; 7, с. 10–11]:

- Проложение по трассе магистрального хода (измерение горизонтальных углов и расстояний).
- Вычисление углов поворота. Выбор радиусов кривых. Вычисление элементов круговых кривых и пикетажных значений главных точек кривых.
- Разбивка пикетажа с ведением пикетажного журнала, вынос пикетов на кривые.
- Разбивка главных точек круговых кривых и детальная разбивка кривых (для специальности АД).
- Нивелирование трассы и поперечников.

### **Камеральные работы** [7, с. 21–29]:

- Математическая обработка полевого материала: составление схемы магистрального теодолитного хода, вычисление отметок пикетов и плюсовых точек по трассе, составление чертежей выноса пикетов на кривые и детальной разбивки кривых.

- Составление продольного профиля трассы и поперечных профилей.

На местности вместе с преподавателем выбираем вершины углов поворота, закрепляем их кольями и прокладываем по ним *магистральный теодолитный ход*. Ход будет разомкнутый, с привязкой к пунктам с известными координатами (рисунок 5). В нём измеряем правые по ходу горизонтальные углы одним приёмом с точностью 30", длины сторон измеряем лазерной рулеткой.

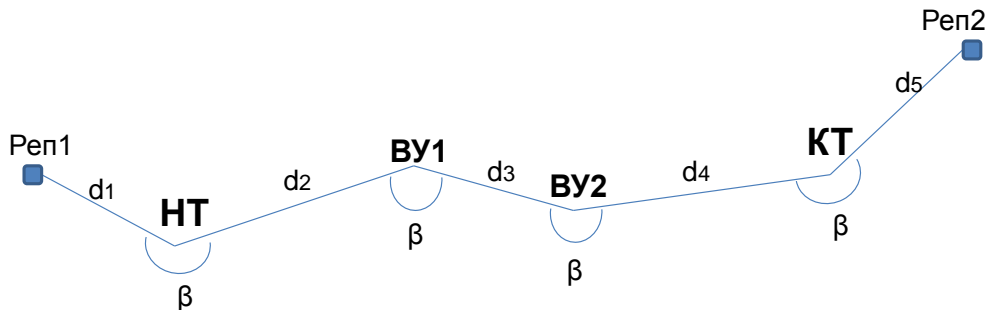


Рисунок 5 – Схема теодолитного хода по трассе

Вычисление координат точек по трассе выполняется на ПК в программном комплексе CREDO\_DAT. Для этого создаём новый проект (назовем его «Трасса»), описание процесса вычислений представлено выше на с. 7–8.

**Расчет элементов круговой кривой и вычисление пикетажных значений главных точек**

Угол поворота  $\theta$  образуется продолжением предыдущего и новым направлением трассы. Различают угол поворота вправо и угол поворота влево. Формулы для определения углов поворота:

$$\theta_{np} = 180^\circ - \beta, \quad \theta_{лев} = \beta - 180^\circ. \quad (8)$$

Ось дороги представляет последовательность прямых и кривых линий, поэтому в практике возникает необходимость обозначить на трассе точки кривой, т. е. вынести (разбить) кривую на местности, используя для этого элементы кривой.

Часть оси трассы, очерченной по дуге постоянного радиуса, называется *круговой кривой*. Элементами круговой кривой (рисунок 6) являются: тангенс  $T$ , кривая (длина кривой)  $K$ , биссектриса  $B$ , домер  $D$ .

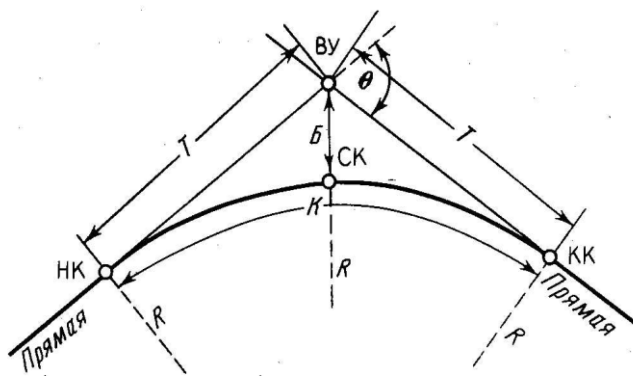


Рисунок 6 – Круговая кривая

$$\left. \begin{aligned} T &= R \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \\ K &= \frac{\pi \cdot R}{180^\circ} \cdot \theta^\circ \\ B &= R \cdot \left( \sec \frac{\theta}{2} - 1 \right) \\ D &= 2 \cdot T - K \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\sec \frac{\varphi}{2} = 1 / \cos \frac{\varphi}{2}$$



Для определения элементов кривых и детальной разбивки можно использовать таблицы Митина.

Вычисление пикетажных значений главных точек кривых начинают с вычисления пикетажа вершин углов поворота (ПК ВУ). Например,

$$ПКВУ1 = \frac{d_{ПК0-ВУ1}}{100} = \frac{185,00 м}{100} = ПК1 + 85,00;$$

$$ПКВУ2 = \frac{d_{ПК0-ВУ1} + d_{ВУ1-ВУ2} - Д_1}{100} \text{ и т. д.} \quad (10)$$

Затем вычисляют пикетажные значения начала, середины и конца кривой по формулам:

$$\begin{aligned} ПКНК &= ПКВУ - Т; \\ ПКСК &= ПКНК + \frac{1}{2} К; \\ ПККК &= ПКНК + К. \end{aligned} \quad (11)$$

Контрольные формулы:

$$\begin{aligned} ПКСК &= ПККК - \frac{1}{2} К; \\ ПККК &= ПКВУ + Т - Д; \end{aligned} \quad (12)$$

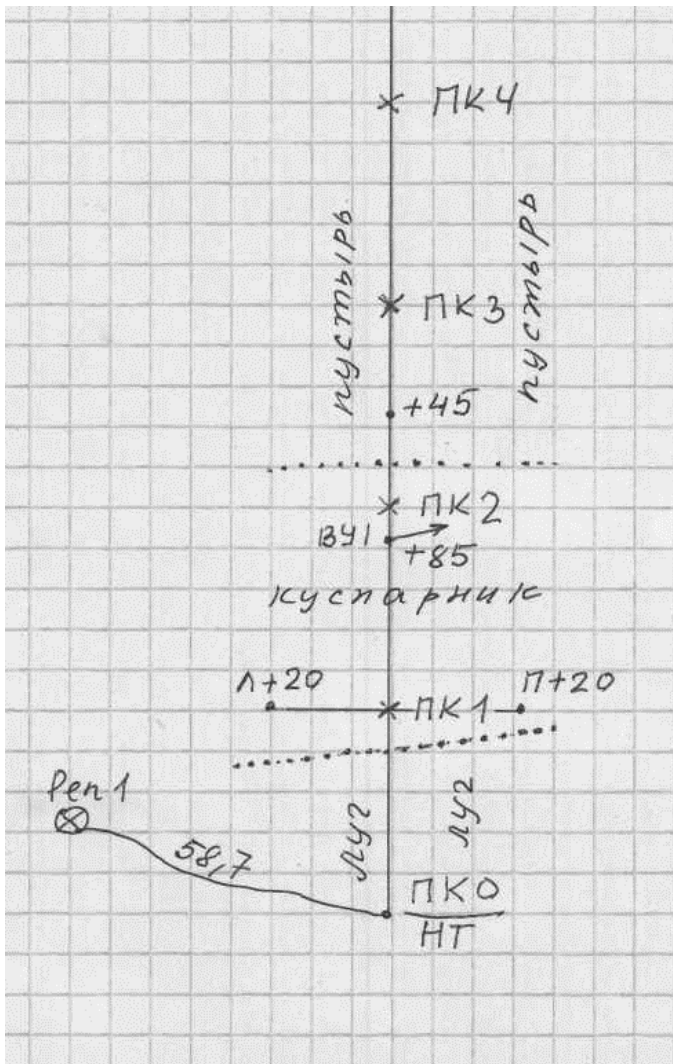


Рисунок 7 – Страница пикетажного журнала

$$\theta_{прав} = 79^{\circ}38'; R = 50 \text{ м.}$$

**Элементы кривой:**

$$\begin{aligned} T &= 41,68 \text{ м; } K = 69,49 \text{ м;} \\ D &= 13,87 \text{ м; } B = 15,10 \text{ м.} \end{aligned}$$

**Пикетажные значения**

$$\begin{aligned} ПКВУ1 &= ПК1 + 85,00 \\ -T & \quad 41,68 \\ \hline ПКНК &= ПК1 + 43,32 \\ +K & \quad 69,49 \\ \hline ПККК &= ПК2 + 12,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ПКНК &= ПК1 + 43,32 \\ +0,5K & \quad 34,75 \\ \hline ПКСК &= ПК1 + 78,07 \end{aligned}$$

**Контрольные вычисления**

$$\begin{aligned} ПКВУ1 &= ПК1 + 85,00 \\ +T & \quad 41,68 \\ \hline & ПК2 + 26,68 \\ -D & \quad 13,87 \\ \hline ПККК &= ПК2 + 12,81 \\ -0,5K & \quad 34,75 \\ \hline ПКСК &= ПК1 + 78,06 \end{aligned}$$



По результатам вычислений составляем **план трассы** на листе ватмана формата А3 в крупном масштабе. По координатам наносим начало и конец трассы, вершины углов поворота, пикеты, главные точки кривых, подписываем их элементы и пикетажные значения, ситуацию вдоль трассы и рядом с ней. План трассы оформляют в соответствии с действующими условными обозначениями [5].

Разбивку пикетажа и главных точек кривых производят с помощью 50 (100) метровой стальной ленты или рулетки.

Одновременно с разбивкой пикетажа ведется пикетажный журнал (рисунок 7) – это тетрадь или блокнот в клетку. Посередине страницы вертикальной прямой линией показывается ось трассы, а стрелками – повороты трассы. На оси, в масштабе (1 клетка – 20 метров), снизу вверх наносят все пикеты и плюсовые точки, вершины углов поворота, поперечники, границы препятствий и ситуации приблизительно до 50 м от оси.

**Разбивка круговой кривой** заключается в вынесении на местность её главных точек: начала, середины и конца кривой (НК, СК, КК).

Начало круговой кривой (НК) определяют на местности отложением величины тангенса  $T$  от вершины угла в сторону начала трассы, а при отложении тангенса по направлению трассы получим конец круговой кривой (КК), т. е. вынос точек выполняют створно-линейным способом.

Также начало кривой на местности можно найти также путем отложения от ближайшего закрепленного пикета расстояния, вычисленного по пикетажу. Середину кривой (СК) выносят на местность полярным способом, откладывая расстояние равное биссектрисе  $B$  по направлению половины измеренного правого горизонтального угла.

#### **Учёт домера при разбивке пикетажа**

При разбивке на местности конца круговой кривой от вершины угла в сторону продолжения трассы откладывают величину домера  $D$  и, считая, что конец домера имеет пикетажное значение вершины угла поворота, продолжают дальнейшую разбивку целых пикетов по прямолинейным участкам трассы. В этом случае местоположение конца круговой кривой (КК) можно определить от ближайшего следующего пикета.

Разбивка пикетажа – работа трудоемкая и ответственная, поскольку именно к пикетажу привязывают все инженерно-геологические выработки по трассе, точки геофизической разведки и створы гидрометрических измерений.

Рассмотрим процесс выноса пикета на кривую. Пусть пикет  $n'$  расположен на тангенсе. Его положение  $n$  на кривой радиуса  $R$  определяется прямоугольными координатами  $x$  и  $y$  (рисунок 8).

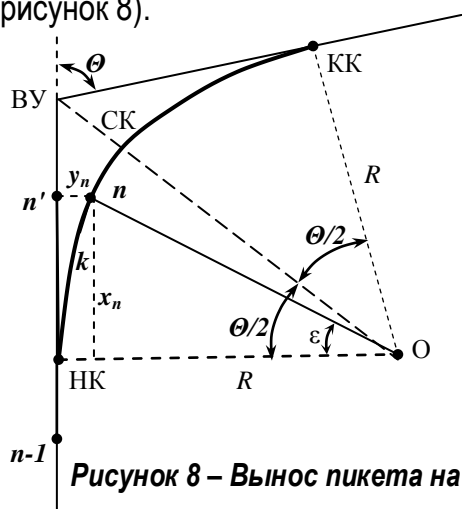


Рисунок 8 – Вынос пикета на кривую

$$\left. \begin{aligned} x_n &= R \cdot \sin \varepsilon \\ y_n &= R - R \cdot \cos \varepsilon = 2R \sin^2 \frac{\varepsilon}{2}, \\ \varepsilon &= \frac{180^\circ}{\pi \cdot R} \cdot k, \end{aligned} \right\} (13)$$

где  $k$  – отрезок по кривой от ее начала до пикета.

Вынос пикета на кривую, когда он находится на втором тангенсе, производится аналогично, только от конца кривой.

### **Нивелирование трассы**

По пикетам, по установленным вдоль трассы постоянным и временным реперам производят нивелирование способом «из середины», которое по точности может соответствовать геометрическому нивелированию III, IV классов либо техническому в зависимости от категории линейного сооружения.

При нивелировании трассы прокладывают разомкнутый нивелирный ход технической точности, опирающийся на два исходных репера. Нивелирование выполняют по двухсторонним рейкам, соблюдая при работе на станции допуски на разность длин плеч и расхождение превышений, полученных по черным и красным сторонам реек. Пикеты нивелируют способом «из середины» как связующие точки. Plusовые точки (ситуационные и рельефные), поперечники нивелируют способом «вперёд».

По окончании нивелирования по трассе вычисляют высотную невязку хода

$$fh = \sum h_{cp} - (H_{кон} - H_{нач}) . \quad (14)$$

Точность технического нивелирования характеризуется невязкой одиночного разомкнутого хода между исходными пунктами, равная  $f_{пред} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L_{км}}$ .

На автомобильных дорогах, согласно ведомственной инструкции, выполняют техническое нивелирование повышенной точности, в котором  $f_{пред} = \pm 30 \text{ мм} \sqrt{L_{км}}$ .

Уравнивание превышений и вычисление отметок пикетов также выполняется в программном комплексе CREDO\_DAT. Данные вводят файл с магистральным теодолитным ходом с использованием вкладки «**Нивелирные ходы**», описание процесса вычислений представлено выше на с. 8. Отметки plusовых точек и точек, расположенных на поперечниках, вычисляют через горизонт инструмента на калькуляторе и записывают в полевой журнал.

### **Построение продольного профиля трассы автодороги**

После вычисления отметок всех точек по трассе приступают к построению продольного профиля и поперечников. Профиль строят на миллиметровой бумаге формата А-3, где все размеры откладывают без измерителя. Масштабы для вертикальных линий обычно принимают в десять раз крупнее масштаба для горизонтальных линий, благодаря чему профиль приобретает большую наглядность. Для профиля автодороги рекомендуется взять масштабы: горизонтальный 1:2000 или 1:1000; вертикальный масштаб как правило выбирают в 10 и более раз крупнее горизонтального, например, 1:100.

Для построения профиля в принятом масштабе по горизонтали откладываем все горизонтальные расстояния между пикетами и plusовыми точками, участвовавшими в нивелировании, а вверх откладываем отметки этих точек с учетом вертикального масштаба.

**Профили поперечников** строят в одинаковых масштабах для горизонтальных и вертикальных расстояний. Располагают поперечные профили на том же листе миллиметровки с продольным профилем трассы, например, над сеткой профиля левее шкалы отметок или на отдельном листе. Данными для построения продольного профиля являются расстояния между точками поперечника и их фактические отметки.

### **Оформление профилей**

Профили вычерчиваются разными цветами. При этом профильная сетка и наименования её граф вычерчиваются черным цветом. Черным цветом оформляются номера

пикетов в графе 1, графы 2 и 3; линии продольного и поперечного профиля, построенные по фактическим отметкам уровня земли.

Красным цветом оформляют проектные отметки (графа 4), проектные уклоны и длины участков проектной линии (графа 5), по середине граф 1 и 6 красным цветом проводится осевая линия и выписываются элементы круговых кривых. По прямым вставкам указываются румбы, значения которых получают по значениям дирекционных углов из ведомости теодолитных ходов. Длины прямых вставок вычисляют по пикетажу главных точек кривых.

Рабочие отметки выписываются красным цветом выше или ниже линии профиля (насыпь, выемка). Синим цветом оформляют отметки точек нулевых работ и расстояния от них до ближайших пикетов.

Пример оформления профилей приведен в Приложении 3.

## 6 РЕШЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА МЕСТНОСТИ

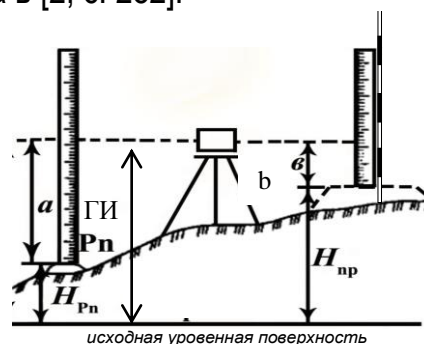
Программой практики предусмотрено:

1) **Вынесение на местность проектной отметки** с помощью нивелира способом «из середины».

Последовательность решения задачи рассмотрена в [2, с. 282].

Для выноса в натуру точки с проектной отметкой  $H_{пр}$  устанавливают нивелир примерно посредине между репером с известной отметкой  $H_{Pn}$  и выносимой точкой (с заданной проектной отметкой).

На репере устанавливают рейку, взяв отсчет, а по рейке по черной стороне определяют горизонт инструмента  $ГИ = H_{Pn} + a$ .



Чтобы установить точку на проектную отметку  $H_{пр}$ , необходимо знать величину отсчета  $b$  по рейке на выносимой точке. Его вычисляют так:  $b = ГИ - H_{пр}$ .

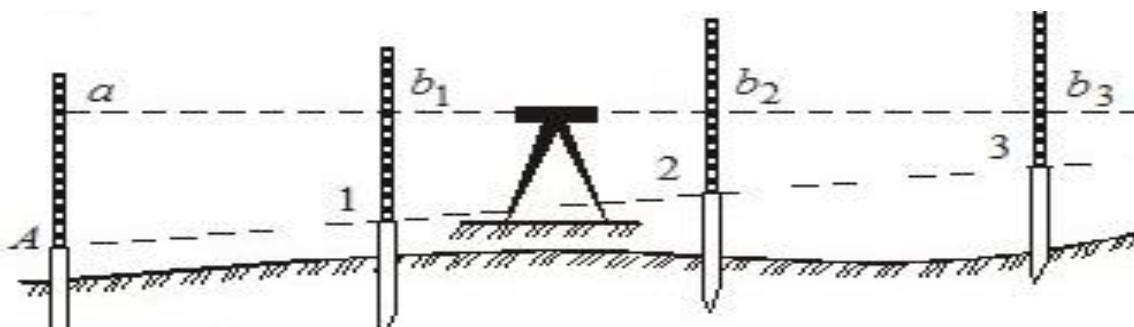
Вычислив проектный отсчет  $b$ , рейку поднимают или опускают до тех пор, пока отсчет по средней нити сетки зрительной трубы нивелира не будет равен вычисленному. В этот момент пятка рейки будет соответствовать проектной отметке, которую фиксируют, забивая колышек или ввинчивая болт до уровня пятки рейки, или проводя черту на строительной конструкции.

Контроль выноса проектной отметки выполняют от другой точки с известной отметкой (репера) или при другом горизонте инструмента. В случае недопустимых расхождений работу выполняют заново. Точность выноса проектной отметки составляет 3–10 мм.

2) **Построение на местности линии проектного (заданного) уклона** нивелиром и теодолитом. Порядок работ приводится в [2, с. 285].

Данную задачу можно решать горизонтальным визирным лучом (оптического или цифрового нивелира), наклонным визирным лучом теодолита (тахеометра) либо с помощью лазерных приборов.

При работе *горизонтальным визирным лучом нивелира* необходимо вычислять отсчеты по рейкам, используя уклон и расстояния по формуле  $b_i = a \pm i \cdot d$  (в которой знак «-», если уклон положительный, знак «+», если уклон отрицательный), что несколько замедляет процесс построения линии заданного уклона.

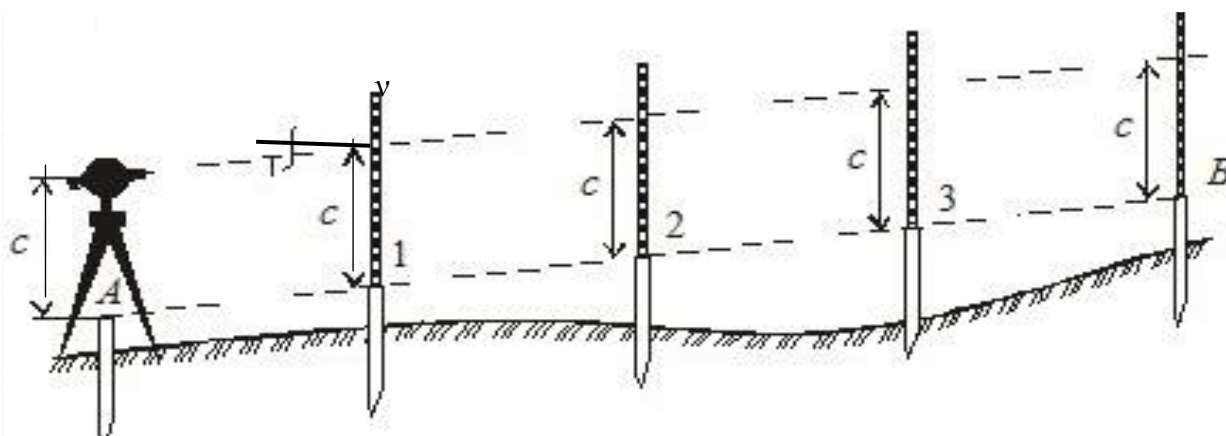


**Рисунок 10 – Вынос проектного уклона нивелиром**

Можно работать и *наклонным лучом*. Наклон визирной оси обеспечивают элевационным винтом (небольшой по величине уклон) или подъемными винтами.

*Построение линии заданного уклона можно выполнить с помощью теодолита.*

Сначала надо определить место нуля теодолита. Затем теодолит устанавливают в начальной точке А с проектной отметкой, измеряют высоту инструмента  $c$ , на вертикальном круге с учетом места нуля устанавливают отсчет в градусной мере, равный проектному углу наклона, который можно вычислить по заданному уклону.



**Рисунок 11 – Вынос проектного уклона теодолитом**

По заданному преподавателем проектному уклону вычисляем угол наклона  $v = \arctg i$ , а затем отсчет по вертикальному кругу при КЛ по формуле  $КЛ = v + МО$ .

Установив зрительную трубу на вычисленный отсчет, задаем воздушную линию заданного уклона. Таким образом, линия визирования теодолита будет фиксировать угол наклона  $V$ , соответствующий проектному уклону.

Далее устанавливают поочередно вехи в створе линии АВ – начинают с конечной точки (например, через 5 м) и вдоль вехи поднимают или опускают рейку, добиваясь, чтобы отсчет по ней был равен отсчету на конечной точке (высоте инструмента). Пятка рейки будет определять точку, лежащую на линии проектного заданного уклона. Эти точки фиксируют колышками соответствующей высоты или вехами, на которых отмечают

нуль пятки рейки. Проверить, лежат ли вынесенные точки на одной линии, можно натянув шнур.

3) **Определение высоты сооружения из тригонометрического нивелирования.** Рекомендации к выполнению задания приведены в [1, с.14].

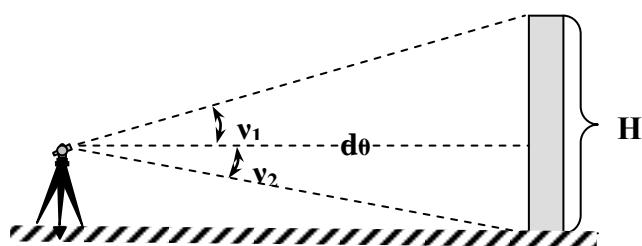


Рисунок 12 – Определение высоты здания

Теодолит устанавливают так, чтобы удобно было наводиться зрительной трубой на верхнюю и нижнюю части здания. Снимают отсчеты по вертикальному кругу и вычисляют углы наклона  $v_1$  и  $v_2$  (рисунок 12).

Стальной или лазерной рулеткой измеряют расстояние  $d_0$  (например, 35,222 м).

Таблица 7– Результаты измерений и вычисление высоты здания

№ точек визирован.	Положение верт. круга	Отчет по ВК	МО	Угол наклона	$tg v$	$d \cdot tg v$
верх	КП	28°18'	+0°04'	+28°14'	0,536945	18,91 м
верх	КП	-28°10'				
низ	КП	-2°31'	+0°04'	-2°35'	-0,045118	1,59 м
низ	КП	2°39'				

$H = 20,50 \text{ м}$

Высоту здания  $H$  вычисляют по формуле

$$H = d_0 \cdot (tg v_1 + |tg v_2|). \quad (15)$$

Причем для контроля высоту определяют дважды, переставив теодолит или изменив высоту инструмента.

4) **Определение крена по ребру здания (отклонения от вертикали) способом наклонного визирования с двух взаимно перпендикулярных осей.**

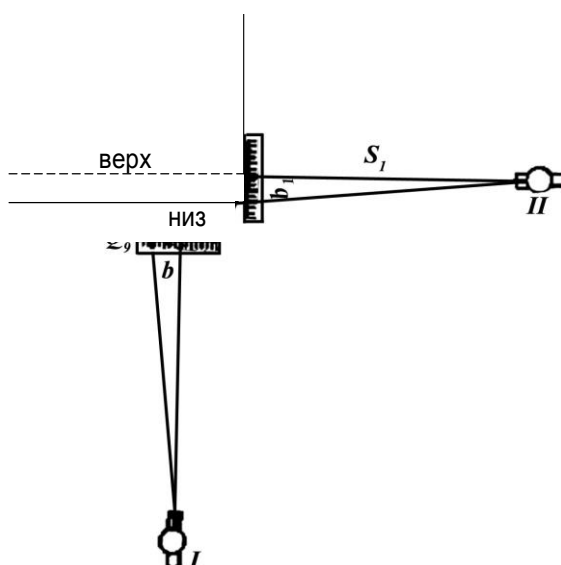


Рисунок 13 – Способ наклонного визирования

Определить крен по ребру (углу здания) можно, установив теодолит по направлениям перпендикулярным к плоскости стен с двух точек I и II.

Теодолит устанавливаем в точке I на расстоянии 1,5–2 высоты здания (для удобства наблюдений) и наводим зрительную трубу на верх здания, а затем, зафиксировав алидаду горизонтального круга, открепляем зрительную трубу и проецируем верхнюю точку коллимационной плоскостью на цоколь, где горизонтально держим линейку и по линейке получаем линейную величину крена.

Затем аналогично выполняем измерения с точки II.

Например, измеренные значения частных кренов таковы:  $b = +4$  мм;  $b_1 = -7$  мм. Абсолютный крен вычисляют по теореме Пифагора  $Q = 8,1$  мм. Высота здания равна 20,50 м, относительный крен составит  $Q/H = 0,0004$ . Сравниваем его с допустимым значением 0,004 для жестких сооружений высотой до 100 м [9].

Данный способ не позволяет определить направление крена.

Способ наклонного визирования также применяют для передачи осей на дно котлована или на монтажные горизонты, для контроля вертикальности конструкций при их монтаже и в период эксплуатации.

### 5) Аналитический расчёт разбивочных элементов, составление разбивочного чертежа и вынос осей здания на местность полярным способом.

Задание. Преподавателем на топографическом плане, составленном по результатам тахеометрической съемки, задаётся проектируемое здание прямоугольной формы, основные оси которого предполагается вынести и закрепить на местности.

Сначала графически с помощью поперечного масштаба и измерителя определяем координаты одного угла здания и измеряем транспортиром дирекционный угол одной стороны здания.

#### Последовательность вычислений:

а) создаем новый проект в программном комплексе CREDO\_DAT для расчёта разбивки основных осей здания;

б) чтобы вычислить координаты точек пересечения осей здания  $b$ ,  $c$ ,  $d$ , указываем:

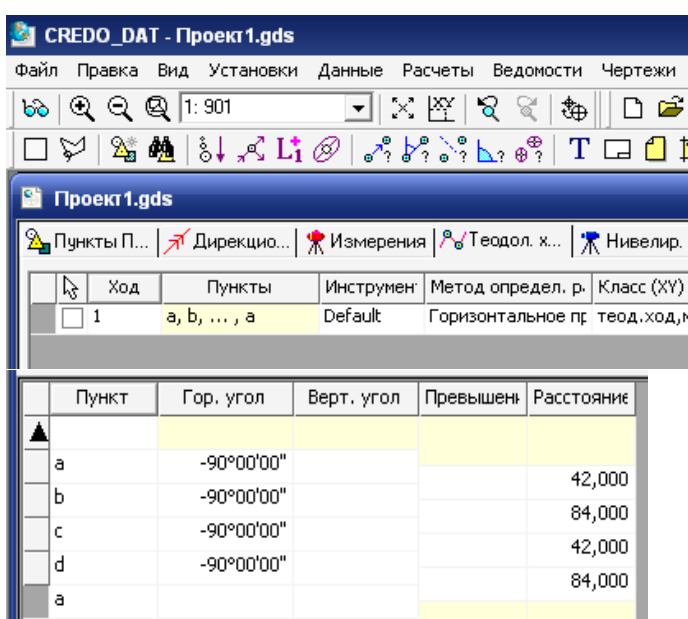
– координаты точки  $a$ , используя вкладку «Пункты ПВО»;

– дирекционный угол, используя вкладку «Дирекционные углы»;

– задаём углы  $90^\circ$  и габаритные размеры, используя вкладку «Теодолитные ходы», обязательно замыкаем ход;

– нажимаем в строке решения задач: «Выполнить преобработку» и «Уравнивание», координаты будут вычислены;

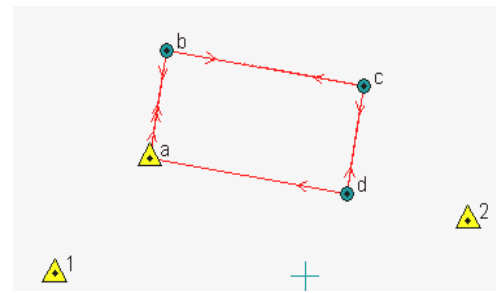
в) затем укажем координаты исходных точек 1 и 2 (точек теодолитного хода, от которых будет производиться разбивка), используя вкладку «Пункты ПВО», и снова выполним преобработку и уравнивание.



Проект1.gds

Пункты П... Дирекцио... Измерения Теодол. х...

	Имя	X	Y	Тип XY	H
<input type="checkbox"/>	a	245,300	134,800	Исходный	
<input type="checkbox"/>	1	200,850	94,860	Исходный	
<input type="checkbox"/>	2	221,450	268,520	Исходный	
<input type="checkbox"/>	b	286,724	141,732	Рабочий	
<input type="checkbox"/>	c	272,860	224,580	Рабочий	
<input type="checkbox"/>	d	231,436	217,648	Рабочий	



В графическом окне (справа) будут показаны исходные точки (пункты разбивочной сети) и проектные точки a, b, c и d (углы здания, т. е. точки пересечения основных осей);

ОГЗ для разбивки

Ввод данных в таблицу

Точек опоры  Точек ориентирования и выноса

Точки опоры

Пункт	X	Y	H
1	200,850	94,860	

Точки ориентирования и выноса

Пункт	Дир. угол	Расстояние
2	83°14'06"	174,878
a	41°56'27"	59,758
b	28°37'36"	97,833

г) вычисление разбивочных элементов для полярного способа выполняют с использованием вкладки **ОГЗ для разбивки**: при этом получают численные значения дирекционных и разбивочных углов, расстояний из решения обратной геодезической задачи; д) результаты вычислений представить в виде ведомости (взять из программы и поместить в отсчёт).

Разбивочные углы вычисляют как разность дирекционных углов проектного направления и стороны разбивочной сети (теодолитного хода).

Например, разбивочный угол для выноса точки a будет равен  $\beta = 41^\circ 52' 27'' - 83^\circ 14' 06'' + 360^\circ = 318^\circ 38' 21''$ .

При аналитическом расчете разбивочных элементов оси линейного сооружения преподавателем задается начальная точка, направление и длина проектируемого сооружения. На плане графически с помощью поперечного масштаба и измерителя определяют координаты начальной точки (А), например  $x_A = 119,80$  м и  $y_A = 336,65$  м и измеряют транспортиром дирекционный угол направления АВ ( $\alpha_{A-B} = 150^\circ 30'$ ). Порядок обработки в программном комплексе CREDO\_DAT аналогичный рассмотренному выше.

– Используя вкладку «Пункты ПВО», задаем координаты исходных пунктов, для пункта А указываем тип пункта предварительный (или исходный).

– Во вкладке «Дирекционные углы», задаем дирекционный угол направления АВ, а во вкладке «Теодолитные ходы» задаем угол  $0^\circ 00'$  и проектное расстояние 25,00.

Имя	X	Y	Тип XY
1	120,450	320,985	Исходный
2	92,322	334,367	Исходный
A	119,800	336,650	Предварител
B	98,041	348,961	Рабочий



– Нажимаем в строке решения задач: «**Выполнить предобработку**» и «**Уравнение**», координаты точки В будут вычислены.

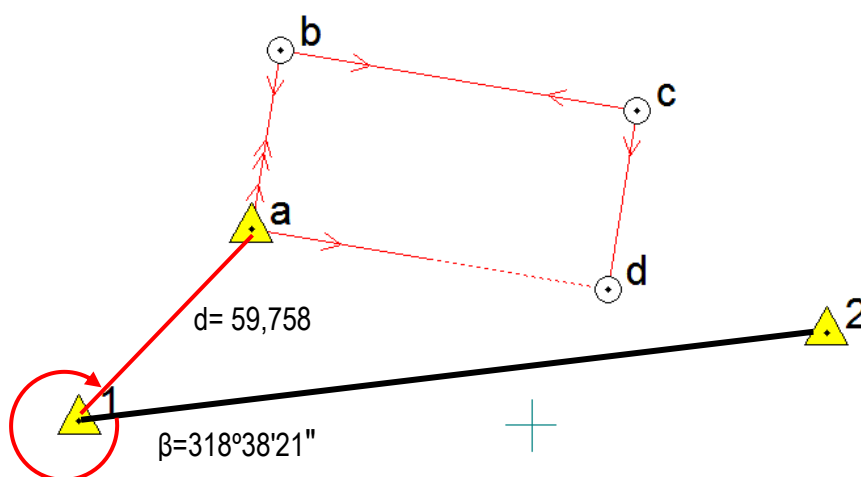
– Разбивка точек А и В производится полярным способом с исходных пунктов 1 и 2. Рекомендуется проконтролировать положение одной из проектных точек (А или В) способом полярных координат или способом угловой засечки с другого исходного пункта.

– С использованием вкладки «**ОГЗ для разбивки**» вычисляют разбивочные элементы для полярного способа (способа угловой засечки). Например, разбивочный угол для точки А:  $\beta = 92^\circ 22' 34'' - 154^\circ 33' 25'' + 360^\circ = 297^\circ 49' 09''$ .

Ввод данных в таблицу			
<input checked="" type="radio"/> Точек опоры		<input type="radio"/> Точек выноса	
Точки опоры			
Пункт	X	Y	H
1	120,450	320,985	
Точки выноса			
Пункт	Дир. угол	Расстояние	Верт. уго
2	154°33'25"	31,149	
A	92°22'34"	15,678	
B	128°41'43"	35,844	

*Разбивочный чертеж* составляют в крупном масштабе на листе чертежной бумаги формата А-4 чёрным цветом, на нём подписывают значения разбивочных элементов и координаты исходных и проектных точек. Разбивочные углы откладываются транспортиром, стрелкой показывают северное направление.

**Разбивка основных осей на местности** выполняется с применением теодолита и стальной рулетки. Порядок работ приводится в [2, с. 293–296].



**Рисунок 14 – Вынос на местность проектной точки полярным способом**

Согласно приведенному выше примеру расчета, теодолит устанавливают над точкой 1, центрируют, приводят в рабочее положение по цилиндрическому уровню подъемными винтами, положение вертикального круга слева (КЛ). Построение проектных углов выполняют способом «от нуля». Например, для выноса на местность точки а ориентируют нуль лимба горизонтального круга по стороне теодолитного хода 1–2, установив в точке 2 веху. Открепляют закрепительный винт алидады и поворачивают теодолит до тех пор, пока отсчет по микроскопу не будет равен вычисленному проектному углу  $318^\circ 38' 21''$  для выноса на местность точки а, закрепляют алидаду (точно устанавливают нужный отсчет наводящим винтом алидады). В полученном направлении устанавливают веху и откладывают стальной рулеткой вычисленное расстояние 1-а, равное 59,758 м.

Таким же образом выносят точку b. Точки с и d разбивают аналогично, установив теодолит в точке 2.



Чтобы повысить точность разбивки, построение проектных углов выполняют при двух положениях вертикального круга теодолита.

Контроль разбивки на ровной площадке выполняют без привлечения теодолита, используя стальную или лазерную рулетку: измеряют габариты (ширину и длину) и диагонали. Разбивку считают выполненной качественно, если отклонение от проектных размеров составляет в относительной мере  $1/2000$ – $1/5000$ . Контрольные промеры записывают на разбивочном чертеже.

## 7 ОБМЕРНЫЕ РАБОТЫ

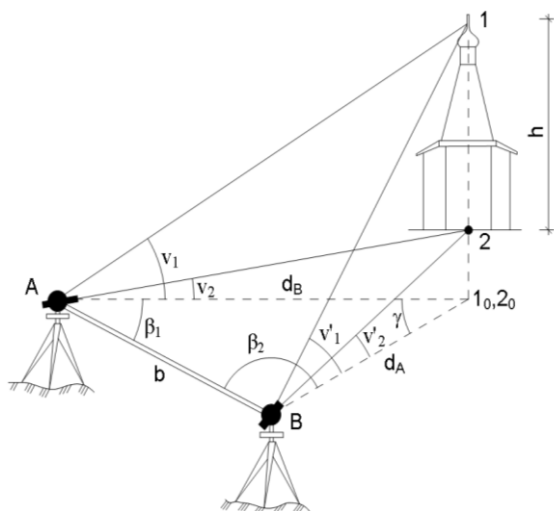
Данный вид работ предусмотрен программой практики для специальности «Экспертиза и управление недвижимостью» и включает в себя:

- Обмер здания по фасаду с помощью лазерной рулетки.

При обмере простого по архитектурной форме здания используют стальные рулетки 30-ти или 50-ти метровые с натяжением ее вдоль цокольной части здания или лазерные рулетки. Обмерочные чертежи составляются в крупном масштабе на листах ватмана формата А4 или А3 и оформляются чёрным цветом, все размеры на чертежах подписывают в метрах (с точностью до 0,01 м).

- Дистанционный обмер здания, в сечении которого окружность.

Наиболее распространенный способ дистанционного обмера – применение прямой угловой засечки. На местности разбивают треугольники, выбирая станции (точки А, В и С) желательна на взаимно перпендикулярных осях, в которых измеряют по два горизонтальных угла и базисы, что позволит вычислить неприступные расстояния до центра сооружения и радиусы сечений.



**Рисунок 15 – Измеренные величины в прямой угловой засечке**

При обмерах можно использовать точный теодолит и лазерную рулетку согласно заданиям на практику (см. Приложение 1). Также эффективно применение электронного тахеометра.

Задание. Выполнить дистанционный обмер колокольни Свято-Воскресенского собора.

Горизонтальные углы измеряют способом круговых приёмов, работая на образующие, результаты измерений записывают в специальную таблицу. Для определения вертикальных элементов и общей высоты измеряют углы наклона.

Для определения крена (наклона вертикальной оси) условно задают координаты, например точки А, и измеряют магнитный азимут по базису АВ с помощью теодолита и ориентир-буссоли.

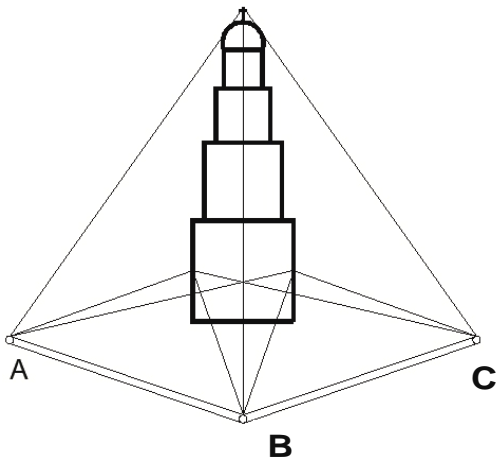


Рисунок 15 – Дистанционный обмер

Разбить два базиса АВ и АС (организовать два треугольника). Результаты измерений записываем в журнал специальной формы.

Необходимо измерить:

- длины базисов (лазерной рулеткой);
- магнитный азимут по одному из базисов с помощью ориентир-буссоли;
- превышения между концами базисов геометрическим нивелированием способом «из середины»;
- горизонтальные углы способом круговых приёмов, обнуляем отсчёт по базису при КЛ, работаем 1, 2, 3, 4 сечения (на образующие), купол и верх креста;
- углы наклона способом приёмов на основание, по верхней точке каждого сечения и верх креста.

**По результатам измерений можно вычислить:** расстояния до центра сооружения, радиусы сечений, величины вертикальных элементов, крен (наклон вертикальной оси сооружения).

Вертикальные элементы  $h$  (высоту здания  $H$ ) определяют по формуле (15).

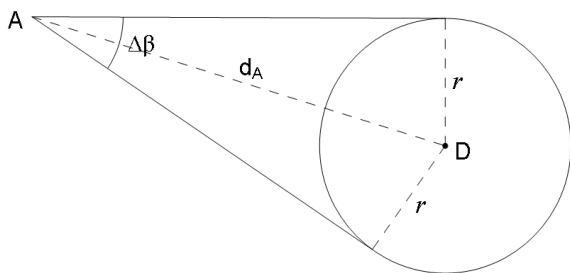


Рисунок 16 – Пояснение определению радиуса сечения

Радиус сечения  $r$  подсчитывают по горизонтальному расстоянию  $d$  от станции до центра вращения и углу  $\Delta\beta$ , составленному направлениями касательных к образующим (рисунок 16):

$$r = d \cdot \sin \frac{\Delta\beta}{2}. \quad (16)$$

Обработку результатов измерений дистанционного обмера производят в программном комплексе CREDO\_DAT. Используя вкладку «Измерения / Пункты ПВО», вводят результаты всех угловых измерений и расстояния между базисами.

Станция	НН	Место нуля	Инструмент	ТТО	ЛТО/ЛТО
<input type="checkbox"/> a		0°00'00"	Default		
<input type="checkbox"/> b		0°00'00"	Default		
<input type="checkbox"/> c		0°00'00"	Default		

Цель	Круг	Гор. лимб	Верт. лимб	Расст.	Метод определ. расст	Класс (Н)
b	Лево	0°00'00"		144,538	Горизонтальное проло	техн.нив.
verh krest	Лево	305°52'00"	32°56'00"		Горизонтальное проло	техн.нив.
niz	Лево	305°47'30"	0°35'00"		Горизонтальное проло	техн.нив.
1	Лево	305°47'30"	13°14'00"		Горизонтальное проло	техн.нив.
2	Лево	305°50'30"	19°01'30"		Горизонтальное проло	техн.нив.
3	Лево	305°57'00"	24°00'30"		Горизонтальное проло	техн.нив.
4	Лево	305°50'15"	27°37'00"		Горизонтальное проло	техн.нив.
v kupol	Лево	305°50'00"	30°36'00"		Горизонтальное проло	техн.нив.

В результате совместной обработки двукратной прямой угловой засечки получают координаты и отметки (см. таблицу 8), если задавалась условная высота исходной точки, эллипсы погрешностей характеризуют точность определения координат точек из уравнивания.

Вычисление крена и его направления выполняют по координатам центра инженерного сооружения в нижнем и верхнем сечениях, используя формулы обратной геодезической задачи.

Частные крены по осям координат равны  $q_X = X_B - X_H$ ;  $q_Y = Y_B - Y_H$ .

Таблица 8 – Ведомость координат и высот

N	Имя пункта	X	Y	H
Планово-высотное обоснование				
1	a (исходная точка)	300,000	600,000	<b>100,000</b>
2	b	205,267	490,830	
3	c	136,876	590,495	
84	niz	213,668	607,779	100,882
5	verh	213,525	607,708	136,316

Направление крена получают, используя формулу  $tg r = \frac{q_Y}{q_X}$ .

Абсолютный крен вычисляют по теореме Пифагора  $Q = \sqrt{q_X^2 + q_Y^2}$ , а относительный крен  $\frac{Q}{H}$  выражается в тысячных долях и сравнивается с допуском 0,004 для жестких сооружений высотой до 100 м [9].

### **Правила оформления отчета по учебной геодезической практике**

1. Отчет оформляется бригадой студентов, проходивших практику, в компьютерном варианте черным цветом с использованием электронной версии [12], предоставленной кафедрой ГТК.

2. На листе реферата присутствует угловой штамп; остальные листы отчета имеют рамку, в углу которой ставится номер страницы. Каждый раздел оформляется с отдельной страницы.

3. Параметры страницы при оформлении отчета в компьютерном варианте следующие: шрифт Times New Roman, поля – сверху и снизу по 2 см, слева – 3 см, справа – 1,5 см. Размер шрифта 13 или 14 пт.

4. Таблицы и рисунки нумеруются в пределах раздела. Таблицы с результатами измерений размещают по тексту, в соответствующих разделах.

5. Отчет брошюруется в соответствии с оглавлением. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но номер на ней не ставится.

**Реферат** должен содержать информацию о составе бригады (Ф. И. О), название группы; видах полевых и камеральных работ, которые были выполнены.

**Пояснительная записка по каждому разделу** должна содержать краткие теоретические сведения с пояснительными рисунками и результаты измерений в виде таблиц [10].

**Графическая документация** может размещаться по тексту в соответствующем разделе либо в конце в виде приложений. Все графические документы оформляются цве-

том (гелевыми или капиллярными ручками черного, красного, синего, зеленого и коричневого цветов). Полевой журнал ведётся ручкой (использование карандаша запрещается). Абрис съёмки оформляется карандашом на плотной бумаге. Топографический план вычерчивается на ватмане формата А1 или А2, строго соблюдая условные знаки и нужную цветовую гамму. Рисунки можно оформить вручную или с использованием программного комплекса AutoCAD. Оформление графической документации допускается разными студентами [10].

**Результаты вычислений** из программного комплекса CREDO\_DAT в виде таблиц брошюруются по тексту в отчет.

**Список использованных источников** составляется по фамилиям авторов (в алфавитном порядке) либо в логической последовательности использования их в отчете.

### Список рекомендуемой литературы

1. Зуева, Л. Ф. Лабораторный практикум «Геодезические измерения» / Л. Ф. Зуева, С. Н. Кандыбо, Н. В. Синякина. – Брест : БрГТУ. – 2014.

2. Подшивалов, В. П. Инженерная геодезия: учебник для студ. строит. спец. вузов / В. П. Подшивалов, М. С. Нестеренок. – Минск : Вышэйшая школа, 2011.

3. Зуева, Л. Ф. Методические указания. Применение программного комплекса CREDO\_DAT для камеральной обработки геодезических измерений / Л. Ф. Зуева. – Брест : БрГТУ, 2009.

4. Строительные нормы Республики Беларусь Инженерные изыскания для строительства : СН 1.02.01-2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2020.

5. Инженерные изыскания для строительства. Условные обозначения для инженерно-топографических планов масштабов 1:1000; 1:500 и 1:200 : ТКП 45-1.02-293-2014. – Минск, 2014.

6. Зуева, Л. Ф. Инженерная геодезия. Топографические съёмки. Решение задач по топографическим картам и планам / Л. Ф. Зуева, С. Н. Кандыбо. – Брест : БрГТУ, 2015.

7. Зуева, Л. Ф. Методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Инженерная геодезия» на тему «Трассирование линейных сооружений» / Л. Ф. Зуева, С. Н. Кандыбо. – Брест : БГТУ, 2018.

8. Строительные нормы Республики Беларусь Геодезические работы в строительстве. Основные положения : СН 1.03.02-2019. – Минск : Минстройархитектуры, 2020.

9. Геодезические работы в строительстве : П1-2019 к ТКП 45-1.03-313-2018. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2019. – 75 с.

10. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых, дипломных проектов и работ, отчетов по практике. Общие требования и правила оформления. СТ БГТУ-01-2008. – Брест : УО БрГТУ, 2008. – 46 с.

11. Геодезия: учебник для вузов / А. Г. Юнусов [и др.]. – Москва : Академический проект, 2015.

12. Отчет по практике / составитель Л. Ф. Зуева [и др.]. – БрГТУ, кафедра ГТК. – Электрон. диск (CD-ROM). [Электронный ресурс]

**Задание на практику для специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»**

№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объём	Число дней
1	Организационное собрание. Изучение правил техники безопасности, получение инструментов. Поверки теодолита и нивелира. Тренировочные измерения. Рекогносцировка и закрепление точек теодолитного хода.			0,5
2	Создание планово-высотного съёмочного обоснования: а) проложение теодолитного хода, измерение углов и длин сторон; б) геометрическое нивелирование IV класса по точкам теодолитного хода; в) камеральная обработка результатов измерений в программном комплексе CREDO_DAT.	точка	4–6	1,5
3	Топографическая съёмка масштаба 1:1000 или 1:500, высота сечения 0,5 метра: а) тахеометрическая съёмка; б) камеральная обработка результатов съёмки.	точек на человека	40–45	3,0
4	Нивелирование поверхности по квадратам: а) разбивка сетки квадратов, нивелирование; б) проектирование наклонной площадки; в) составление картограммы земляных работ и вычисление объёмов земляных масс.	кв.	6–9	2,0
5	Трассирование линейных сооружений (а/д): а) проложение магистрального хода, разбивка пикетажа и главных точек кривых, вынос пикетов на кривые, нивелирование трассы и поперечников; детальная разбивка круговых кривых; б) обработка результатов трассирования и построение продольного и поперечного профилей.	км углы поворота попереч.	до 0,5 3 2	5,0
6	Решение инженерно-геодезических задач: – вынос в натуру проектной отметки и линии заданного уклона; – аналитический расчет разбивки, составление разбивочного чертежа, вынос осей здания на местность; – применение угловой засечки для определения недоступных расстояний, высоты и крена сооружения.	задача	4	3,0
7	Создание цифровой модели местности по результатам тахеометрической съёмки.	на бригаду	1	6,0
8	Неплановые работы и мероприятия.			1,0
9	Оформление отчета по практике. Сдача инструментов. Защита практики.			2,0
			<b>Всего</b>	<b>24</b>

**Задание на практику для специальности  
1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»**

№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объём	Число дней
1	Организационное собрание. Изучение правил техники безопасности, получение инструментов. Поверки теодолита и нивелира. Тренировочные измерения. Рекогносцировка и закрепление точек теодолитного хода.			0,5
2	Создание планово-высотного съёмочного обоснования: а) проложение теодолитного хода, измерение горизонтальных углов и длин сторон лазерной рулеткой; б) геометрическое нивелирование IV класса по точкам теодолитного хода; в) камеральная обработка результатов измерений в программном комплексе CREDO_DAT.	точка	4–5	1,5
3	Топографическая съёмка масштаба 1:1000 или 1:500, высота сечения 0,5 метра: а) тахеометрическая съёмка; б) камеральная обработка и составление топографического плана.	точек (пикетов) на человека	25–30	1,5 2,0
5	Трассирование дороги (2 угла поворота): а) полевые работы: проложение магистрального теодолитного хода, разбивка пикетов и главных точек кривых; нивелирование трассы и поперечников; б) обработка результатов трассирования и построение продольного и поперечного профилей.	км кол-во поперечн.	до 0,4 1	2,0 1,0
6	Решение инженерно-геодезических задач: – вынос в натуру проектной отметки и линии заданного уклона; – аналитический расчет разбивки, составление разбивочного чертежа, вынос осей здания на местность; – применение угловой засечки для определения недоступных расстояний, высоты и крена сооружения.	задача	4	2,0
7	Неплановые работы и мероприятия.			0,5
8	Оформление отчета по практике. Сдача инструментов. Защита практики.			1,0
			<b>Всего</b>	<b>12</b>

**Задание на практику для специальности  
1-70 01 01 «Производство строительных изделий и конструкций»**

№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объём	Число дней	
1	Организационное собрание. Изучение правил техники безопасности, получение инструментов. Поверки теодолита и нивелира. Тренировочные измерения. Рекогносцировка и закрепление точек теодолитного хода.			0,5	
2	Создание планово-высотного обоснования для топографической съёмки: а) проложение теодолитного хода, измерение горизонтальных углов и длин сторон лазерной рулеткой; б) геометрическое нивелирование технической точности по точкам теодолитного хода; в) камеральная обработка результатов измерений в программном комплексе CREDO_DAT.	точка	4–5	1,5	
3	Топографическая съёмка масштаба 1:1000 или 1:500, высота сечения 0,5 метра: а) тахеометрическая съёмка с элементами теодолитной съёмки; б) камеральная обработка и составление топографического плана.	точек на человека	25–30	1,5 2,0	
4	Нивелирование поверхности по квадратам: а) разбивка сетки квадратов, нивелирование; б) составление организации рельефа наклонной площадки; картограммы земляных работ и вычисление объёмов земляных масс.	кол-во квадратов	8–9	1,0 1,0	
5	Решение инженерно-геодезических задач: – вынос в натуру проектной отметки и линии заданного уклона; – аналитический расчет разбивки, составление разбивочного чертежа, вынос осей здания на местность; – определение высоты и крена здания.	задача	4	2,5	
6	Неплановые работы и мероприятия.			0,5	
7	Оформление отчета по практике. Сдача инструментов. Защита практики.			1,5	
		<b>Всего</b>			<b>12</b>

**Задание на практику для специальности  
1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»**

№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объём	Число дней
1	Организационное собрание. Изучение правил техники безопасности, получение инструментов. Поверки теодолита и нивелира. Тренировочные измерения. Рекогносцировка и закрепление точек теодолитного хода.			0,5
2	Создание планово-высотного съемочного обоснования для топографической съемки: а) проложение теодолитного хода, измерение горизонтальных углов техническим теодолитом и длин сторон лазерной рулеткой; б) геометрическое нивелирование технической точности по точкам теодолитного хода; в) камеральная обработка результатов измерений в CREDO_DAT.	точка	4–5	1,5
3	Тахеометрическая съемка масштаба 1:500 с высотой сечения 0,5 метра: а) тахеометрическая съемка; б) камеральная обработка журнала съемки в CREDO_DAT, составление топографического плана.	точек на человека	25–30	1,5 1,5
4	Решение инженерно-геодезических задач на местности: – вынос проектной отметки; – аналитический расчет разбивки, составление разбивочного чертежа, вынос осей здания на местность.	задача	2	1,5
5	Дистанционный обмер здания, определение вертикальных элементов, радиусов сечений и крена колокольни Свято-Воскресенского собора. Обмер здания по фасаду с помощью лазерной рулетки. Построение обмерочных чертежей.	здание	2	2,5
6	Изучение устройства электронного тахеометра. Применение прикладных программ.			1,0
7	Неплановые работы и мероприятия.			0,5
8	Оформление отчета по практике. Сдача инструментов. Защита практики.			1,5
			<b>Всего</b>	<b>12</b>



**Задание на практику для специальностей**  
**1-70 04 02 – «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»,**  
**1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов»**

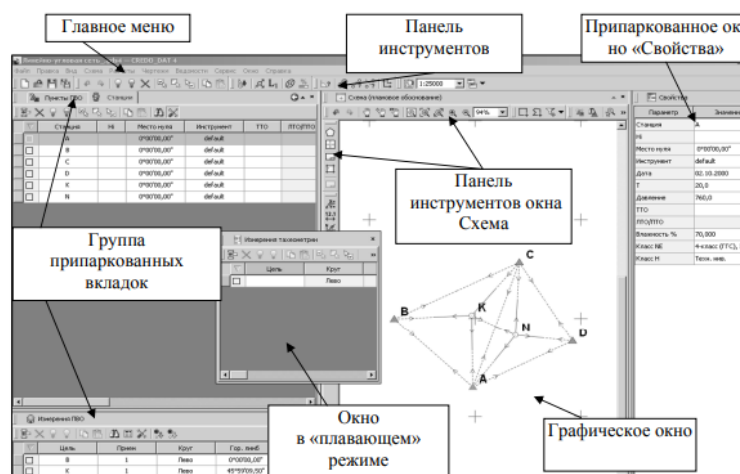
№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объём	Число дней
1	Организационное собрание. Изучение правил техники безопасности, получение инструментов. Поверки теодолита и нивелира. Тренировочные измерения. Реконсцировка и закрепление точек теодолитного хода.			0,5
2	Создание планово-высотного съёмочного обоснования: а) проложение теодолитного хода, измерение горизонтальных углов и длин сторон лазерной рулеткой; б) геометрическое нивелирование технической точности по точкам теодолитного хода; в) камеральная обработка результатов измерений в CREDO_DAT.	точка	4–5	1,5
3	Топографические съёмки масштаба 1:500 или 1:1000, высота сечения 0,5 метра: а) тахеометрическая; б) камеральная обработка и составление плана.	точек на человека	20–25	1,0 1,5
4	Трассирование линейных сооружений: а) полевые работы: проложение магистрального теодолитного хода, разбивка пикетов и главных точек кривых; нивелирование трассы; б) обработка результатов трассирования и построение продольного профиля подземного газопровода (водопровода для специальности ВВиОВР)	км углы поворота	до 0,4 2	4,0
5	Решение типовых инженерно-геодезических задач – вынесение на местность проектной отметки и линии заданного уклона; – подготовка геодезических данных и составление разбивочного чертежа; вынос осей здания на местность (вынос на местность оси линейного сооружения с контролем для специальности ВВиОВР).	задача	3	1,5
6	Неплановые работы и мероприятия.			0,5
7	Оформление отчета по практике. Сдача инструментов и защита отчёта по практике.			1,5
			<b>Всего</b>	<b>12</b>

**Задание на практику для специальностей  
1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство»**

№ п/п	Виды работ	Един. измер.	Объём	Число дней
1	Организационное собрание. Изучение правил техники безопасности, получение инструментов. Поверки теодолита и нивелира. Тренировочные измерения. Рекогносцировка и закрепление точек теодолитного хода.			0,5
2	Создание планово-высотного съёмочного обоснования: а) проложение теодолитного хода, измерение горизонтальных углов и длин сторон лазерной рулеткой; б) геометрическое нивелирование технической точности по точкам теодолитного хода; в) камеральная обработка результатов измерений в CREDO_DAT.	точка	4–5	1,5
3	Топографическая съёмка масштаба 1:500 или 1:1000, высота сечения 0,5 метра: а) тахеометрическая съёмка; б) камеральная обработка и составление топографического плана.	точек на человека	25–30	1,0 1,5
4	Трассирование линейных сооружений: а) полевые работы: проложение магистрального теодолитного хода, разбивка пикетов и главных точек кривых; нивелирование трассы и поперечников; б) обработка результатов трассирования и построение продольного и поперечного профиля магистрального канала.	км углы поворота поперечник	до 0,3 2 1	4
5	Решение типовых инженерно-геодезических задач: – подготовка геодезических данных и составление разбивочного чертежа; – вынос местность осушительной мелиоративной сети (фрагмент); – вынос на местность проектной отметки и линии заданного уклона (по коллектору и дренам).	задача	3	1,5
6	Неплановые работы и мероприятия.			0,5
7	Оформление отчета по практике. Сдача инструментов и защита отчёта по практике.			1,5
	<b>Всего</b>			<b>12</b>

## Обработка сетей съемочного обоснования и тахеометрической съемки в программном комплексе Кредо Дат 5.3

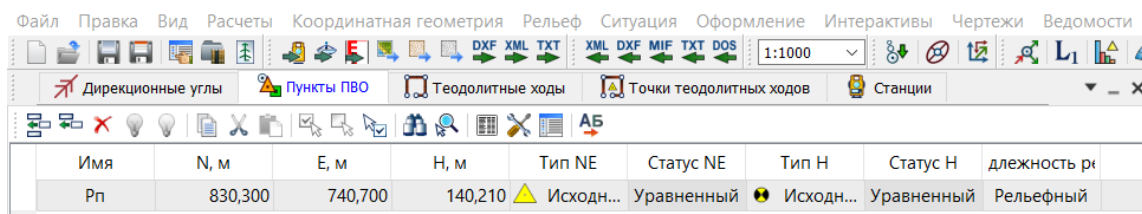
Начиная с версии 5.0 в программе КРЕДО ДАТ значительно расширены функциональные возможности. Программа позволяет выполнить камеральную обработку традиционных геодезических измерений и результатов постобработки спутниковых измерений разных классов точности в выбранной СК с возможностью учета модели геоида и комплекса редуccionных поправок; обеспечивает импорт данных с электронных тахеометров, цифровых нивелиров; обработку материалов тахеометрической съемки с формированием точечных, линейных и площадных топографических объектов и их атрибутов по данным полевого кодирования; решать задачи координатной геометрии (построение объектов по обмерам, определение отдельных элементов засечками и др.). Реализована возможность работы в 3D, что обеспечивает максимальную эффективность при работе по геодезическому сопровождению строительства. Окно программы CREDO\_DAT содержит главное меню, панель инструментов и окна данных, которые можно разделить на табличные, графические и вспомогательные. Окно можно разместить в центральной области главного окна документа, припарковать с любой стороны от центральной области или расположить поверх других окон.



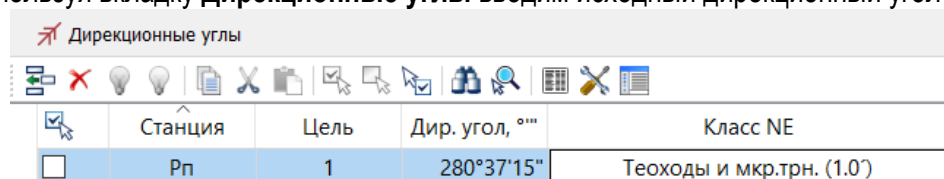
В системе есть несколько табличных окон, видимость которых может быть связана между собой. Это таблицы: «Теодолитные ходы» и «Точки теодолитных ходов», «Нивелирные ходы» и «Точки нивелирных ходов», «Пункты ГНСС» и «Векторы ГНСС», окно «Станции» связано с двумя табличными окнами – «Измерения ПВО» и «Измерения Тахеометрии».

Обработка планового съёмочного обоснования в программе Кредо Дат 5.3 при вводе данных вручную аналогична обработке в более ранних версиях:

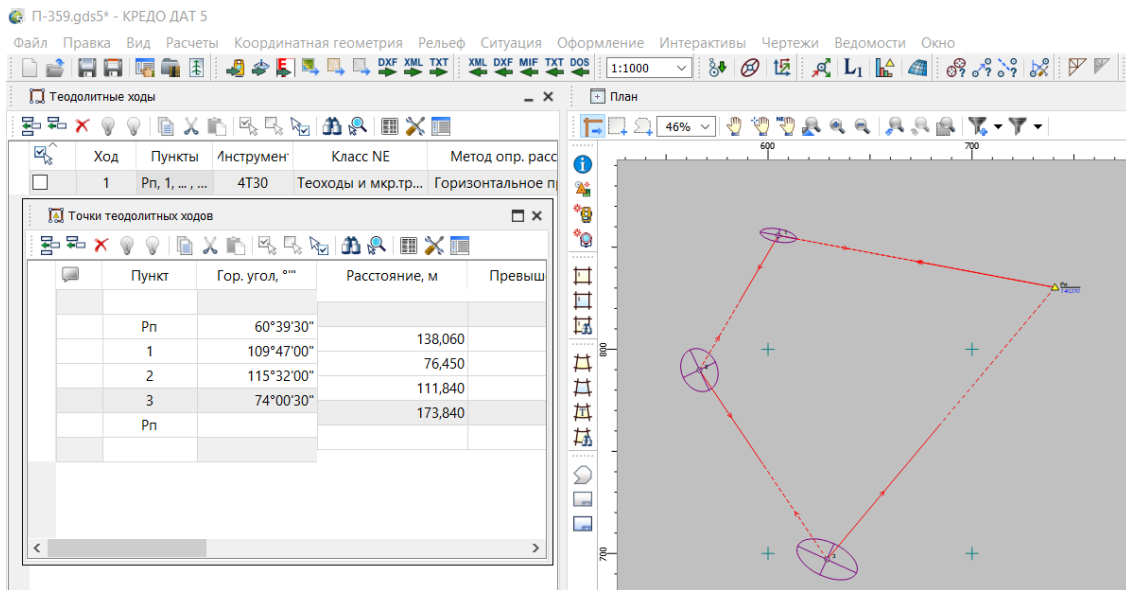
- Выбираем в пункте меню «Вид» вкладку «Пункты ПВО» вводим координаты исходного пункта.



- Используя вкладку **Дирекционные углы** вводим исходный дирекционный угол

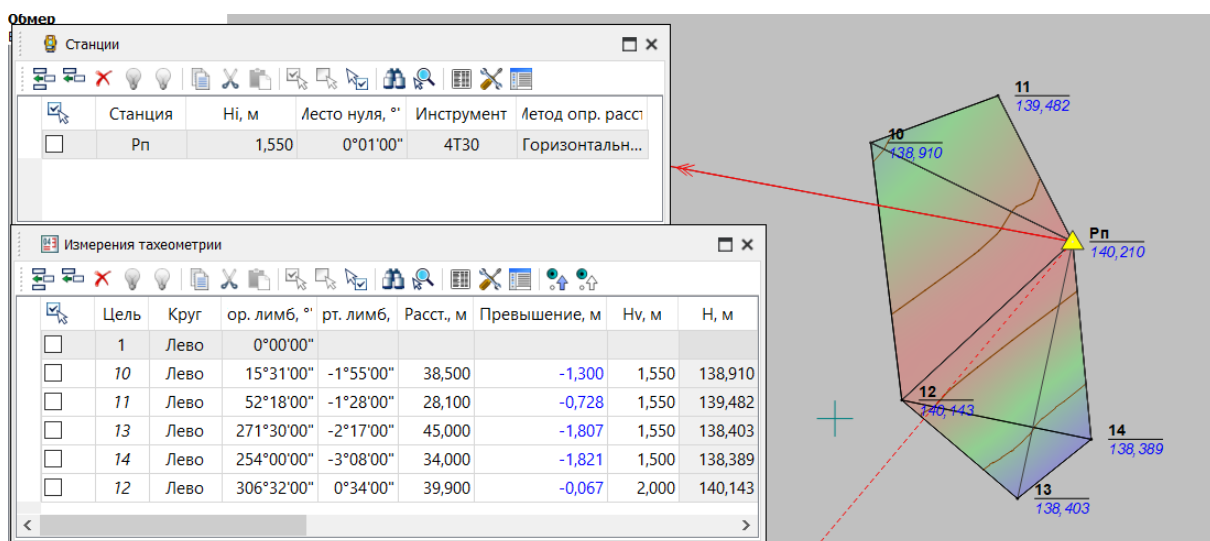


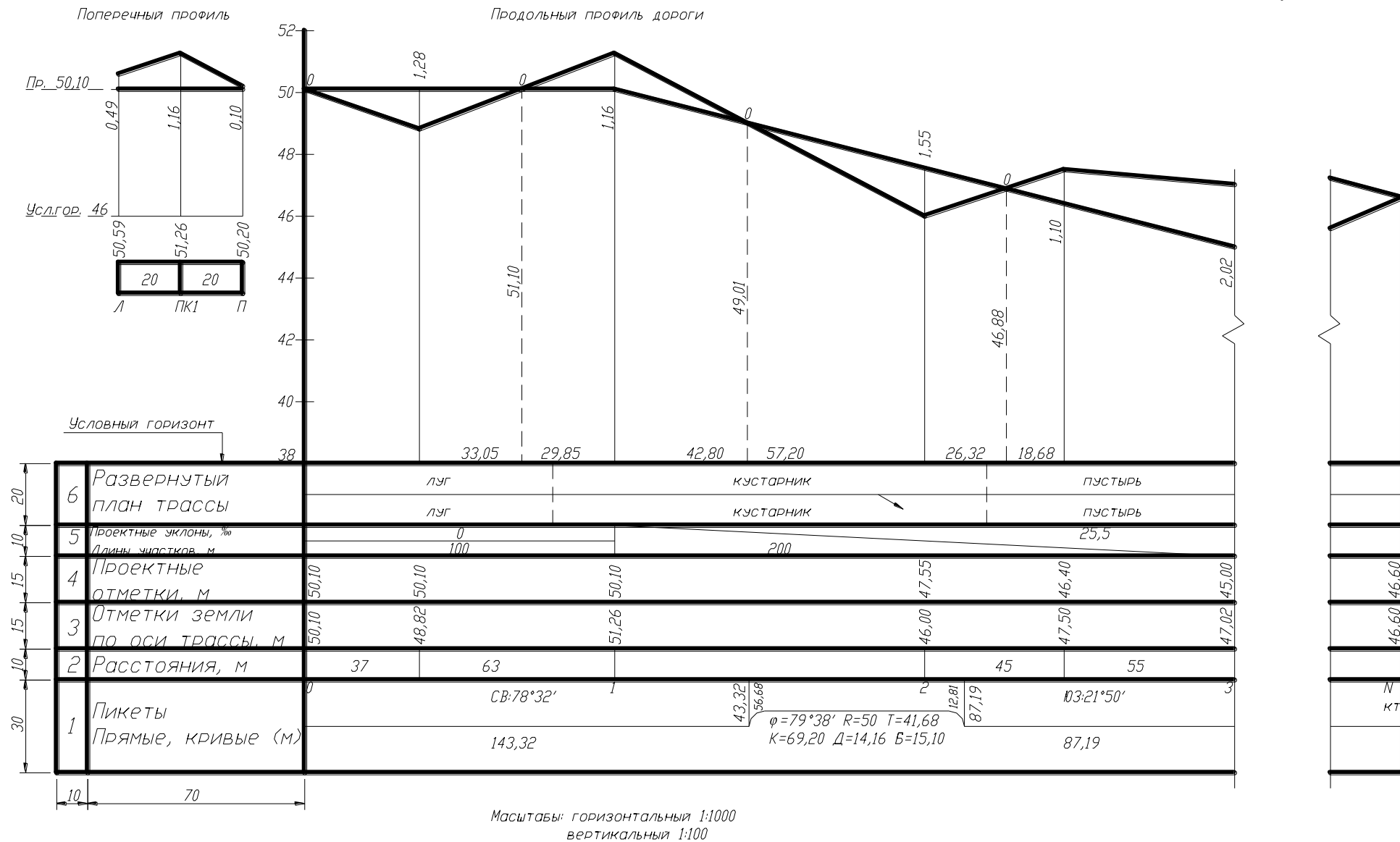
– Для ввода результатов измерений в теодолитном ходе используем вкладки «Теодолитные ходы» (верхний табличный редактор) и «Точки теодолитных ходов».



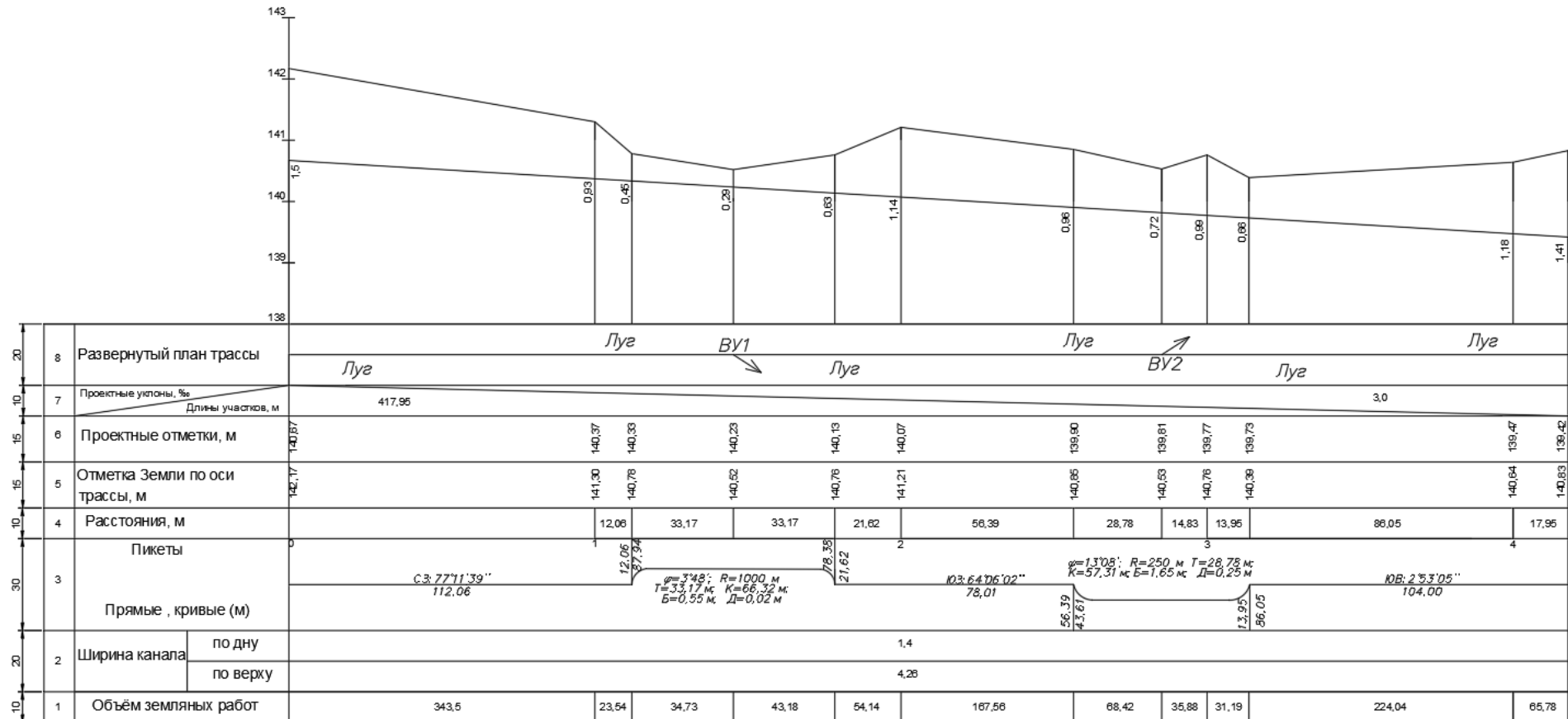
– Предварительная обработка данных (является обязательным подготовительным шагом перед уравниванием) выполняется по команде «Расчеты – предобработка – Расчет». Перед выполнением уравнивания необходимо выполнить настройку параметров уравнивания. Для этого в окне «Свойства проекта – уравнивание» для плановых и высотных измерений можно выбрать тип уравнивания – «Совместное» или «Поэтапное». При выполнении поэтапного уравнивания вначале выполняется обработка данных измерений высшего класса, затем последовательно выполняется уравнивание младших классов. Просмотреть и сохранить ведомости «Характеристики теодолитных ходов» и «Ведомость оценки точности положения пунктов», выбрав их в меню «Ведомости – уравнивание».

– Обработка результатов тахеометрической съемки выполняется в табличных окнах «Станции» и «Измерения тахеометрии». Функция «Рельеф/ Поверхность» позволяет создать и проанализировать поверхность рельефа на незастроенной территории (без возможности редактирования).





Пример оформления продольного профиля мелиоративного канала



Масштабы: горизонтальный 1:1000  
вертикальный 1:50

Учебное издание

**Составители:**

*Зуева Людмила Фёдоровна  
Кандыбо Светлана Николаевна  
Смулько Татьяна Владимировна*

## **Методические указания**

для выполнения учебной геодезической практики  
*студентами очной формы обучения СФ и ФИСЭ*

Ответственный за выпуск: Зуева Л. Ф.

Редактор: Митлошук М. А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А. П.

Корректор: Дударук С. А.

---

Подписано в печать 11.04.2022 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага «Performer».  
Гарнитура «Arial Narrow». Усл. печ. л. 2,33. Уч. изд. л. 2,5. Заказ № 351. Тираж 20 экз.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный  
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

