

Нижегородский техникум городского хозяйства и
предпринимательства

дисциплина «Основы геодезии»

**Тема: Геодезические расчеты при
трассировании сооружений линейного типа**

Преподаватель Крылова Ольга Владимировна

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 1. Геодезия (учебник) / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев – М.: Изд. Центр “Академия”, 2018. – 480 с.***

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1. Бондаренко А.М., Потапов А.В. Геодезическая практика (учебное пособие), Саратов, ИЦ «Наука», 2013, 108с.***

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

- 1. Геодезия (учебник) / М.И. Киселев, Д.Ш. Михелев – М.: Изд. Центр “Академия”, 2015. – 480 с.***

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Линейные сооружения - протяженные в пространстве сооружения – *автодороги, железные дороги, каналы, подземные коммуникации (трубопроводы канализаций, водопроводы), линии связи, линии электропередач и др. объекты.*

В состав изысканий **автомобильных дорог** входит полный перечень работ при изысканиях сооружений линейного типа. В отличие от других линейных сооружений при строительстве дорог **в углы поворота вписываются** так называемые **кривые**. **Трасса – ось линейного сооружения**, которая закрепляется на местности сначала в ходе изысканий (съемки) и окончательно после проектирования трассы. После завершения проектно-изыскательских работ вдоль трассы будут вести соответствующие строительные работы. Различают камеральное и полевое трассирование.

Камеральное трассирование

выполняют на карте (плане) масштаба 1:10 000 либо мельче - 1: 25 000, 1: 50 000 в пределах так называемой **полосы варьирования трассы**. В пределах этой полосы анализируют конкурирующие варианты трассы, то есть выбираются вариант **наименее затратный и соответствующий всем техническим условиям проекта**. Точки поворота трассы намечают с учетом **заложения**, соответствующего **предельному уклону**, заданному в зависимости от **категории дороги** и с учетом обхода препятствий. Строят профили, вычисляют объемы и стоимость работ.

При выборе вариантов трассирования учитывается также **преобладающее направление ветров, ценность сельскохозяйственных угодий, безопасность движения.**

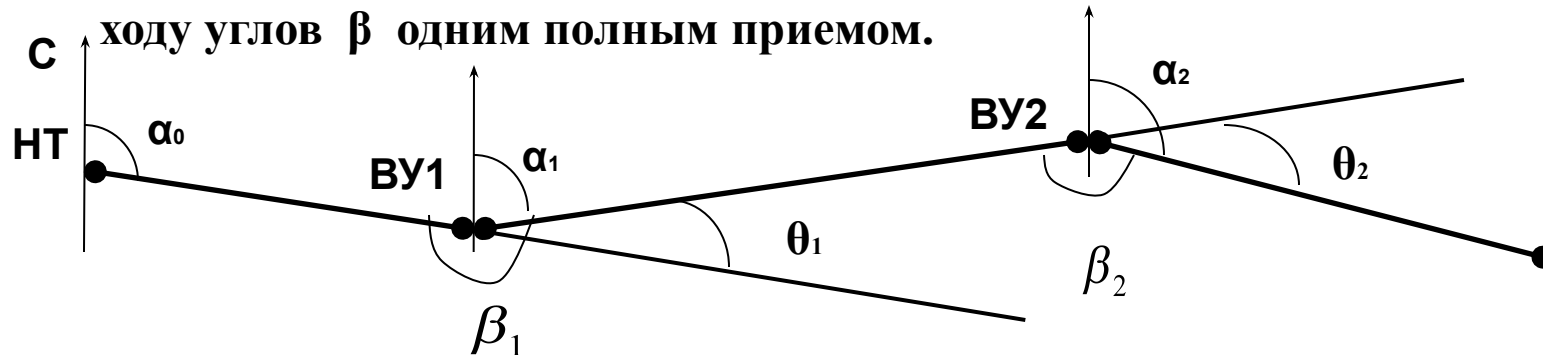
Оптимальный вариант переносят на местность. Точки поворота трассы переносят на местность путем **привязки** к предметам местности либо к пунктам ГГС. Точки поворота закрепляют столбами или трубами с нумерацией и указанием организации.

Далее выполняют полевое трассирование.

Полевое трассирование

Начинают с **рекогносцировки** - полевого обследования местности, затем **закрепляют на местности** точки поворота трассы. После закрепления трассы выполняют:

1) **Измерение углов теодолитами** технической точности (Т30,Т15) правых по ходу углов β одним полным приемом.



По углам β вычисляют **углы поворота трассы**: правые углы поворота – по формуле $\theta = 180^\circ - \beta$, левые углы поворота - по формуле $\theta = \beta - 180^\circ$.

По углам θ вычисляют **дирекционные углы** последующих направлений. В соответствии с рисунком:

$$\alpha_1 = \alpha_0 - \theta_1 \quad ; \quad \alpha_2 = \alpha_1 + \theta_2 \quad \text{и т.д.}$$

После

измерения углов назначаются **радиусы закруглений** в соответствии с нормативными документами и приступают к **разбивке пикетажа** по трассе с расчетом и разбивкой горизонтальных кривых.

2) Разбивка пикетажа

При измерении ленту удерживают горизонтально, откладывая **горизонтальное проложение**. Через каждые 100 м отмечают точки – **пикеты** (ПК) . Нулевой пикет ПК0 совмещают с началом трассы и далее ПК1, ПК2, ...

Номер пикета обозначает **число сотен метров** от начала трассы. Например, ПК3 читается как «300м от начала трассы». Пикеты закрепляют **колышками**. Один – вровень с землей, другой рядом на 30-50 см выше (**сторожок**). На сторожок записывается номер пикета.

Характерные точки рельефа между пикетами (перегибы) отмечают **плюсовыми точками**. Plusовые точки закрепляются также, как пикеты. На сторожке – номер заднего пикета и расстояние от него : ПК3+35 .

На затяжных положительных уклонах ленту укладывают по наклонной поверхности и в результате измерения вводят **поправку за наклон линии**:

$$D = d + 2d \sin^2 \nu / 2 = d / \cos \nu$$

Допустимая погрешность измерения длин линий по трассе автомобильных дорог – 1/1000, в пересеченной местности – 1/500. К трассе мостовых переходов более жесткие требования - допустимая погрешность 1/2000.

При проходе трассы по косогору разбивают **поперечники** на пикетах или плюсовых точках влево и вправо от оси трассы на расстояния **до 30 м**. Нивелирование поперечников необходимо для построения **поперечных профилей** с целью оценки **объемов земляных работ** (насыпи или выемки).

Вместе с разбивкой пикетажа ведется **съемка ситуации** местности (съемка объектов) шириной по 100 м в обе стороны от трассы в масштабе **1:2000**. Результаты разбивки пикетажа и съемки ситуации оформляются в виде специального журнала – пикетажного.

Пикетажный журнал изготавливается из миллиметровой бумаги, на каждой странице проводится **прямая линия**, изображающая условную выпрямленную ось трассы.

Повороты трассы отмечают **стрелками** с надписями величин **элементов закруглений**. Показывают также **пикеты, плюсовые точки, пикетажное обозначение вершин углов, реперы**. Кроме того, отмечают снятые **объекты местности**.

Стрелками показывают **направление поверхностного стока**.

3) Расчет и разбивка горизонтальных кривых

Как правило, трасса представляется в виде ломанного (тангенциального) хода с вписанными кривыми.

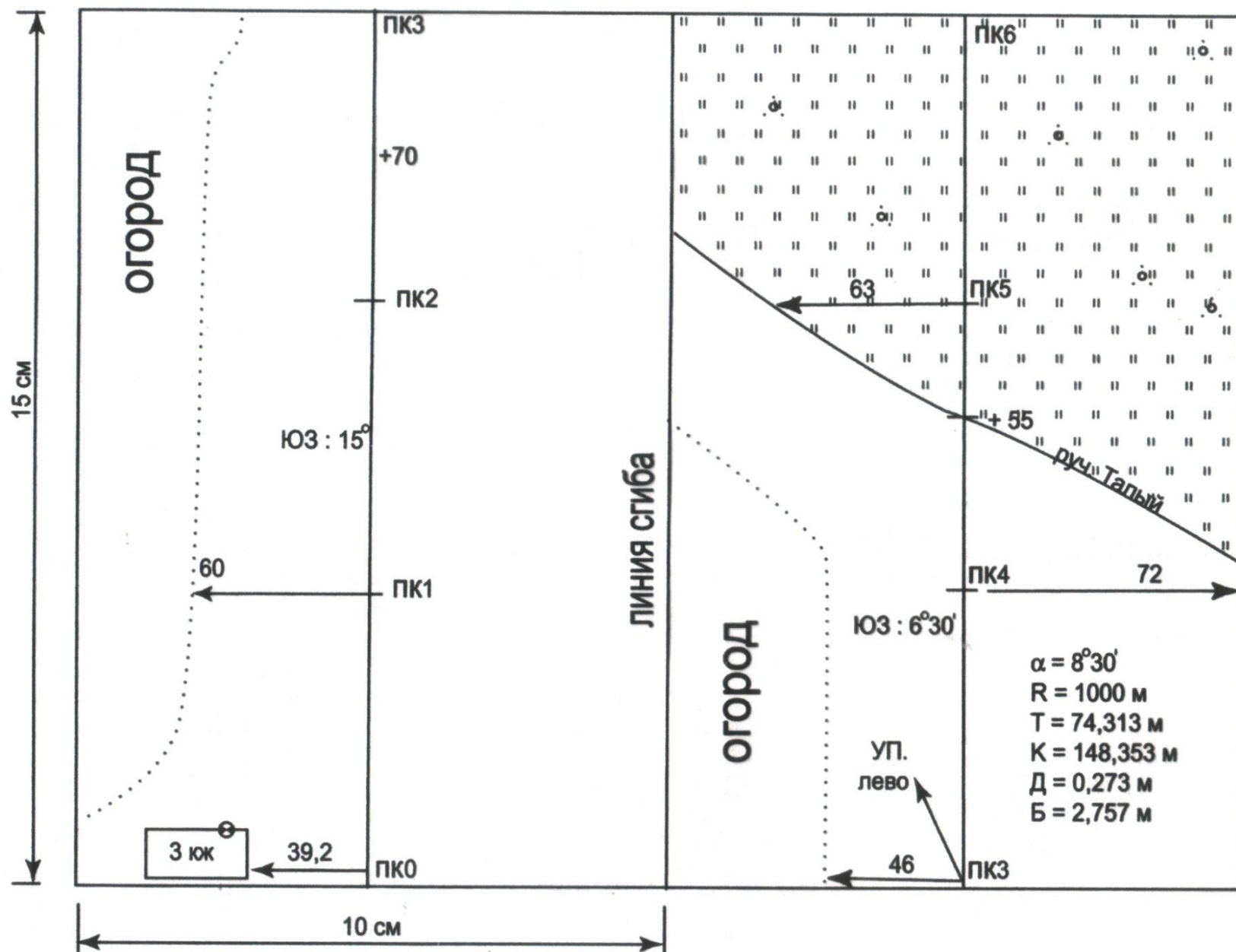
Основные элементы круговой кривой:

Угол поворота - θ , **радиус** кривой - R , **тангенс** кривой - T , **биссектриса** - B , **домер** - D .

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \theta / 2 ; \quad K = R \cdot \pi \cdot \theta / 180^{\circ} = R \cdot \theta / \rho^{\circ} ; \quad B = R \cdot (\sec \theta / 2 - 1); \quad D = 2T - K$$

Производство геометрического нивелирования по трассе IV

Пикетажный журнал



На каждом закруглении вычисляют величину поправки - **домера** Δ , как разницу суммы длин по тангенсам и по кривой.

Простые закругления в виде **круговых кривых** действующие нормы проектирования рекомендуют при больших радиусах кривых:

При **$R > 3000$ м** - на дорогах I категории;

При **$R > 2000$ м** – на дорогах II - V категорий.

При меньших радиусах кривых на участках въезда автомобилей на кривую и выезда с нее траектория движения автомобиля начинает не совпадать с трассой дороги. Это происходит потому, что водитель, въезжая на кривую с прямого участка трассы, не может мгновенно поставить передние колеса автомобиля под нужным углом, соответствующим радиусу кривизны R . То же самое - при выезде с кривой на прямую.

Поэтому при $R \leq 3000$ и $R \leq 2000$ для плавного сопряжения прямых отрезков и круговых кривых применяют сравнительно короткие **переходные кривые**, которые обеспечивают плавное изменение центростремительного ускорения при движении на закруглениях. Переходные кривые (чаще всего применяют **клотоиды**) удовлетворяют принципу **постепенного уменьшения** радиуса по ее длине от $R = \infty$ в начале кривой и до **$R = R_{кр}$** в точке сопряжения переходной кривой с круговой кривой радиуса $R_{кр}$.

4) Расчет пикетажных значений главных точек закруглений в следующей последовательности:

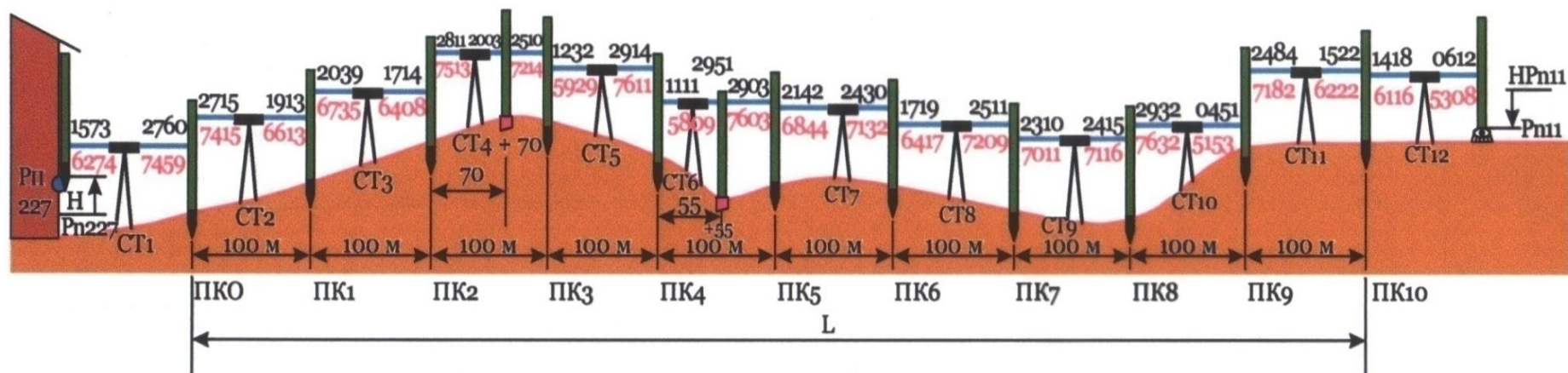
$НК = ВУ - Т$;		$КК = НК + К$;		контроль : $КК = ВУ + Т - Д$	
Пример:	ВУ №1	ПК1 + 13,22		ВУ №1	ПК1 + 13,22
	- Т	- 38,72		+ Т	+ 38,72
	НК	ПК0 + 74,5			ПК1 + 51,94
	+ К	+ 73,89			
	КК	ПК1 + 48,39	КК	ПК1 + 48,39	

Рассчитав начало кривой в пикетных обозначениях, возвращаются назад к **заднему ближайшему пикету (ПК0)**, чтобы отложить от него рулеткой или мерной лентой отрезок длиной 74,5 м и установить на местности положение НК. Точку закрепляют колышком и сторожком.

Конец кривой КК получают на местности **отложением от ВУ** величины тангенса Т. Точку середины кривой СК получают **делением угла β** пополам и **отложением биссектрисы Б** по створу визирного луча теодолита. Далее, если на тангенсе оказались пикеты, их **выносят на кривую**. Как правило, для производства работ необходимо подробнее закрепить кривые на местности , то есть выполнить **детальную разбивку** кривых, которая производится через заданный интервал в зависимости от радиуса закругления.

Производство геометрического нивелирования по трассе I

Нивелирование между реперами



P_{n11} - временный репер (конечный репер)

$\sum h$ - алгебраическая сумма превышений нивелируемого участка

$H_{Pn11} = H_k$ - отметка конечного репера

$H_{Pn227} = H_n$ - отметка начального репера

L - длина хода в километрах

P_{n227} - стенной репер

Начальный репер

$a_k = 1573$ - отсчет по черной стороне

$a_r = 6274$ - отсчет по красной стороне

5) Нивелирование трассы

После плановой разметки трассы на местности производят **техническое нивелирование** намеченных точек. Прокладывают разомкнутый ход **между реперами** с известными отметками, либо нивелируют **замкнутый** ход, в том случае, если отметки вычисляются в условной системе высот.

В первом случае **невязку в превышениях** вычисляют по формуле:

$$f_h = \sum h - (H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}})$$
 где $H_{\text{кон}}$ и $H_{\text{нач}}$ – разность отметок опорных реперов, а под знаком суммы средние превышения между связующими точками.

Для замкнутого хода: $f_h = \sum h_{\text{пр}} + \sum h_{\text{обр}}$. Знаки превышений прямого и обратного ходов противоположны.

Допустимая невязка технического нивелирования хода:

$f_h = 50 \text{ мм} * \sqrt{L}$, где L – длина хода в км.

Поперечники, как правило, нивелируются одновременно с точками трассы. Обработку результатов нивелирования трассы ведут в специальном журнале нивелирования.

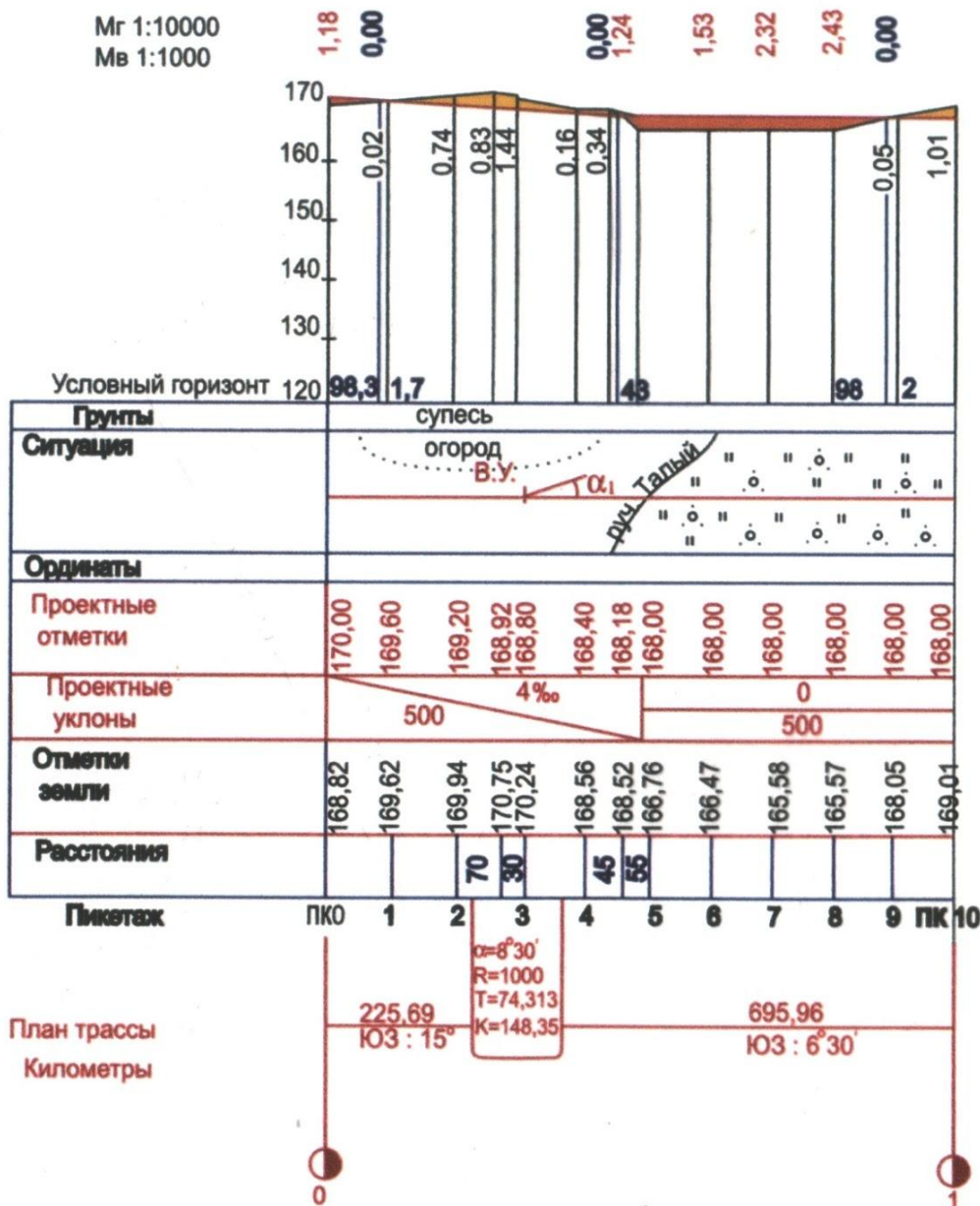
6) Построение продольного и поперечных профилей

7) Проектирование продольного и поперечных профилей автодороги

Производство геометрического нивелирования по трассе V

Подробный продольный профиль

Мг 1:10000
Мв 1:1000



Определение проектных отметок

$$H_{n+1} = H_n \pm i d \quad i = 4\text{‰}$$

$$H_1 = H_0 - i d; H_1 = 170 - 0,004 \cdot 100 = 169,60 \text{ (м)}$$

$$H_2 = H_1 - i d; H_2 = 169,60 - 0,4 = 169,20 \text{ (м)}$$

$$H_{2+70} = H_2 - 0,004 \cdot 70 = 169,20 - 0,28 = 168,92 \text{ (м)}$$

Определение рабочих отметок

$$h_{пк}^p = h_{пр} - h_3$$

$$h_{пк0}^p = 170,00 - 168,82 = 1,18 \text{ (м)}$$

$$h_{пк1}^p = 169,60 - 169,62 = -0,02 \text{ (м)}$$

$$h_{пк2}^p = 169,20 - 169,94 = -0,74 \text{ (м)}$$

Производство геометрического нивелирования по трассе VII

Продольный профиль траншеи

