**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к расчётно-графической работе № 3:

**«Нивелирование трассы»**

Содержание:

1. Цель работы
2. Исходные данные
3. Обработка журнала нивелирования
   1. Вычисление средних превышений
   2. Определение высотной невязки и ее распределение в

разомкнутом ходе

* 1. Вычисление отметок связующих и промежуточных точек

1. Составление продольного профиля
2. Построения

5.1. Построение проектной линии (верхней бровки земляного полотна)

5.2. Определение проектных отметок

5.3. Вычисление положения точек нулевых работ

5.4. Расчет основных элементов разбивки кривых и вставка кривых в пикетаж

5.5. Оформление графы «Условный план линии» в профиле

1. Вычерчивание поперечного профиля

## Цель работы

Задача нивелирования состоит в том, чтобы получить отметки пикетов и плюсовых точек для построения профиля земли.

## Исходные данные

В исходные данные входит индивидуальное задание с приложением выписки из журнала нивелирования и выписки из пикетажной книжки с указанием отметок реперов: Нр31=14,046 м, Нр34=9,798 м, и исходных данных для кривых: первая кривая имеет вершину угла поворота на расстоянии 497 м от начала трассы, угол поворота α1=15°45′, радиус кривой R1=1200 м, длину переходной кривой *l*1=120 м; Вторая кривая имеет α2=15°30′, R2=1000 м, *l*2=100 м, прямая вставка перед ней 582 м. Приведены масштабы для вычерчивания профилей: для продольного профиля Мг=1:10000, Мв=1:200; для поперечного профиля М=1:200.

## Обработка журнала нивелирования

### *3.1 Вычисление средних превышений*

В графах 5 – 6 вычисляют превышения, определяемые по отсчетам черных и красных сторон реек, по формулам

h=З-П; (1)

hч=aч-bч;

hк=aк-bк;

Это будут превышения между связующими точками Rp31-ПК0; ПК0-ПК3; ПК3-ПК5 и т.д.

Если разность превышений в графах 5 и 6 не превышает ±6 мм, то вычисляют среднее превышение на станции

(2)



Например, на первой станции отсчет на заднюю точку Rp31 по черной стороне рейки 1139, на переднюю точку ПК0 – черный отсчет 0784. Превышение будет =1139-0784=+0355.



=2 мм<6 мм, поэтому выводим среднее превышение =+0354, записываем в графу 7 журнала нивелирования между строк.



После того, как вычислены все средние превышения на обеих страницах журнала, проверяют, правильно ли они вычислены, т.е. делают постраничный контроль по формуле

, (3)



Полуразность должна быть равна сумме средних превышений ±2 – 3 мм.

### *3.2. Определение высотной невязки и ее распределение в разомкнутом ходе*

Контролем полевых измерений и вычислений является невязка



, (4)



где – разность отметок конечного и начального реперов Rp34 и Rp31.



Невязка мм.



При техническом нивелировании предельная невязка не должна превышать (мм).



Невязка в превышениях распределяется поровну на каждую станцию с обратным знаком (на 10 станций по 1 мм).

Поправки к превышениям записывают над ними. В графе 6 записывают исправленные алгебраические превышения.



Пример: если , поправка –1 мм, то мм.



### *3.3. Вычисление отметок связующих и промежуточных точек*

После того, как исправлены все превышения, вычисляются отметки связующих точек по формуле

, (7)



где – отметка следующей (передней) точки на станции,



– отметка предыдущей (задней) точки на станции,



– исправленное среднее превышение между этими точками.



Пример:



м.



На каждой странице контролем правильности вычислений связующих отметок является равенство разности отметок последней и первой точек с суммой исправленных превышений.

Заключительный контроль при вычислении отметок: в результате вычисления отметок связующих точек на последней странице должна получиться задняя отметка Rp34.

.



Если контроль получился, начинают вычислять отметки оставшихся пикетов и плюсовых точек, которые были пронивелированы как промежуточные. Отметки промежуточных точек вычисляются через горизонт инструмента (ГИ).

ГИ – это высота (отметка) визирного луча. Он вычисляется по формуле

ГИ (8)



Контролем вычисления горизонта инструмента может служить другая формула (на этой же станции)

ГИ (9)



Пример: ГИ = м.



Отметка промежуточных точек находится через ГИ и черные отсчеты на этих точках по формуле

(10)



Пример: м.



На следующей станции, где есть промежуточные точки, вычисляют новый ГИ, через этот ГИ вычисляют также отметки промежуточных точек.

## Составление продольного профиля

Пользуясь обработанным журналом нивелирования и пикетажной книжкой, приступают к составлению продольного профиля трассы. Для построения нормального продольного профиля железнодорожной трассы задается горизонтальный масштаб 1:10000 и вертикальный 1:200.

Построение профиля начинается с того, что в 35 мм от нижнего края миллиметровки проводят черту, на которой размечают и нумеруют пикеты. Номера пикетов пишут под чертой. Проведя вторую линию на 1 см выше, получают графу «Расстояния». Ее заполняют в соответствии с пикетажной книжкой. Положение плюсовых точек и пикетов показывают ординатами. Для плюсовых точек указывают еще и расстояния между ними. Например, если на местности между двумя пикетами были плюсовые точки +42 и +80, то между ними в графе «Расстояния» должны быть указаны расстояния 42, 38 и 20, сумма которых равна 100.

Далее заполняется графа «Отметки земли». В ней против каждой ординаты выписываются из журнала нивелирования отметки точек. После этого приступают к построению линии земли.

Построение линии земли на продольном профиле производят по отметкам точек трассы «отметки земли». Для этого после вычерчивания сетки остро отточенным карандашом откладывают на соответствующих ординатах, проведенных выше линии «Развернутый план пути», черные отметки точек в заданном вертикальном масштабе 1:200. Полученные точки соединяют отрезками прямых. На этом заканчивается построение профиля поверхности земли по трассе.

### *5.1. Построение проектной линии (верхней бровки земляного полотна)*

При построении проектной линии на производстве учитываются многие требования, изучаемые в специальных курсах. Проведение проектной линии выполняется из следующих условий:

1. Объем земляных работ должен быть минимальным.
2. Объем по выемке и по насыпи должен быть приблизительно одинаковым.
3. Фактически уклон не должен превышать руководящий (заданный).
4. Между подъемом (спуском) и спуском (подъемом) должна быть горизонтальная вставка на менее 200 м.

В графе «Уклоны» ординатами разделяют элементы запроектированной трассы. Около ординат в этой графе указывают расстояние до ближайших пикетов. Если перелом проектной линии не совпадает с пикетом, то его обозначают ординатой, которая, как и проектная линия, вычерчивается красным цветом. Диагоналями или горизонтальной кривой показывают уклон запроектированного элемента. Над диагоналями пишется величина уклона в промилле, а под диагоналями – протяженность подъема или спуска в метрах.

Величины уклонов элементов проектной линии определяют графически. Для этого строят над профилем треугольник уклонов, у которого основание равно 10 см. В нашем масштабе оно будет соответствовать 1000 м местности. Если второй катет построить равным 3 см, то получим гипотенузу с уклоном 3/1000 или иначе 3‰.

Уклон в тысячных долях – это число метров подъема или спуска на 1 км длины.

Чтобы определить величину запроектированного уклона, достаточно сделать параллельный перенос участка проектной линии на треугольник уклонов и подсчитать число миллиметров на втором катете. Оно будет соответствовать запроектированному уклону.

*5.2. Определение проектных отметок*

Проектная отметка ПК0 определяется графически с профиля . Все остальные отметки (пикетов и плюсов) определяются аналитически с точностью до см.

Учитывая вертикальный масштаб, но местность проектная отметка будет равна 14,40 м. Проектные отметки любой точки вычисляются с точностью до см алгебраически по формуле:

H=H0+i\*d,

где H0 - отметка начальной точки данного элемента профиля,

i - величина уклона,

d - расстояние данной точки от начальной.

HПК1=14,4+0,011\*100=15,5 м

и т.д.

проектные отметки на плюсовых точках находят аналогично, только уклон умножают не на 100 м, а на расстояние до плюсовой точки.

Например: проектная отметка для точки +46 на пикете 3 равна 78,4 м.

Н+46=15,26+0,011\*46=17,46 м, где 15,26 отметка проектная на ПК3.

Рабочие отметки представляют собой разности между проектной и отметкой земли на каждом пикете и плюсе. Их вычислят с точностью до сантиметра по формуле: Нраб=Рпр-Нз.

ПК1: Нраб=13,6-15,5= -1,90 м.

Величина рабочей отметки указывает высоту насыпи или глубину выемки. Выписывают рабочие отметки на профиле красным цветом: для насыпи – над проектной линией, а для выемок – под ней на расстоянии 1 см.

*5.3. Вычисление положения точек нулевых работ*

Там, где насыпь переходит в выемку, проектная линия пересекает линию земли, т.е. рабочая отметка равна 0. Такие точки называются точками нулевых работ.

Их местоположение, т.е. горизонтальное расстояние от ближайшего заднего пикета или плюса, определяют по формуле

l0=,



h1 иh2 – рабочие отметки соседних точек профиля,

l – расстояние между этими точками.

Между ПК1 иПК2 l= м.



5.4. Расчет основных элементов разбивки кривых и вставка кривых в пикетаж

По заданию требуется показать в профиле две кривые, направленные в разные стороны. Для каждой кривой в задании указан угол поворота , радиус R кривой, длина переходной кривой l. Кроме того, для первой кривой дано место положение вершины угла поворота (расстояние от ПК0), для второй кривой указана прямая вставка перед ней d.



Для контроля вычисляем Дс=2Тс-Кс и это значение сравниваем с полученным из таблицы.

Пикетажное значение главных точек кривой определяется по формулам

НК=ВУ-Т, СК=НК+0,5Кс, КК=СК+0,5Кс,

Для контроля:

КК=ВУ+Т-Д,

Где НК – начало кривой,

КК – конец кривой,

ВУ – вершина угла поворота трассы,

СК – середина кривой.

Расчет:

ВУ1 4+97,00



-Тс 2+26,04

НК 2+ 70,96

+Кс  4+49,87

КК1 7+20,83

НК 2+70,96

+0,5Кс 2+24,935

СК 4+93,895

Контроль:

ВУ1 4+97,00



+Тс 2+26,04

7+23,04

-Дс 0+ 2,21

КК1 7+20,83

Если в вершину угла поворота трассы вписывается круговая кривая, то при вычислениях пикетажа подставляют в формулу Т0, К0, Д0.

Для расчета пикетажного значения второй кривой необходимо найти пикетажное значение ВУ2. В задании дана прямая вставка перед второй кривой d, R, l, для второй кривой. Аналогично первой кривой выбираем из таблицы все значения основных элементов кривой и вычисляем суммированные элементы.



Находим пикетажное значение ВУ2 по формуле

ВУ2=КК+ d+Тс2,

Где КК – конец первой кривой.

ВУ2=ПК7+20,83+582+186,15=ПК14+88,98

Расчет:

ВУ2 14+88,98



-Тс 1+86,15

НК 13+02,83

+Кс  3+70,53

КК2 16+73,36

НК 13+02,83

+0,5Кс 1+85,265

СК 14+88,095

Контроль:

ВУ2 14+88,98



+Тс 1+86,15

16+75,13

-Дс 0+ 1,78

КК12 16+73,35

*5.5. Оформление графы «Условный план линии» в профиле*

На расстоянии 2 см вниз от графы «Пикетаж» проводят прямую – ось трассы. Начало и конец каждой кривой обозначают перпендикулярами, проведенными от графы «Пикетаж»до оси трассы в соответствии с рассчитанными значениями НК и КК. Около перпендикуляров пишут расстояние до ближайших пикетов. Сумма этих расстояний должна быть равна 100 м.

Например, начало первой кривой – на ПК2+70,96, а конец кривой – на ПК7+20,83. Значит первый перпендикуляр опускают на графу «Пикетаж» на расстоянии 70,96 м. Слева от него пишут красным цветом 70,96, справа – остаток до 100, т.е. 29,04

Чтобы показать конец кривой, второй перпендикуляр опускают на расстоянии 20,83 от ПК7. Слева от него пишут 20,83, справа – 79,17.

Для второй кривой аналогично.

Если начало или конец кривой совпадают с пикетом, о нули. Сами кривые показывают условными знаками. Кривая изображается двумя четвертями окружности, описанными радиусом 5 мм в начале и в конце кривой. Полученные точки соединяют прямой, отстоящей от линии на 5 мм выше или ниже от трассы. Расположение условного знака кривой зависит от направления поворота трассы. При повороте трассы направо кривая смотрит выпуклостью вверх, при повороте трассы налево – кривая вписывается в угол выпуклостью вниз. Над условными обозначениями кривой о=или под ней пишут длину переходной кривой.

**6. Вычерчивание поперечного профиля**

Поперечный профиль необходим для подсчета объема земляных работ, для выявления данных о рельефе около трассы, для решения различных инженерных задач.

Данные для поперечных профилей получают в результате нивелирования точек, расположенных справа и слева от магистрали, перпендикулярно к ней или под некоторым произвольным углом. В обработанном журнале нивелирования указаны два поперечника: на ПК6 и ПК14.

По вычисленным отметкам точек поперечного профиля (графа 10 журнала нивелирования) вычерчивают поперечный профиль (по заданию 1) в масштабе горизонтальном и вертикальном 1:200. Вычерчивается поперечный профиль на миллиметровой бумаге.

В графе «Горизонтальные расстояния» выписывают из журнала нивелирования или из пикетажной книжки расстояния от оси пути до первой точки поперечного профиля и далее указывают расстояние вправо и влево от пикета. Отметки земли вписывают в соответствующую графу, округляя их до сантиметра. При выполнении задания необходимо построить только линию земли без проектирования. Поэтому две последние графы вычерчивают красным цветом и оставляют их незаполненными. Для построения самого поперечного профиля указан вертикальный масштаб 1:200. Продолжают ординаты, проведенные в графе «Горизонтальные расстояния» выше последней графы «Проектные отметки», на 4 – 5 см, и проводят линию условного горизонта. Относительно этой прямой откладывают оставшиеся величины отметок в данном масштабе (1 мм соответствует 0,2 м). Соединив наклонные точки отрезками прямых, получают линию земли в поперечном направлении относительно трассы.