

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Инженерная геодезия»

С. И. Матиек

**КАМЕРАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ
С ЭЛЕМЕНТАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТКРЫТОГО КАНАЛА**

Учебно-методическое пособие
для студентов специальности 70 04 01
«Водохозяйственное строительство»

Минск 2003

УДК 528.46:626,8

ББК 26.12

М 34

С. И. Матиек

Камеральные инженерно-геодезические изыскания с элементами проектирования открытого канала. Учебно-методическое пособие для студентов специальности 70 04 01 «Водохозяйственное строительство» С.И. Матиек.-Мн.:БНТУ, 2003.

В названном учебно-методическом пособии изложены последовательность инженерно-геодезических работ при проектировании инженерных сооружений линейного типа в виде открытого осушительного канала в камеральных условиях с использованием топографического плана, составленного самими студентами.

Учебно-методическое пособие позволяет студентам достаточно глубоко усвоить содержание топографических карт и ряд задач, решаемых на картах и планах необходимых для проектирования и строительства инженерных сооружений линейного типа.

Изложена методика разбивки пикетажа, расчета и построения кривых, вычисления отметок всех характерных точек по трассе, построения продольного и поперечного профилей.

Описана методика построения проектных линий проектируемого сооружения, вычисления проектных уклонов, проектных и рабочих отметок, а также построения на профиле плана трассы.

Пособие составлено в соответствии с учебным планом по инженерной геодезии для студентов специальности 70 04 01 «Водохозяйственное строительство» и способствует самостоятельному выполнению задания по камеральным и полевым инженерно-геодезическим изысканиям при проектировании и строительстве сооружений линейного типа.

Технический исполнитель пособия Н.Н. Князева.

Рецензент:

Доцент кафедры «Гидротехническое и энергетическое строительство» БНТУ, к.т.н. Н.М. Кунцевич.

© Матиек С.И., 2003

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Проектированию линейных инженерных сооружений, как правило, предшествуют камеральные изыскания с использованием карт, планов или аэрофотоснимков.

К линейным сооружениям относятся автомобильные и железные дороги, каналы, трубопроводы, линии электропередач, связи и др.

Ось, проектируемого линейного сооружения, обозначенная на местности или нанесенная на карте, называется *трассой*.

Основными элементами трассы являются *план* и *продольный профиль*.

План трассы- это проекция трассы с притрассовой полосой на горизонтальную плоскость.

Продольный профиль трассы- это проекция вертикального разреза вдоль проектируемой линии сооружения на плоскость разреза.

В плане трасса состоит из прямых участков разного направления, сопрягающихся между собой кривыми постоянного и переменного радиуса кривизны.

В план трассы кроме топографических элементов входят углы поворота, радиусы кривых, размеры прямых вставок, углы, определяющие их ориентировки и т.д.

В *продольном профиле* трасса состоит из линий различного уклона, соединяющихся между собой вертикальными круговыми кривыми.

Высотными элементами трассы являются продольный и поперечные профили, уклоны, углы наклона, высоты точек, сопряжение уклонов смежных отрезков, глубина заложений и т.д.

Так как длина линейного сооружения в значительной мере больше ширины притрассовой полосы, то профиль, построенный по результатам измерений вдоль трассы, называют *продольным*, а профили, построенные по результатам измерений в поперечных сечениях притрассовой полосы в характерных местах, называют *поперечными*.

Поперечные профили, как правило, строят в масштабах на порядок крупнее продольных.

Целью камеральных изысканий при строительстве линейных сооружений является выбор принципиального направления трассы и ее технических характеристик, обоснование технической возможности и экономической целесообразности строительства,

Специфика камеральных изысканий в нашем случае ориентирована на строительство канала.

Трасса должна удовлетворять определенным требованиям, которые устанавливаются техническими условиями на ее проектирование.

Так, например, на *самотечных каналах* главное выдержать проектные уклоны при допустимых скоростях течения воды.

Поэтому вдоль этих трасс прокладывают нивелирные ходы *повышенной точности*.

Трассирование- это комплекс инженерно-изыскательских работ по отысканию трассы, отвечающей всем требованиям технических условий и дающей наибольший экономический эффект.

Если трасса проектируется по топографическим планам, картам или по материалам аэрофотосъемки, то такое трассирование называют *камеральным*, а если же она выбирается непосредственно на местности- то *полевым*.

Оптимальную трассу выбирают путем технико-экономического сравнения различных вариантов.

При *камеральном трассировании* сначала определяют плановое положение трассы на плане, а затем на их основе- в вертикальной плоскости на профиле местности.

В равнинных среднепересеченных районах соблюдение допустимого уклона трассирования легко достижимо. В этом случае трасса ведется "*вольным ходом*" по заданному направлению и ее отклонение от прямой определяется контурными препятствиями: реки, болота, населенные пункты, ценные сельскохозяйугодия, участки с неблагоприятной геологией и т.д.

В горной и резкопересеченной местности положение трассы определяется рельефом местности. В этом случае допустимый уклон трассирования достигается "*напряженным ходом*", когда каждая линия задается предельным уклоном,

величина которого только на закруглениях небольших радиусов несколько смягчается (уменьшается).

Для того, чтобы выдержать заданный уклон, в горных условиях приходится удлинять трассу, отклоняя ее на большие углы от прямой. Для решения этой задачи используют следующие приемы: извилины, вписывание в боковую долину, петля, спираль, серпантин.

Во всех случаях трассу стремятся расположить на землях, которые имеют наименьшую ценность для народного хозяйства.

§ 2. КАМЕРАЛЬНОЕ ТРАССИРОВАНИЕ.

Камеральное трассирование может производиться по топографическим картам, планам, по стереомоделям местности и по цифровой модели местности при помощи ЭВМ.

Рассмотрим возможность решения этой задачи используя топографические карты (планы).

Самым распространенным приемом камерального трассирования по топокартам (планам) является "*ход раствором циркуля*", т.е. нахождение линии заданного уклона по заложению между горизонталями.

Величину раствора циркуля l_0 при этом вычисляют по формуле:

$$l_0 = \frac{h}{i} \cdot \frac{1}{M} \quad (1)$$

где h - высота сечения рельефа,

i - допустимый уклон трассирования,

$1/M$ - масштаб карты.

Раствором циркуля, равным l_0 , из начальной точки в заданном направлении засекают соседнюю горизонталь. Из полученной точки по тому же направлению вновь засекают этим же раствором циркуля точку следующей горизонтали и т.д.

При пересечении оврагов к тальвегу не спускаются, а переходят сразу на другую сторону, засекая соседнюю или одноименную горизонталь. *Тальвег*-линия, соединяющая точки с наиболее низкими отметками на данном участке.

Так же поступают и при пересечении рек, стремясь, чтобы трасса была примерно перпендикулярна к направлению течения.

Если расстояния между горизонталями больше принятого заложения l_0 , т.е. если естественный уклон местности меньше заданного уклона трассирования, то последующие точки выбирают свободно в необходимом направлении.

Соединив последовательно эти точки на карте, получают линию в пределах заданного уклона.

Так как эта линия представляет собой весьма извилистую кривую, то для размещения основных элементов плана трассы ее спрямляют, разбивают пикетаж и вписывают кривые.

По горизонталям определяют фактические отметки пикетов, отметки точек пересечения оси трассы с горизонталями, характерные точки перелома местности и составляют продольный профиль, по которому проектируют *красную линию*.

В местах, где получаются большие объемы земляных работ, сообразуясь с отметками на карте (плане), трассу несколько смещают в нужном направлении и вновь проектируют этот участок.

§ 3. СОСТАВ РАБОТ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ.

- 3.1. Трассировочные работы на плане, на местности;
- 3.2. Угловые и линейные измерения на плане, на местности;
- 3.3. Разбивка пикетажа и вынос главных точек кривых;
- 3.4. Плановая съемка притрассовой полосы;
- 3.5. Закрепление трассы;
- 3.6. Определение площади водозбора;
- 3.7. Ведение пикетажного журнала;
- 3.8. Построение продольного и поперечного профилей.

§ 4. НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАНАЛОВ.

При проектно-изыскательских работах строительства канала необходимо соблюдать следующие условия:

4.1. Возможное обеспечение прямолинейности трассы в плане и придание одного уклона;

4.2. Горизонтальные внутренние углы не должны быть менее 110° - 120° ;

4.3. При трассировании учитывать контуры (дороги, постройки и т.д.) и высотные препятствия (крутые склоны);

4.4. Трассирование начинать от водоприемника (реки, озера и т.д.), принимаемого за начало трассы и счета пикетов (ПК 0), по тальвегу осушаемых земель;

4.5. Радиус закругления кривой должен быть не менее $5l$, где l -ширина канала по верху;

4.6. Уклон дна канала принять по возможности равным уклону поверхности земли по трассе;

4.7. Глубина канала не должна превышать $h=3$ м, ширину канала по дну примем $b=1$ м, а коэффициент заложения откосов (отношение проекции длины откоса к глубине канала) принимается по СнИП. В нашем случае $m=2$. (рис.1)

4.8. Минимальный уклон гидравлически нерасчитываемых каналов принимают $0,0005$, а радиусы вертикальных кривых- 20 м.

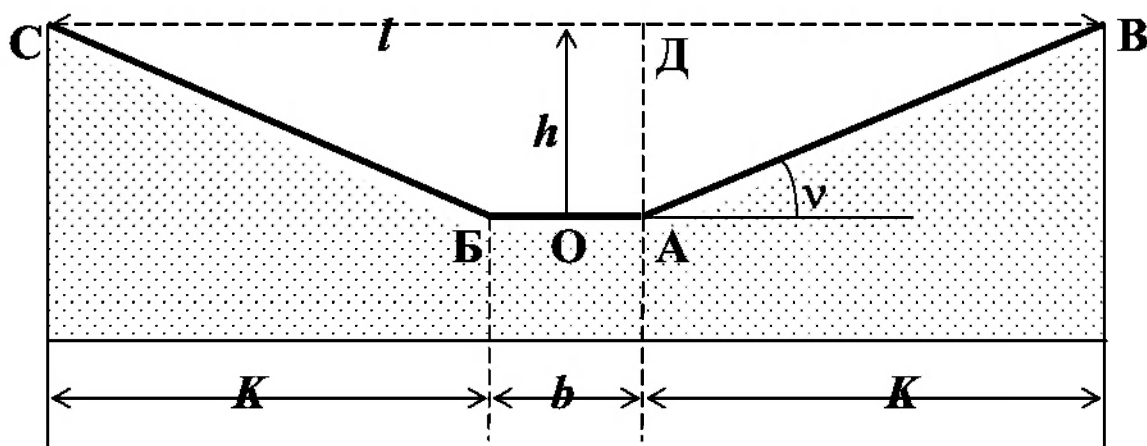


Рис. 1. Элементы поперечного сечения канала

§ 5. ЗАДАНИЕ.

5.1. В соответствии с техническими условиями произвести трассирование на плане (Приложение 1) оси проектируемого канала, проходящего через точки L- начало трассы (НТ), М-вершина угла поворота (ВУ), N-конец трассы (КТ).

5.2. На плане длину трассы наметить в пределах 350-400 м.

5.3. Вычертить продольный и поперечный профили принятого варианта трассы.

5.4. Запроектировать красную линию дна канала и нанести план трассы, сопровождая его необходимыми расчетами.

§ 6. НЕОБХОДИМЫЕ ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Для выполнения вышеперечисленных работ необходимо иметь:

6.1. Топографический транспортир для измерения углов с точностью $+10'$;

6.2. Измеритель и масштабную линейку для линейных измерений на плане с точностью $\pm 0,3$ мм;

6.3. Треугольник, линейку, карандаш ТМ, резинку, кнопки и т.д.;

6.4. Пикетажный журнал;

6.5. Таблицу для разбивки круговых кривых и калькулятор.

§ 7. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.

7.1. Трассировочные работы на плане.

7.1.1. На плане (Приложение 1) соединяют прямыми точки L и М и М и N.

7.1.2. С учетом масштаба плана (1:М), высоты сечения рельефа (h) и заданного уклона трассирования ($i=0,0005$) вычисляют величину l_0 раствора циркуля по формуле (1).

7.1.3. Установив раствором циркуля величину l_0 , на плане намечают точки трассируемой линии так, как это описано в § 2. и последовательно соединяют их карандашом.

7.1.4. Линию трассирования спрямляют (§ 2)

7.2. Угловые и линейные измерения.

7.2.1. Измерить топографическим транспортиром правые по трассе горизонтальные углы β и по их значениям вычислить углы поворота θ , образованные продолжением предыдущего и последующего направлений трассы (рис.2).

Если угол β меньше 180° , то угол поворота называют правым, т.е.

$$\theta_{\text{П}} = 180^\circ - \beta. \quad (2)$$

Если же угол β больше 180° , то угол поворота называют левым, т.е.

$$\theta_{\text{Л}} = \beta - 180^\circ. \quad (3)$$

7.2.2. Определяют дирекционные углы α прямых участков трассы. Для этого в начале каждого участка проводят на север линии параллельные линиям абсцисс координатной сетке (рис.2) и топографическим транспортиром от их северных концов по ходу часовой стрелки измеряют соответствующие дирекционные углы $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и т.д.

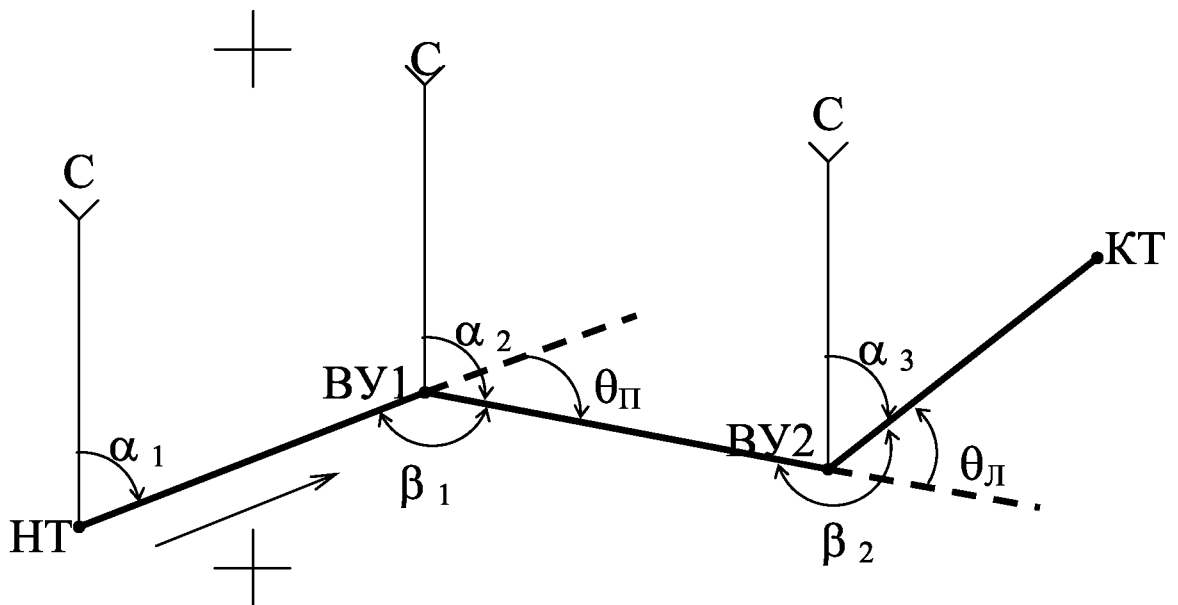


Рис. 2. Угловые и линейные элементы трассы.

7.2.3. Для контроля вычисленных углов поворота θ их значения определяют второй раз по измеренным дирекционным углам (рис.2), т.е.

$$\theta_{\text{П}} = \alpha_i - \alpha_{i-1}, \quad (4)$$

$$\theta_{\text{Л}} = \alpha_{i-1} - \alpha_i, \quad (5)$$

где $i=1, 2, \dots$

Значения величин (2) и (4), (3) и (5) должны совпадать в пределах $30'-40'$.

7.2.4. По значениям дирекционных углов вычисляют румбы прямых участков.

7.2.5. С помощью измерителя и масштабной линейки определяют длины прямых участков трассы.

7.2.6. Сделать выкопировку притрассовой полосы шириной 20-30 м по обе стороны от трассы. Выписать на выкопировку значения углов поворота, румбы и длины линий.

7.3. Первый этап разбивки пикетажа и кривой.

Разбивка пикетажа по трассе состоит в откладывании по оси будущего сооружения отрезков, горизонтальные проложения которых равны 100, 60, 40 или 20... метров.

Конец каждого пикета, закрепленного на местности деревянным колышком длиной 15-25 см, забитым вровень с землей, называют *пикетной точкой* или *пикетом*.

Нумерацию пикетов проводят порядковыми числами 0, 1, 2, 3, подписи на колышках делают со стороны предыдущего пикета. Нулевой пикет (ПК 0) ставят в начале трассы. По номеру пикета определяют его расстояние от начала трассы.

7.3.1. От начальной точки до ВУ 1 разбивают участок трассы на равные отрезки в масштабе плана через 20-40 метров. Целые пикеты на плане обозначают черточками длиной 1,5 мм, перпендикулярными к трассе, под которыми подписывают их номера.

7.3.2. От предыдущих пикетов измеряют расстояния до плюсовых точек, характеризующих изломы рельефа, пересекаемые трассой элементы ситуации, плановое положение ВУ и т.п. Эти точки обозначают номером предыдущего пикета с добавлением расстояния (в целых метрах) от этого пикета до данной точки, например, ПК 0+28, ПК 1+20 и т.д.

7.3.3. По заданным параметрам канала: $b=1$ м, $h=3$ м, $m=2$ рассчитать его ширину по верху l .

$$l = b + 2 m h . \quad (6)$$

а также минимальную величину радиуса поворота канала

$$R_{\min} = 5 l . \quad (7)$$

7.3.4. С целью избежания ошибок при вычислениях аккуратно ведут записи всех расчетов с необходимой точностью.

7.4. Расчет данных для разбивки пикетажа на кривой.

7.4.1. По заданному радиусу R и углу поворота θ вычисляют при каждой вершине поворота основные элементы кривой: Т- тангенс, К-кривую, Б-биссектрису, Д-домер (рис.3)

Рис. 3. Основные элементы кривой

$$\left. \begin{aligned} T &= R \operatorname{tg} \theta^{\circ}/2 \\ K &= \pi R(\theta^{\circ}/180^{\circ}) \\ B &= R[\sec(\theta^{\circ}/2) - 1] \\ D &= 2T - K \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Эти же элементы могут быть получены из таблицы разбивки круговых и переходных кривых [1]. Например, при $R=90$ м, $\theta=52^{\circ}30'$ будем иметь: $T=44,38$ м; $K=82,47$ м; $B=10,35$ м; $D=6,29$ м.

7.4.2. На основании пикетажного значения ВУ (рис.3) и значений основных элементов кривой рассчитывают пикетажное положение главных точек кривой: начало кривой (НК), середину (СК), конец (КК).

Например, пусть ВУ имеет пикетажное наименование ПК4+22,20м, а расстояния между пикетами равны 40 м, тогда;

$$\text{НК} = \text{ВУ} - T = \text{ПК}4 + 22,20 - 44,38 = \text{ПК}3 + 17,82;$$

$$\text{СК} = \text{НК} + K/2 = \text{ПК}3 + 17,82 + 41,24 = \text{ПК}4 + 19,06;$$

$$\text{КК} = \text{НК} + K = \text{ПК}3 + 17,82 + 82,47 = \text{ПК}5 + 20,29.$$

Контроль:

$$\text{КК} = \text{ВУ} + T - D = \text{ПК}4 + 22,20 + 44,38 - 6,29 = \text{ПК}5 + 20,29;$$

$$\text{СК} = \text{КК} - K/2 = \text{ПК}5 + 20,29 - 41,24 = \text{ПК}4 + 19,05.$$

Расхождения при контроле не должны превышать 1-2 см.

7.5. Второй этап разбивки пикетажа и кривой.

7.5.1. На следующем за поворотом прямом по ходу участке трассы откладывают от ВУ отрезок равный домеру $D=6,29$ м и получают точку С (рис.3), присвоив ей пикетажное наименование ВУ (ПК4+22,20).

7.5.2. От точки С вперед по трассе откладывают отрезок $d = \text{ПК}5 - \text{ВУ} = \text{ПК}5 - (\text{ПК}4 + 22,20) = 17,80$ м, недостающий до последующего целого (пятого) пикета.

7.5.3. Обозначают этот пикет (ПК5) на плане (Приложение 1) и от него дальше продолжают разбивку пикетажа до конца прямой линии данного участка.

7.5.4. Проводят биссектрису внутреннего угла β и на ней откладывают ее линейную величину $B=10,35$ м. Конец биссектрисы является серединой кривой (СК).

7.5.5. По пикетажным наименованиям начала (НК) и конца (КК) кривой закрепляют их на местности следующим образом.

Так, при $НК=ПК3+17,82$ м от ближайшего пикета на тангенсе (ПК4) в направлении на ПК3 откладывают расстояние $d_1=ПК4-НК=ПК4-(ПК3+17,82)=22,18$ м и закрепляют на местности НК (рис.4)

Конец кривой (КК) закрепляют так. Пусть $КК=ПК5+20,29$ м. Вычисляют отрезок $d_2=КК-ПК5=ПК5+20,29-ПК5=20,29$ м и откладывают его от ПК5 в направлении на ПК6 (рис.3)

7.5.6. Выполняют контроль правильности нанесения НК и КК путем откладывания величины T от ВУ по предыдущему и последующему направлениям трассы.

7.6. Вынесение с тангенсов на кривую пикетов и плюсовых точек.

7.6.1. По разности пикетажных значений выносимой точки (ПК4) и точки начала кривой (НК) вычисляют отрезок $d=ПК4-НК=ПК4-(ПК3+17,82)=22,18$ м. (рис.4). Вычисляют координаты ПК4 на кривой в точке K_1 по формулам:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= R \sin \varphi \\ y_1 &= R(1 - \cos \varphi) \end{aligned} \right\} , \quad (9)$$

где $\varphi = \theta d / K$ или $\varphi = 180^\circ d / \pi R$, (10)

Здесь K - кривая, R - радиус кривой, d - расстояние от начала (конца) кривой до выносимой точки, расположенной на тангенсе.

Значения X_1 и Y_1 могут быть также выписаны из специальных таблиц [1] по аргументам R , θ , K .

7.6.2. За начало координат принимают точку А (НК) и по значениям X_1 и Y_1 получают точку K_1 , которая соответствует ПК4 на кривой АЕС (Рис.4). Аналогично ведется расчет и выносятся на кривую все остальные пикеты и плюсовые точки, расположенные на тангенсе. Плюсовые точки, расположенные на

втором тангенсе выносятся на кривую АЕС аналогично, но за начало координат в этом случае принимают точку С (КК).

7.6.3. По этому же принципу производится детальная разбивка круговой кривой с интервалом l м, где l может быть равно 1, 2, 3, ... n метров. Численное значение l определяется проектом и зависит от величины кривой (К).

7.6.4. Соединяют плавной линией главные и вынесенные на кривую точки.

Рис. 4. Вынос с тангенсов на кривую пикетов и плюсовых точек.

7.6.5. Проверяют правильность построения кривой. Для этого опускают перпендикуляры к касательной в начале (НК) и в конце (КК) кривой. Затем из точки их пересечения О (рис.4) проводят дугу окружности заданного радиуса R. Эта дуга должна совпасть с построенной кривой.

7.6.6. Для контроля вычисляют расстояния по пикетажу между смежными вершинами углов поворота, которые равны разности пикетажных значений последующих и предыдущих вершин угла поворота плюс домер на предыдущей вершине.

$$d = \text{ПК ВУ}_{n+1} - \text{ПК ВУ}_n + Д \quad (11)$$

Результаты вычислений должны быть равны длинам линий, полученных путем непосредственных измерений их на плане.

7.7. Ведение пикетажного журнала.

7.7.1. На каждой странице пикетажного журнала по ее середине сверху вниз проводят трассу в виде прямой линии (рис.6)

7.7.2. По этой трассе в соответствии с пикетажным значением пикетов, плюсовых точек, вершин углов поворота трассы и главных точек кривых в масштабе 1:500 - 1:1000 нанести их в журнал. Запись в журнале пикетов и характерных точек вести снизу вверх. Плюсовыми считать также точки пересечения трассы с горизонталями.

7.7.3. Углы поворота трассы в журнале показать стрелками влево или вправо от ее оси.

7.7.4. Перенести с плана или выкопировки (7.2.6) ситуацию вдоль трассы в пикетажный журнал. Ширина полосы 20 м слева и справа от трассы.

7.7.5. Около каждого угла поворота трассы выписать радиус, угол поворота, элементы кривой и привести расчеты с контролем пикетажных наименований ее главных точек (НК, СК, КК).

7.7.6. Путем интерполирования по горизонталям определяют фактические отметки всех характерных точек с точностью до 0,1 м, показанных на оси трассы, включая один поперечник (рис. 5). Результаты вычислений выписать в пикетажный журнал справа от оси трассы возле соответствующих точек или в виде отдельной таблицы.

Рис. 5. Пикетажная книжка.

7.8. Построение продольного и поперечного профилей.

Профиль- это изображение на бумаге разреза земной поверхности вертикальной плоскостью.

Рис. 6. Продольный профиль трассы.

7.8.1. По форме и размерам, указанным на рис. 6, построить профильную сетку.

7.8.2. В графе 4 "Расстояния" произвести разбивку целых пикетов в масштабе 1:500 или 1:1000 и подписать их номера, а затем нанести плюсовые точки.

7.8.3. В графу 3 "Фактические отметки" выписывают их значения из пикетажного журнала.

7.8.4. Верхней линии профильной сетки присваивают условную отметку, которую называют условным горизонтом ($у.г$) и вычисляют ее как разность H_{\min} продольного профиля, округленного до числа кратного 10 м, минус 10 м для профиля масштаба 1:1000, а для масштаба 1:500 округляют до числа кратного 5 м, минус 5 м.

Например, $H_{\min}=31,0 \text{ м} \approx 30 \text{ м}$, тогда условный горизонт для масштаба 1:1000 будет равен: $H_{у.г}=30-10=20\text{м}$, а для масштаба 1:500: $H_{у.г}=30-5=25 \text{ м}$.

7.8.5. На перпендикулярах к линии условного горизонта откладывают в вертикальном масштабе длины отрезков, определяемых как разности: фактическая отметка минус отметка условного горизонта. Вертикальный масштаб принять 1: 100 или 1: 50 для профилей с горизонтальным масштабом 1:1000 и 1:500 соответственно.

7.8.6. Соединить верхние концы смежных отрезков прямыми линиями, образующими профиль трассы и провести ординаты.

7.8.7. В графе 6 "План трассы" обозначают линии прямых и кривых. В соответствии с пикетажным положением показать кривые (НК и КК) дугой вверх при правом повороте и дугой вниз при левом повороте. Высота дуги 5 мм. В районе дуги выписать основные элементы кривой, а возле ординат в НК и в КК выписать расстояния слева до ближайшего заднего пикета, а справа- до ближайшего переднего пикета. По данным пикетажного журнала нанести ситуацию вдоль трассы. Выписать румбы и длины линий прямых участков трассы.

7.8.8. Построить поперечный профиль, у которого горизонтальный и вертикальный масштабы одинаковы. (рис.7)

Рис. 7. Поперечный профиль трассы.

§ 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСИ КАНАЛА.

8.1. Точку L принимают за нулевой пикет трассы, вычисляют проектную отметку

$$H_0 = H_L - h = 31,0 - 0,5 = 30,5 \text{ м и записывают ее в графу 2 (рис.7).}$$

Здесь $h=0,5$ м –сечение рельефа.

8.2. С учетом рельефа местности выбирают первую переломную точку дна канала с соблюдением условия минимума объема земляных работ и допустимых уклонов ($i_{\min} \geq 0,0005$). Намечают точку на профиле и графически определяют ее отметку H' .

8.3. Вычисляют уклон i'_1 на данном участке d_1 до пяти знаков после запятой

$$i'_1 = (H' - H_0) : d_1 = h'_1 : d_1. \quad (12)$$

При $i'_1 > 0,0005$ округляют до тысячных долей (i_1), вычисляют уточненную проектную отметку H до сотых долей

$$H = H_0 + (i_1 \cdot d_1) = 30,5 + (0,001 \cdot 160) = 30,66 \text{ м и записывают в графу 2.}$$

8.4. Значение i_1 записывают в числителе, а величину d_1 - в знаменателе графы 1.

8.5. Принимая H за H_H (H начальное) следующего участка d_2 с учетом пункта 8.2. намечают его конечную точку и графически определяют H'_K (H' конечное).

8.6. Повторяют действия, перечисленные в п.п.8.3-8.4 и т.д.

8.7. Убедившись в том, что выбранная линия оси канала на всем его протяжении является оптимальной, вычисляют проектные отметки всех пикетов и плюсовых точек на всех участках трассы до сотых долей метра:

$$H_i = H_H + (i_i \cdot d_i), \quad (13)$$

где H_H - проектная отметка начальной точки данного участка,

i -проектный уклон данного участка,

d_i - расстояние от начальной до определяемой точки данного участка.

Результаты вычислений записывают в графу 2.

8.8. Вычисляют рабочие отметки h и записывают их сверху над профилем поверхности земли

$$h_1 = H_{i \text{ факт}} - H_{i \text{ проект}} \quad (14)$$

8.9. Черной тушью заполняются графы 3,4,5.

Красной тушью записывают проектные отметки в графе 2; рабочие отметки h ; диагональ, i и d в графе 1; все в графе 6 (кроме условных знаков).

§ 9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНИКА

9.1 По данным пикетажного журнала (рис.5) строим профиль поперечника (рис.7), приняв горизонтальный и вертикальный масштабы 1:100 или 1:200.

9.2. По пикетажному значению точки пересечения поперечника с осью трассы продольного профиля (рис.6) определяют ее проектную отметку 30,61 и выписывают в графу 2 (рис.7).

9.3. Согласно этой отметке по ранее описанной методике определяют местоположение этой точки на профиле.

9.4. Производят расчет геометрических параметров b , h , m , l для равнобедренной трапеции (рис.1) и радиус закругления трассы R :

- ширину дна канала принимают равной 1 м ($b=1$ м);
- глубину канала определяют как разность фактической отметки $H_{\text{ф}}$ и проектной отметки $H_{\text{пр}}$ точки пересечения оси дна канала с плоскостью поперечника, т.е

$$h = H_{\text{ф}} - H_{\text{пр}} ; \quad (15)$$

- вычисляют значение проекции боковой стороны трапеции на горизонтальную плоскость:

$$k = 2 h ; \quad (16)$$

- коэффициент заложения откоса принимают равным :

$$m = k / h = 2 ; \quad (17)$$

- вычисляют ширину канала по верху

$$l = b + 2 m h ; \quad (18)$$

- вычисляют минимальные радиусы закругления трассы на поворотах

$$R_{\min} = 5l . \quad (19)$$

9.5. С учетом п. 9.4. строят поперечник проектируемого канала (рис.7), а радиус используют при построении кривых.

Если же сечения канала представлено в виде произвольной фигуры АВСЕ (рис. 7), то в этом случае поступают следующим образом.

9.6. Через точки А и Е проводят линию параллельную линии условного горизонта.

9.7. Из рис.1 следует что

$$\operatorname{ctg} \nu = \frac{k}{n} = 2 \quad (20)$$

откуда следует, что $\nu = 26^{\circ}34'$.

9.8. В точках А и Е (рис.7) относительно линии АЕ под углом ν проводят линии до пересечения их с линией поверхности земли в точках В и С.

9.9. По профилю измеряют расстояния d_B и d_C от продольной оси канала до точек В и С соответственно.

9.10. С учетом масштаба профиля вычисляют d_B и d_C в метрах и откладывают их вдоль поперечника от оси трассы канала влево и вправо и получают на местности точки нулевых работ В и С соответственно.

9.11. Из профиля определяют фактические отметки точек В и С. В нашем случае $H_B = 32,6$ м, $H_C = 33,2$ м.

9.12. Вычисляют глубину канала в точках В и С, т.е.

$$\left. \begin{aligned} h_B &= H_B - H_{\text{пр.}} \\ h_C &= H_C - H_{\text{пр.}} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

9.13. За окончательное значение глубины канала принимают величину

$$h = \frac{h_B + h_C}{2} . \quad (22)$$

9.14. С учетом формулы (22) производят необходимые расчеты по формулам (16) – (19).

§ 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС.

10.1. Согласно рис.1 в характерных точках подсчитывают площади двух поперечных сечений канала P_1 и P_2 по формуле:

$$P=(b + m \cdot h) \cdot h \quad (23)$$

Кроме этого площади сечений канала могут быть определены одним из известных способов: аналитическим, геометрическим или механическим с помощью палетки или планиметра.

P_1 вычисляют на ПК1, а P_2 - на ПК5, если пикеты разбиты через 20 метров и на ПК1 и ПК3, если пикеты разбиты через 40 метров. Необходимые элементы для данного участка длиной d вычислить в соответствии с п.9.4.- п.9.14.

10.2. Вычислить объем земляных масс

$$W=[(P_1+P_2):2] d \quad (24)$$

где d -расстояния между поперечными сечениями P_1 и P_2 .

§ 11. ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫНОСА ТРАССЫ В НАТУРУ.

11.1. Составляют схему привязки участка оси канала от ПК0 до НК к линии 512-1, входящей в опорную геодезическую сеть (рис.8)

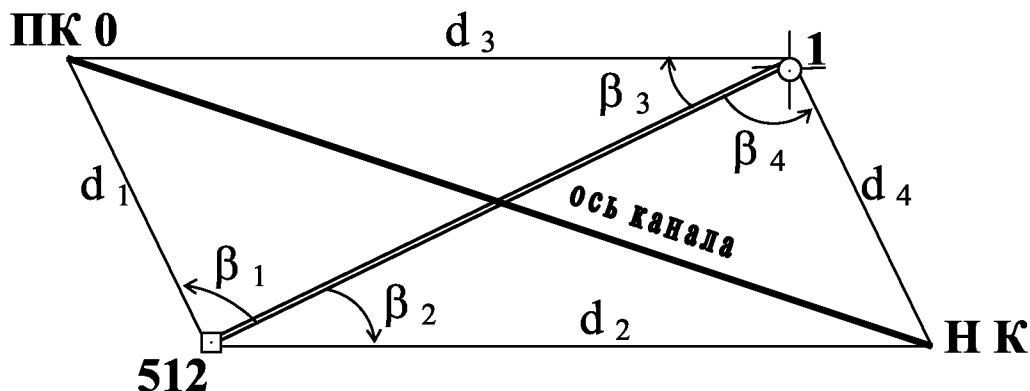


Рис. 8. Схема привязки оси канала.

11.2 С помощью транспортира и поперечного масштаба определяют полярные координаты, необходимые для выноса в натуру ПКО и НК ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, d_1, d_2, d_3, d_4$).

11.3. Составляют разбивочный чертеж по выносу оси канала в натуру (рис.9)

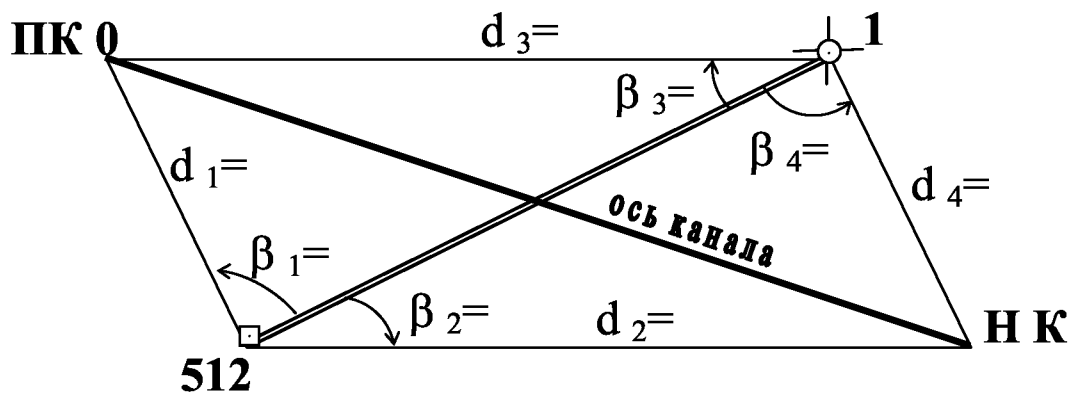


Рис. 9. Разбивочный чертеж по выносу оси канала в натуру.

11.4. На местности по створу ПКО-НК от НК откладывают отрезок

$$d = ВУ - НК = T \quad (25)$$

и закрепляют вершину угла (частный случай).

11.5. От направления ВУ-НК откладывают теодолитом угол $\beta = 180^\circ - \theta$, который определяет направление следующего прямого участка трассы. Если правый поворот, то β откладывают справа по ходу, а при левом повороте -слева по ходу.

11.6. Действуя аналогично выносят трассу канала до конца.

Приложение 1

Литература

1. Ганьшин В.Н., Хренов Л. С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. - М.: Недра, 1985, с. 430.
2. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ -М.: Недра, 1981, с. 143,145.
3. Пискунов М.Е., Крылов В.Н. Геодезия при строительстве газовых, водопроводных и канализационных сетей и сооружений. 2-ое издание. - М.:Стройиздат. 1989, с.271.
4. Справочник мелиоратора. 2-ое издание. -М.: Россельхозиздат, 1980, с.59-61.

Содержание

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	3
§ 2. КАМЕРАЛЬНОЕ ТРАССИРОВАНИЕ	5
§ 3. СОСТАВ РАБОТ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ	6
§ 4. НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВА НИЯ КАНАЛОВ.....	7
§ 5. ЗАДАНИЕ.....	8
§ 6. НЕОБХОДИМЫЕ ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.....	8
§ 7. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ.....	8
7.1. Трассировочные работы на плане.....	8
7.2. Угловые и линейные измерения	9
7.3. Первый этап разбивки пикетажа и кривой.....	10
7.4. Расчет данных для разбивки пикетажа на кривой.....	11
7.5. Второй этап разбивки пикетажа и кривой.....	12
7.6. Вынесение с тангенсов на кривую пикетов и плюсовых точек.....	13
7.7. Ведение пикетажного журнала	15
7.8. Построение продольного и поперечного профилей.....	17
§ 8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСИ КАНАЛА.....	20
§ 9. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНИКА.....	21
§ 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ МАСС.....	23
§ 11. ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫНОСА ТРАССЫ В НАТУРУ	23
Приложение 1	25
Литература.....	26