

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический
университет С.М. Кирова»

Отчет по учебной практике

Дисциплина: геодезия

Теодолитная, тахеометрическая и нивелирная съемка.

Выполнила: студентка 2 курса, 421 гр., ФЛиСХ,
Специальности «Землеустройство и кадастры»

Бородаенко Виктория

Преподаватель: Максимова Галина Сергеевна

Сыктывкар 2015

Содержание

Введение.....	3
Теодолитная съёмка.....	4
Тахеометрическая съёмка.....	9
Нивелирная съёмка.....	10
Построение профиля дорожной трассы.....	15
Заключение.....	24
Приложения.....	25
Приложение 1. Абрис теодолитной съёмки.....	26
Приложение 2. Ведомость вычисления координат теодолитного хода.....	27
Приложение 3. План территории СЛИ.....	28
Приложение 4. Журнал нивелирования.....	29
Приложение 5. Журнал нивелирования.....	30
Приложение 6. Профиль дорожной трассы.....	34

Введение

Геодезия - одна из древнейших наук. Слово «геодезия» образовано из двух слов - «земля» и «разделяю», а сама наука возникла как результат практической деятельности человека по установлению границ земельных участков, строительству оросительных каналов, осушению земель.

Полевая учебная геодезическая практика является завершающим этапом изучения курса инженерной геодезии. На нее отводится значительная часть учебного времени.

Практика проходила в г. Сыктывкар на территории учебного корпуса СЛИ, расположенного на улице Южная 11.

Целью практики является приобретение навыков работы на местности с приборами, их использование и обработка полученной информации.

Перед практикой ставятся следующие задачи:

1. Закрепление и углубление знаний.
2. Освоение новейших геодезических приборов.
3. Дальнейшее развитие практических навыков в процесса самостоятельного выполнения геодезических измерений, последующей их математической обработки и оценки точности.

Теодолитная съемка

Теодолитную съемку я выполнила на территории Сыктывкарского лесного института (ул. Южная, д.11).

Теодолитная съемка выполнялась в два этапа:

1. Полевой.

2. Камеральный

1) Полевой этап.

В процессе проведения этого этапа, мною была выполнена рекогносцировка местности (визуальный осмотр), в которой были намечены точки стояния теодолита.

После этого я приступила к съемке местности. Съемки выполнялись электронным теодолитом ТЕО20.

Проложение теодолитного хода заключалось в измерении горизонтальных углов и расстоянии между точками. Углы измерялись способом «полный прием» (т.е. при круге левом и при круге правом). Для дальнейшей обработки определялось среднее значение угла.

Расстояние между точками измерялось рулеткой в двух направлениях: прямое и обратное. Все это отображали в полевом журнале.

После этого я приступила к съемке контуров, при этом использовала следующие методы:

- метод перпендикуляров
- угловых засечек
- линейных засечек

в процессе съемки вели абрис (приложение 1).

(Абрис - схематические изображения объекта на каждой точке полигона.).

2. Камеральный этап.

После окончания полевых работ я приступила к камеральной обработке. Камеральная обработка начинается с вычисления ведомости координат (Приложение 2).

Из полевого журнала в графу 3 (измеренный угол) я выписала среднее значение измеренных углов, затем нашла их сумму. Она составила:

$$\text{➤ } \Sigma_{\text{теоритическая}} = 540^{\circ}$$

$$\text{➤ } \Sigma_{\text{практическая}} = 540^{\circ}1,40'$$

Далее я увязала углы, невязку разбросала с обратным знаком.

По увязанным углам и дирекционному углу я рассчитала дирекционные углы других линий. Далее нашла румбы и вычислила приращения координат. Рассчитала координаты точек полигона.

Вычисление координат пунктов замкнутого теодолитного хода.

Вычисляют угловую невязку f_{β} замкнутого теодолитного хода

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{\text{изм}} - \Sigma\beta_{\text{теор}},$$

где $\Sigma\beta_{\text{изм}}$ – сумма измеренных углов;

$\Sigma\beta_{\text{теор}}$ – теоретическая сумма внутренних углов замкнутого теодолитного хода,

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^{\circ}(n-2);$$

n – число углов теодолитного хода.

В приводимом примере угловая невязка $f_{\beta} = +0^{\circ}1,40'$.

Сравниваю найденную угловую невязку f_{β} с предельно допустимой невязкой $f_{\text{пред}} = 1' \sqrt{n}$. Если угловая невязка f_{β} допустима, то ее распределяют в виде поправок v_i с обратным знаком поровну во все измеренные углы:

$$V_i = (-f_{\beta})/n.$$

Однако часто полученная невязка не делится на число углов без остатка. В этом случае большее значение поправки вводят в углы, образованные короткими сторонами. В моем случае невязка поделилась поровну и составила $-0,20'$.

Сумма поправок, вводимых во все углы замкнутого теодолитного хода, должна равняться невязке f_{β} с противоположным знаком:

$$\Sigma v_i = -f_{\beta}.$$

Вычисляю исправленные углы. Для этого к измеренному углу прибавляю поправку с учетом ее знака:

$$\beta_{\text{исп}} = \beta_{\text{изм}} + v_i$$

Проверяю равенство суммы исправленных углов и теоретической суммы углов замкнутого хода ($\Sigma\beta_{\text{исп}} = \Sigma\beta_{\text{теор}}$), что позволяет проконтролировать правильность увязки углов.

$$\text{В рассматриваемом примере } \Sigma\beta_{\text{исп}} = \Sigma\beta_{\text{теор}} = 540^{\circ}00,0'.$$

Вычисляю дирекционные углы сторон замкнутого теодолитного хода по дирекционному углу исходной стороны 1-2 и увязанным углам $\beta_{\text{исп}}$:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + 180^{\circ} - \beta_{n,n+1},$$

где α_{n+1} – дирекционный угол последующей стороны;

α_n – дирекционный угол предыдущей стороны;

$\beta_{n,n+1}$ - исправленный угол, вправо по ходу лежащий между предыдущей и последующей сторонами.

Сначала вычислила дирекционные углы сторон привязочного хода и стороны I-II замкнутого хода, используя измеренные вправо по ходу лежащие углы привязочного хода. Величины дирекционных углов должны быть положительными и находиться в пределах от $0^{\circ}00,0'$ до $359^{\circ}59,9'$. Поэтому при вычислениях иногда приходится прибавлять или вычитать 360° .

Затем вычисляю дирекционные углы остальных сторон замкнутого хода. В замкнутом ходе контролем вычислений является получение дирекционного угла стороны I-II (α_{I-II}), с которого начинались вычисления:

Вычисленные значения дирекционных углов занесла в графу 5

Перевожу дирекционные углы в румбы и записываю в графу 6. Для упрощения дальнейших вычислений значения румбов желательно округлить до целых минут.

Вычисляю приращения координат ΔX и ΔY по значениям горизонтальных проложений d и дирекционным углам α или румбам r сторон теодолитного хода:

$$\Delta X = d \cos \alpha = \pm d \cos r,$$

$$\Delta Y = d \sin \alpha = \pm d \sin r.$$

Определяю невязки в приращениях координат f_x и f_y по осям X и Y :

$$f_x = \Sigma \Delta X^{\text{выч}}, \quad f_y = \Sigma \Delta Y^{\text{выч}},$$

где $\Sigma \Delta X$ и $\Sigma \Delta Y$ - суммы вычисленных приращений координат замкнутого хода (графы **9**, **12**).

В данном случае

$$f_x = -0,02 \text{ м}, \quad f_y = +0,00 \text{ м}.$$

Если относительная невязка допустима, то вычисленные приращения увязывают, вводя в них поправки. Поправки имеют знаки, обратные знакам невязок f_x и f_y , а их величины пропорциональны длинам сторон. Поправки вычисляют с округлением до **0,01** м и записывают в графы **10** и **11** ведомости. Сумма поправок должна равняться невязке с противоположным знаком.

Найдя исправленные приращения, складываю алгебраически величины вычисленных приращений с их поправками. Алгебраическая сумма исправленных приращений координат по каждой оси должна быть равна нулю.

Координаты вершин замкнутого теодолитного хода вычисляю по формулам:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_{n,n+1}, \quad Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_{n,n+1},$$

где X_{n+1} , Y_{n+1} - абсцисса и ордината последующей вершины теодолитного хода;

X_n , Y_n - абсцисса и ордината предыдущей вершины теодолитного хода;

$\Delta X_{n,n+1}$, $\Delta Y_{n,n+1}$ - исправленные приращения координат между предыдущей и последующей вершинами.

Вычисленные координаты занесла в графы **12** и **13** ведомости.

Контролем правильности вычисления координат замкнутого хода является получение абсциссы и ординаты точки **I** хода по координатам точки **V** и приращениям координат между этими точками.

После этого я приступила к построению теодолитного хода. Для этого я вычертила координатную сетку (М 1:500). По полученным координатам нанесла все точки теодолитного хода. (Приложение 3).

Тахеометрическая съемка

Тахеометрическая съемка выполняется полярным способом одновременно с проложением тахеометрического хода и съемки.

Основная цель: нанесение на план всех объектов и рельефа.

После полевых работ приступили к обработке результатов:

1. Вычислили превышение между точками ;
2. Увязали точки;
3. Определяли отметки точек;
4. По отметкам точек нарисовали горизонтали;
5. Условными знаками изобразили объекты местности. К ним относятся:
 - Лес;
 - Кустарники;
 - Дороги;
 - Постройки;

Нивелирная съемка

Нивелированием называют полевые измерения, в результате которых определяют высоты точек местности и превышения между ними.

В зависимости от метода и применяемых приборов различают следующие виды нивелирования:

геометрическое, выполняемое горизонтальной визирной осью;

тригонометрическое, выполняемое наклонной визирной осью;

барометрическое, выполняемое при помощи барометров, действие которых основано на известной зависимости между атмосферным давлением и высотой над уровнем моря;

гидростатическое, основанное на свойстве свободной поверхности жидкости в сообщающихся сосудах всегда находиться на одной и той же уровенной поверхности;

стереофотограмметрическое, выполняемое посредством измерений на стереоскопических парах фотоснимков;

аэрорадионивелирование, выполняемое с помощью радиовысотометров, устанавливаемых на летательных аппаратах;

механическое, выполняемое при помощи приборов, автоматически вычерчивающих профиль проходимого пути.

Из перечисленных видов нивелирования наиболее точными являются геометрическое и гидростатическое, несколько менее точное — тригонометрическое, остальные виды нивелирования имеют менее точные измерения.

СПОСОБЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ.

КАЧЕНИЕ РЕИКИ

Геометрическое нивелирование выполняют при помощи нивелира и нивелирных реек.

Нивелир — геодезический прибор, обеспечивающий при работе горизонтальную линию визирования. Он представляет собой сочетание зрительной трубы с цилиндрическим уровнем или с компенсатором. Уровень

и компенсатор служат для приведения визирной оси в горизонтальное положение.

Нивелирные рейки — это деревянные бруски, чаще всего с сантиметровыми делениями, оцифрованными от нуля (пятки рейки), снизу вверх, через каждый дециметр.

Геометрическое нивелирование заключается в определении превышения h (рис. 6.1) точки В над точкой А.

Точки закрепляют на местности забитыми в землю деревянными кольями, металлическими костылями и др., обеспечивающими прочное, без осадок положение их по высоте.

Нивелирным отсчетом по рейке называют отрезок отвесной линии от точки, на которой стоит рейка, до горизонтальной визирной оси. Отсчеты и превышения выражают в миллиметрах и записывают их с округлением до миллиметра.

Существуют два способа геометрического нивелирования: вперед и из середины.

При нивелировании способом вперед с точки А на точку В (см. рис.1, а) на обеих точках устанавливают рейки, нивелир устанавливают возле точки А (в радиусе 2...3 м от нее, чтобы, вращая кремальеру зрительной трубы, видеть резкое изображение делений peA_{\sim}), отсчитывают по рейке высоту нивелира \sim (высотой нивелира называют отрезок отвесной линии от точки, на которой стоит рейка, до горизонтальной визирной оси), затем визируют на рейку, стоящую в точке В, и делают отсчет по передней рейке и. Из рисунка 1, а видно, что превышение равно высоте нивелира минус отсчет по передней рейке.

При нивелировании способом из середины (см. рис.1, б) нивелир устанавливают между точками А и В, не обязательно в их створе, но с условием примерного равенства расстояний от нивелира до реек, называемым равенством плеч и определяемым шагами или по нитяному

дальномеру зрительной трубы. Сделав отсчеты на заднюю и на переднюю рейки, вычисляют превышение

$$h = n - c,$$

т. е. превышение равно разности отсчетов по задней и передней рейкам.

При геометрическом нивелировании для определения высот нескольких точек с одной станции пользуются горизонтом нивелира (ГН), которым называют высоту визирной оси, т. е. отрезок отвесной линии от исходной (принятой) уральной поверхности до визирной оси (см. рис.1, а).

Поэтому, если высота точки А (H_A) или точки В (H_B) известна, то согласно рисунку 1, а

$$ГН = H_A + c = H_B + u,$$

т. е. горизонт нивелира равен высоте точки, на которой стоит рейка, плюс отсчет по рейке.

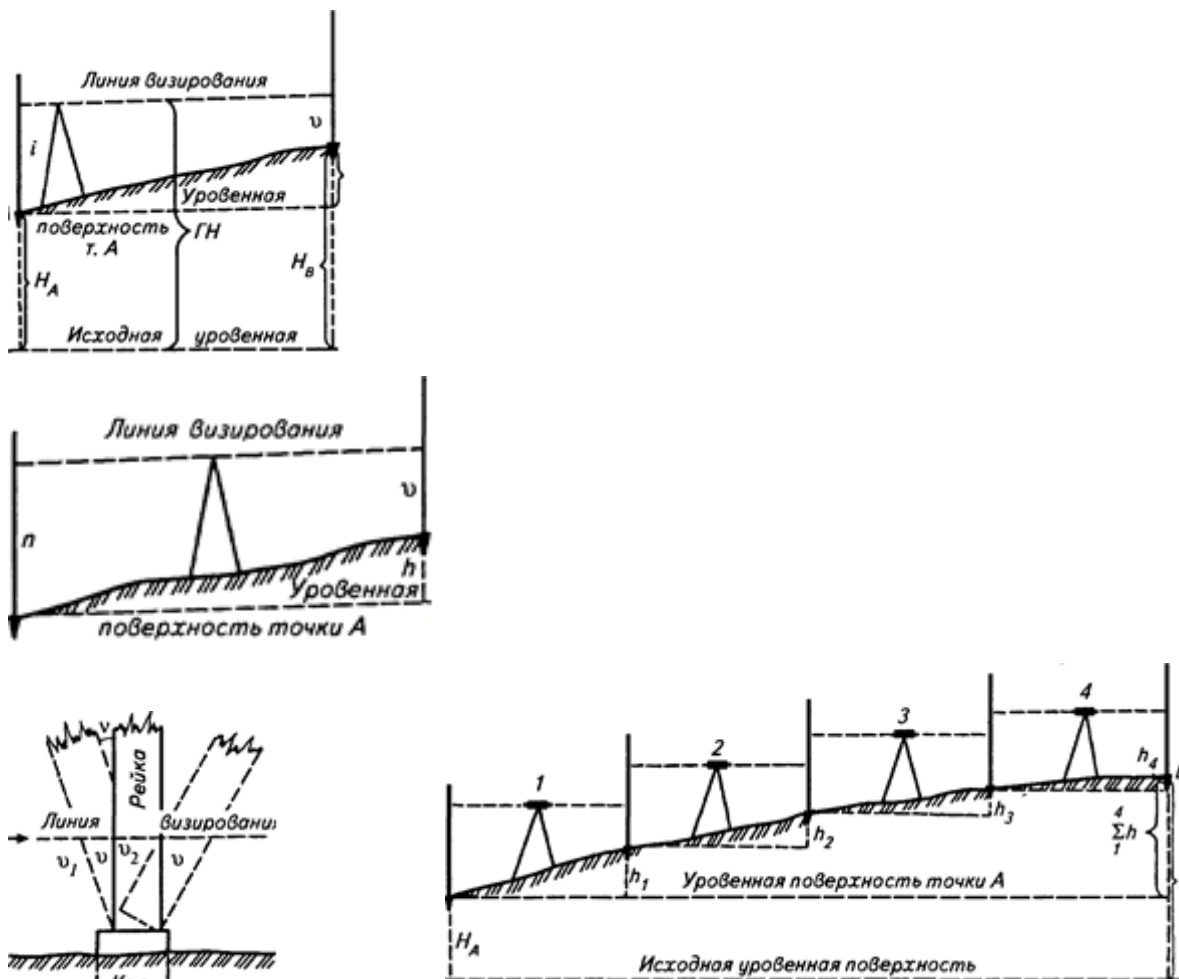


Рис.1. Способы нивелирования:

а — вперед; б — из середины; в — качание рейки; г — нивелирный ход

Пользуясь ГН, вычисляют высоту точки, на которой стоит рейка. Например согласно рисунку 1, а и формуле (6.3)

$$H_d = GN - u,$$

(6.4)

т. е. высота точки, на которой стоит рейка, равна горизонту нивелира минус отсчет по рейке.

Рейка во время нивелирования должна занимать отвесное положение. Для этого рейки снабжают круглым уровнем, за положением пузырька которого следит реечник. Однако не всегда рейки обеспечивают уровнем. Для получения по ней правильного отсчета и ее качают (см. рис.1, в) в вертикальной плоскости визирования. При отклонении рейки от отвесного положения вперед (к нивелиру) и назад отсчеты i_1 и u_2 будут увеличиваться, нивелировщик улавливает наименьший отсчет i , который и будет правильным отсчетом по рейке в момент ее отвесного положения. Ошибку L отсчета i_1 по наклонной рейке на угол ν можно предварительно вычислить в соответствии с формулой (1.3), когда катет меньше гипотенузы на $L = 2u \sim \sin^2 \nu / 2$.

При $\nu = 3$ и $u_1 = 2000$ мм $L = 3$ мм. При увеличении i_1 пропорционально будет увеличиваться ошибка L .

Однако при отклонении рейки назад она будет вращаться около своего заднего ребра, из-за ширины (толщины) пятки рейки наименьшим оказывается не отсчет i , а отсчет i_2 , вследствие чего ошибка $A = i - u_2 = u - u_2 = c = u - u_1 = c / u =$

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \gg \gg$$

$2 \cdot 2 = u - u(1 - c / 2i)$ или $L = c^2 / 2i$, т.е. чем меньше отсчет по рейке, тем больше ошибка L . При $c = 30$ мм, $u = 200$ мм ошибка $L = 2,2$ мм; при $u = 500$ мм ошибка $L = 0,9$ мм, поэтому при отсчетах по рейке 500 мм и меньше рейку не качают.

Превышения, вычисляемые по формулам (6.1), (6.2), могут быть положительными и отрицательными, и при записи их обязательно сопровождают знаком плюс или минус.

Чем меньше расстояние между нивелиром и рейкой, тем точнее отсчет. Нормальным считается расстояние 50 м, недопустимым — более 150 м.

Однако часто возникает необходимость определять превышения между точками при расстояниях в несколько сотен километров с большим числом станций, образующих нивелирные ходы (см. рис. 6.1, г) и полигоны. Определив превышения, вычисляют высоту, например точки В(Хв), зная высоту исходной точки А(ХА), по формуле

$$Хв = ХА + \sum_{i=1}^n \Delta h_i$$

где n — число станций (превышений).

Поэтому в зависимости от длины хода (периметра полигона) и требуемой точности геометрическое нивелирование делят на классы I, II, III, IV и техническое нивелирование.

Нивелирование I, II, III и IV классов является высотной основой топографических съемок всех масштабов и геодезических измерений, проводимых для народного хозяйства и обороны страны.

Нивелирование I и II классов служит главной высотной основой, посредством которой устанавливают единую систему высот на территории страны. Она также необходима для научных целей, связанных с изучением движений земной коры. Периметры нивелирных полигонов I и II классов на европейской территории России составляют в среднем соответственно 2800 и 600 км.

Нивелирование III, IV классов и техническое нивелирование служат высотной основой топографических съемок и предназначаются для решения различных инженерных задач — планировки, застройки и благоустройства городов и сельских населенных пунктов, проектирования и строительства дорог, оросительных и осушительных каналов, водоснабжения и т. п.

Построение профиля дорожной трассы

Обработка журнала нивелирования.

В бланк журнала нивелирования из одноименного журнала выписала результаты нивелирования трассы автомобильной дороги. Отметки реперов 1 и 2 выбрала из приложения 10 и записала в соответствующие графы журнала нивелирования.

При обработке журнала нивелирования следует отличать связующие и промежуточные точки. Связующие точки являются общими для двух соседних нивелирных станций. Они служат для передачи отметок по нивелируемой трассе. В графы 3 и 4 журнала нивелирования записала отсчеты по черной и красной сторонам рейки, установленной на связующих точках. Все остальные точки трассы, расположенные между связующими, называются промежуточными. В графу 5 журнала нивелирования записала только отсчеты только по черной стороне рейки. Отметки связующих точек вычисляются через превышения, промежуточных - через горизонт прибора.

Обработала журнал нивелирования в следующем порядке.

1. Вычислила превышения передних связующих точек над задними связующими точками по формулам:

$$h_{\text{ч}} = a_{\text{ч}} - b_{\text{ч}} \qquad h_{\text{к}} = a_{\text{к}} - b_{\text{к}}$$

Где $h_{\text{ч}}, h_{\text{к}}$ - превышения, вычисленные по отсчетам, взятым по черной и красной сторонам реек;

$a_{\text{ч}}, a_{\text{к}}$ - отсчеты по черной и красной сторонам задней рейки;

$b_{\text{ч}}, b_{\text{к}}$ - отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки.

Разность $|h_{\text{ч}} - h_{\text{к}}|$ не превышает 4 мм, поэтому среднее превышение вычислила по формуле

$$h_{\text{ср}} = (h_{\text{ч}} + h_{\text{к}}) / 2$$

Вычисленные превышения с соответствующими знаками записала в журнал нивелирования в строке задних отсчетов.

2. Произвела контроль вычисления превышений. Для этого в конце каждой страницы журнала нивелирования подсчитала сумму чисел в

графах 3,4,6,7 и выполнила постраничный контроль вычисления превышений.

Так как имеет место равенство: $(\sum a - \sum b)/2 = (\sum h_{\text{выч}})/2 = \sum h_{\text{ср}}$, то вычисление превышений на страницах журнала выполнено правильно.

В конце нивелирного хода произвела общий контроль. Для этого сложила итоговые суммы чисел в графах 3,4,6,7, взятые со всех страниц журнала. Если приведенное выше равенство соблюдается, то вычисление превышений по всему нивелирному ходу сделано верно.

Число $\sum h_{\text{ср}}$, полученное в результате общего контроля, является фактически измеренным превышением между начальной и конечной точками нивелирного хода.

3. Вычислила невязку в превышениях

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (H_{\text{к}} - H_{\text{н}}),$$

Где $H_{\text{к}} - H_{\text{н}}$ - отметки конечной и начальной точек нивелирного хода, выраженные в миллиметрах

Невязка $\int h$ считается допустимой, если она не превышает предельной величины $\int h_{\text{доп}}$, определяемой по формуле

$$\int h_{\text{доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L},$$

где L – длина нивелирного хода, км.

В моем примере допустимая невязка равна 51.2 мм, а получившаяся невязка равна 51 мм.

4. Распределила невязку $\int h$ с обратным знаком поровну между всеми средними превышениями, округляя значение поправки до целых миллиметров или до 0,5 мм с таким расчетом, чтобы увязанные превышения выражались в целых миллиметрах

$$\delta h = (- \int h) / n,$$

где n – число станций в нивелирном ходе, равное числу средних превышений.

Сумма поправок обязательно должна равняться невязке с противоположным знаком, т.е. $\sum h_i = -f_h$, в моем примере $5+6+7*(+3)+5*(+2)+2*(+2,5)+4= +51\text{мм}$.

Поправки вписала в графу 8 журнала нивелирования. Увязанное превышение равно алгебраической сумме среднего превышения и вводимой в него поправки.

5. По отметке начальной точки и увязанным превышениям последовательно вычислила отметки связующих точек:

$$H_{n+1} = H_n - h_{ув}$$

где H_{n+1} -вычисляемая отметка передней связующей точки

H_n –отметка задней связующей точки

$h_{ув}$ –увязанное среднее превышение между этими точками

В моем случае $ПК1=34,164+(-0048)= 34,120$

$ПК1+42= 34,120+2115=36,976$

Контролем правильности вычисления отметок связующих точек на каждой странице (постраничный контроль вычисления отметок связующих точек) является соблюдение равенства

$$\sum h_{ув} - H_k - H_n$$

Здесь $H_k - H_n$ -отметки конечной и начальной связующих точек на данной странице, выраженные в миллиметрах.

6. Вычислила отметки промежуточных точек через отметку горизонта прибора (ГП) на данной станции, которую выражают в метрах:

$$ГП = H_n + a_ч$$

Где $a_ч$ - отсчет по черной стороне задней рейки.

Для вычисления отметок промежуточных точек используют формулу

$$H_{пром} = ГП - c,$$

Где $H_{пром}$ - отметка промежуточной точки

C – отсчет по рейке, установленной на промежуточной точке.

Например, для станции, расположенными между связующими точками X5 и ПК8 +55, имею следующие исходные данные
 $H_{X5}=42,585$, $a_{X5}=0115$, $c_{ПК8}=1834$, $c_{ПК8}+21=1080$.

Тогда

$$ГП= 42,585+0115= 42,700$$

$$Н_{ПК8}= 42,700-1834=40,866$$

Построение продольного профиля местности

Продольный профиль вычеркивала на миллиметровой бумаге. При построении профиля применила масштабы: горизонтальный 1:5000, вертикальный 1:500. Работы по построению профиля начинала с разграфки сетки профиля согласно ГОСТ 21.511-83.

Угловой штамп поместила в правом нижнем углу листа миллиметровой бумаги.

В соответствии с ГОСТ 2.303-68 сплошной линией толщиной 0,5 мм вычертила ось дороги в графе «Развернутый план дороги», прямые и кривые в плане, проектную линию, линии ординат от точек перелома проектной линии. Остальные линии провела сплошной тонкой (толщина линии 0,1мм). Для облегчения восприятия чертежа рекомендуется все проектные данные вычерчивать красным цветом.

По данным журнала нивелирования заполнила графу «Расстояние». Расстояния откладывала в горизонтальном масштабе 1:5000, фиксируя пикеты и плюсовые точки вертикальными отрезками. При нанесении пикетов точку ПК 0 поместила на утолщенную вертикальную сантиметровую линию миллиметровой бумаги, тогда и все остальные пикеты попадут на такие же линии. Если между пикетами нет плюсовых точек, то расстояние 100м не пишут. При наличии плюсовых точек указывала расстояния от предыдущего пикета до плюсовой точки и от плюсовой точки до следующего пикета либо расстояние между соседними плюсовыми точками. Номера пикетов записала под нижней линией графы «Расстояние».

Точность построений на миллиметровой бумаге составляет 0,5 мм, что в горизонтальном масштабе 1:5000 соответствует 2,5 м на местности.

Над пикетами и плюсовыми точками в графе «Отметки земли» выписала из журнала нивелирования значения их отметок, округленные до 0,01 м

От верхней линии графы «Развернутый план дороги», отступила вверх 4...6 см и провела карандашом горизонтальную линию, совпадающую с сантиметровой линией миллиметровой бумаги. За отметку этой линии приняла число, ближайшее к минимальной отметке земли, кратное 5 метрам. В моем случае минимальная отметка земли по оси трассы равна 32,30. Число ближайшее к 32,30 и кратное 5 - 30 м.

Против каждого пикета и плюсовой точки вверх от верхней линии графы «Развернутый план дороги» провела карандашом перпендикуляры, являющиеся продолжением вертикальных линий, нанесенных в графе «Расстояние». На этих перпендикулярах отложила отрезки, равные разности отметок соответствующих точек и ближайших снизу линий, отметки которых кратны 5 м. В вертикальном масштабе 1:500 отметки можно отложить с точностью до 0,25 м.

В моем примере при нанесении точки Пк0 я отложила вверх от линии с отметкой 30 м отрезок, равный $34,09 - 30 = 4,09$ м, что в масштабе 1:500 составит отрезок 0,8 мм.

Полученные точки соединила сплошными тонкими прямыми линиями черного цвета. В совокупности эти прямые составили ломаную линию, являющуюся линией фактической поверхности земли по оси трассы автомобильной дороги (линия продольного профиля). От точек профиля до верхней линии графы «Развернутый план дороги» провела ординаты черным цветом сплошными тонкими линиями.

По данным общего для всех студентов варианта пикетажной книжки (приложение 11) заполнила графу «Развернутый план дороги». В эту графу

«Развернутый план дороги» нанесла положение вершин углов, указывая стрелками вправо и влево от оси направление ее поворота.

Расчет кривых и нанесение их на профиль

Сопряжение прямолинейных участков трассы автомобильной дороги в местах ее поворотов производят по круговым кривым. Выписала значения углов поворота Θ и радиусов круговых кривых R . Обработку исходных данных произвела в следующем порядке.

1. Вычислила элементы круговых кривых в метрах по следующим формулам, указанным в приложении 2, результаты занесла в таблицу «элементы круговых кривых»(Приложение 2).
2. По заданному азимуту A_1 начального направления трассы и углам поворота Θ_1 и Θ_2 вычислила азимуты прямых отрезков трассы после ее поворотов.

$$A_{n+1} = A_n - \Theta_{\text{лево}} \quad \text{или} \quad A_{n+1} = A_n + \Theta_{\text{право}}, \quad \text{где}$$

A_{n+1} , A_n – азимуты последующего и предыдущего прямых участков трассы.(Все вычисления указаны в приложении 2)

3. В графе «Прямая и кривая в плане» отметила точки начала и конца кривых. От точек провела сплошными толстыми основными линиями ординаты вверх до линии пикетов. Слева от ординаты записала расстояние до предыдущего пикета. От начала до конца кривых провела условные дуги. Дуга, обращенная выпуклостью вверх, означает поворот трассы вправо; при левом повороте дуга обращена выпуклостью вниз. Под дугами выписала элементы кривых. – Θ , R , T , K .

Отрезки прямых линий между концами предшествующих кривых и началами последующих кривых называются прямыми вставками. Над серединой каждой прямой вставки записала ее длину, а под прямой вставкой – румб. Длина первой прямой вставки равна пикетажному обозначению начала первой кривой. Длина второй прямой вставки равна разности пикетажных обозначений начала второй кривой и конца первой

кривой. Длина третьей прямой вставки равна разности пикетажных обозначений конца трассы и конца второй кривой.

В моем примере длина первой прямой вставки равна 227,54 м, второй- 314,41м, третьей- 167,35м.

Расчет и нанесение на профиль проектной линии.

Линию проектного профиля автомобильной дороги строила на продольном профиле местности, руководствуясь техническими условиями на проектирование и строительство соответствующих дорог, в которых указаны предельный уклон дороги и другие обязательные условия проектирования.

Проектирование и связанные с ним расчеты производила в следующем порядке.

1. проектную линию наносила последовательно, переходя от участка к участку, и одновременно определяют уклон i проектной линии на данном участке будущей дороги по формуле $i = \frac{H_k - H_n}{d}$, где

H_k – отметка конечной точки проектируемого участка, м;

H_n –отметка начальной точки проектируемого участка, м;

D – длина проектируемого участка, м

Для расчета уклонов отметки H_k , часто определяют графически с точностью 0,5мм, что в вертикальном масштабе 1:500 составит 0,25 м. Если точка перегиба проектной линии выбрана так, что она графически совпадает с поверхностью земли, то для вычисления уклона в качестве предварительной H_k берут отметку земли.

Для первого участка начальную проектную отметку в точке ПК 0 можно взять равной отметке земли или определить ее графически. Для всех остальных участков начальная проектная отметка равна вычисленной проектной отметке конечной точки предыдущего участка.

Если уклон участка превышает руководящий, то необходимо изменить положение точки перегиба трассы, сделав проектную линию

более пологой. В связи с этим для предварительного нанесения проектной линии можно рекомендовать:

а) при руководящем уклоне 0,040 превышение между двумя соседними пикетами составляет

$$H_k - H_n = id = 0,040 \cdot 100 = 4,00 \text{ м}$$

При вертикальном масштабе 1:500 эта величина на профиле составит $4,00 \text{ м} : 500 = 0,008 \text{ м} = 8 \text{ мм}$. Следовательно, крутизна проектной линии должна быть такой, чтобы на расстоянии 100 м (2 см на профиле при горизонтальном масштабе 1 : 5000) разность отметок графически не превышала 8 мм;

б) рабочая отметка не должна быть больше $\pm 3,00 \text{ м}$, что в вертикальном масштабе профиля составляет 6 мм. Поэтому проектную линию следует наносить так, чтобы в любой точке трассы вертикальное расстояние между проектной линией и поверхностью земли было меньше 6 мм. С учетом же графических погрешностей при проведении линии земли и проектной линии – меньше 5 мм.

На следующем этапе расчетов сначала вычислила отметки точек перелома проектной линии, а затем расположенных между переломами пикетов и плюсовых точек, используя округленные значения уклонов отдельных участков проектной линии

$$H_{n+1} = H_n + id,$$

Где H_{n+1} , H_n - проектные отметки последующей и предыдущих точек, м
 d - расстояние между точками, м.

2. Результаты начислений нанесла на профиль. В графе «Уклон» отдельные участки будущей дороги разграничила вертикальными линиями (ординатами), причем, если точка перелома проектной линии не совпадает с пикетом, то слева от вертикальной линии надо записать расстояние от нее до предыдущего пикета. Направление уклона условно показывают диагональю (подъем или спуск). Над диагональю записала значение уклона в промилле (тысячные доли

единицы) без знаков «+» и «-», а под ней – длину участка дороги в метрах.

Полученные проектные отметки занесла в графу «Отметка оси проезжей части». Проектную линию автомобильной дороги провела с помощью линейки сплошной линией толщиной 0,5 мм. Такой же линией провела ординаты от точек перелома проектной линии до линии условного горизонта

3. Рабочие отметки h_p (высота насыпи или глубина выемки) вычислила на каждом пикете и плюсовой точке как разность между проектной отметкой $H_{пр}$ и соответствующей отметкой земли H_z . Положительные рабочие отметки, показывающие высоту насыпи, записывают выше проектной линии; отрицательные отметки, показывающие глубину выемки, записывают ниже проектной линии, слева от ординаты.
4. Расстояние d_l и d_p до точки нулевых работ (точки пересечения проектной линии с линией земли) определяют от ближайших пикетов или плюсовых точек по формулам

$$d_l = \frac{h_l}{h_l + h_p} d \quad \text{и} \quad d_p = \frac{h_p}{h_l + h_p} d$$

Где h_l , h_p - рабочие отметки соответственно левой и правой точек, между которыми находится точка нулевых работ, м;

d – расстояние между этими точками, м

Округленные до целых метров значения d_l и d_p записала левее и правее ординаты, проведенной пунктирной линией из точки нулевых работ.

Заключение

В течение прохождения практики с 22 июня по 7 июля мы освоили работу с теодолитом ТЕО20 и нивелиром, научились измерять горизонтальные и вертикальные углы, расстояния между точками. Мы освоили технологию теодолитной, тахеометрической и нивелирной съёмки. Научились производить камеральную обработку результатов полевых измерений, выполненных при теодолитной и нивелирной съёмках.

ПРИЛОЖЕНИЯ