

Лекция № 6.
Геодезические работы
в поисках трассы.
Полевое и камеральное
трассирование

Имансакипова Б.Б.

При наблюдении за линейными структурами геодезические работы играют решающую роль в определении оптимального маршрута, создании точной и надежной геодезической основы для проектирования и последующего строительства. Процесс контроля и проектирования требует тщательной подготовки и последующих геодезических работ:

Подготовка исходных данных: начинается со сбора всех доступных исходных данных, таких как топографические карты, аэрофотоснимки, существующие геодезические измерения и другие ресурсы. Эти данные помогут вам понять текущее состояние местности и существующей инфраструктуры.

Определение целей и требований: геодезисты вместе с инженерами и заказчиками определяют цели проекта и требования к контролю. Это включает в себя обсуждение параметров маршрута, отметок высоты, максимальных склонов и других технических характеристик.

Дизайн полевого пути: геодезисты используют данные и требования для определения оптимального направления линейной структуры. Это включает в себя выбор начальной и конечной точек маршрута, а также всех промежуточных точек и участков. Важно учитывать природные и геологические особенности региона.

Создание цифровой модели рельефа местности: геодезисты используют геодезические данные для создания цифровой модели рельефа (СММ), которая включает высотные отметки и информацию о местности. Эта модель может использоваться для визуализации маршрута и определения профилей высот.

Топографическая съемка: проводится топографическая съемка для создания подробных карт местности, используемых для проектирования и строительства. Это включает в себя измерение координат и высот точек, а также создание контуров и характеристик местности.

Создание геодезической сети: геодезисты устанавливают геодезическую сеть для обеспечения точности и надежности геодезических данных во время строительства. Эта сеть включает контрольные точки, которые используются для отслеживания местоположения и высоты в процессе строительства.

Маркировка маршрута: геодезисты устанавливают маршрут, отмечая знаки, ориентиры и другие инструменты для навигации и ориентации строителей.

Критерии контроля: в ходе строительства проводятся контрольные измерения для проверки соответствия проектным характеристикам и точности маршрута.

Геодезические работы при поиске линейных сооружений являются неотъемлемой частью процесса проектирования и строительства, обеспечивая точность и надежность проекта, а также безопасность при строительстве и эксплуатации.

При контроле линейных сооружений используются различные методы геодезических работ в зависимости от характера проекта, требований заказчика и доступных технологий. Некоторые из основных методов геодезических работ, которые можно использовать при наблюдении за линейными структурами, включают:

Глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS): это один из наиболее распространенных и точных методов определения координат и высот. GNSS, такие как GPS (GPS), GLONASS и другие, обеспечивают позиционирование с высокой точностью и эффективностью.

Тахеометрия: тахеометры-это инструменты, которые объединяют теодолит (прибор для измерения горизонтальных и вертикальных углов) и дальномер (прибор для измерения расстояний). Они позволяют проводить точные геодезические измерения, включая определение координат и высот.

Лазерное сканирование: лазерное сканирование используется для быстрого создания точных трехмерных моделей местности и объектов. Это полезно при отслеживании маршрутов, поскольку позволяет получить подробную информацию о местности и окружающей среде.

Инерциальные навигационные системы (INS): INS используется для непрерывного отслеживания движения и изменения положения объекта. Они могут быть полезны при наблюдении за линейными структурами, поскольку позволяют контролировать как угловые, так и пространственные движения.

Тригонометрическое выравнивание — этот метод используется для определения разницы высот между различными точками местности. Это может быть полезно при наблюдении за областями разной высоты.

Аэрофотосъемка: с помощью беспилотных летательных аппаратов (дронов) и специализированных камер проводится аэрофотосъемка для составления высокодоступных карт рельефа местности и анализа рельефа.

Геологические условия: это включает в себя бурение скважин и получение образцов почвы для определения характеристик почвы и геологических особенностей, которые могут повлиять на трассу и строительство.

Геофизические исследования: такие методы, как сейсмическая и гравиметрическая съемка, могут использоваться для определения свойств почвы и геологической структуры под поверхностью земли.

Выбор конкретных методов и приемов геодезической работы зависит от характеристик проекта, бюджета, сроков выполнения и требований к точности данных. Обычно для успешного наблюдения линейных структур используется комбинация различных методов для получения всесторонней и достоверной информации.

Проектирование полевой дороги-это процесс определения оптимального пути (маршрута) для линейной структуры, такой как дорога, железнодорожная линия, трубопровод, передача электроэнергии и другие объекты. Этот процесс включает в себя множество методов и инструментов для анализа и выбора наилучшего пути. Некоторые из основных методов проектирования полевой дороги:

Геодезический дизайн: геодезисты используют геодезические данные, такие как координаты точек и рельеф, для определения оптимального пути. Они могут использовать GNSS, тахеометры и другие инструменты для сбора данных о местности.

Цифровая модель рельефа(СММ): создание цифровой модели рельефа позволяет визуализировать рельеф и другие характеристики рельефа. Это можно сделать с помощью лазерного сканирования, аэрофотосъемки и других методов.

Топографическая съемка: топографическая съемка предоставляет подробные карты местности, которые можно использовать для определения маршрута. Он включает в себя измерения высотных отметок, контуров и характеристик местности.

Анализ природных условий: природные условия, такие как реки, озера, леса и горы, могут иметь большое влияние на выбор маршрута. Анализ этих условий может помочь избежать потенциальных препятствий и уменьшить воздействие на окружающую среду.

Математическое моделирование: использование математических моделей для определения оптимального маршрута может учитывать различные факторы, такие как затраты на строительство, часы работы и технические требования.

Анализ экономической эффективности: при выборе маршрута учитываются экономические аспекты, такие как стоимость строительства и обслуживания, а также экономия времени и ресурсов.

Социальные и экологические факторы: при проектировании маршрута также учитываются социальные и экологические аспекты, такие как воздействие на местное население, природную среду и культурные объекты.

Обсуждение с заинтересованными сторонами: важной вехой является обсуждение предложенного пути с заинтересованными сторонами, такими как клиенты, местные власти и экологические организации, чтобы учесть их мнение и потребности.

Методы проектирования полевой дороги могут варьироваться в зависимости от типа линейной структуры и состояния местности. Важно провести всесторонний анализ и принять во внимание различные факторы, чтобы выбрать оптимальный путь, соответствующий техническим, экономическим и экологическим требованиям проекта.

Полевые наблюдения—это процесс определения точного местоположения маршрута линейной структуры на земле. Для выполнения этой задачи используются различные элементы и инструменты. Основные элементы полевых наблюдений:

Знаки и знаки: важной частью полевых поисков являются знаки и знаки, установленные на местности для обозначения маршрута. Это могут быть металлические штифты, деревянные столбы, маркировочная Краска, Ленты и другие материалы. Знаки и знаки помогают строителям и другим рабочим ориентироваться и следовать по маршруту.

Инструменты для измерения расстояния: для определения расстояния между точками маршрута используются различные инструменты, такие как измерительные ленты, рулетки и лазерные дальномеры.

Тахеометры: тахеометры—это инструменты, которые объединяют теодолит (для измерения углов) и дальномер (для измерения расстояния). Они позволяют геодезистам измерять горизонтальные и вертикальные углы, а также расстояния до точек на Земле.

Глобальные навигационные спутниковые системы (GNSS): как и GPS, GNSS используется для определения точных координат точек на земле. Это позволяет геодезистам и инженерам с высокой точностью определять местоположение элементов маршрута.

Инструменты измерения высоты: уровни и другие инструменты используются для измерения отметок высоты. Они помогают определить высоту точек маршрута относительно друг друга.

Лазерное сканирование: лазерное сканирование позволяет создавать трехмерные модели местности и объектов, что может быть полезно при Полевом поиске для детального анализа местности и окружающей среды.

Компьютеры и программное обеспечение: компьютеры и специальное программное обеспечение используются для обработки и анализа данных, а также для создания цифровых моделей местности и других геодезических материалов.

Транспортные средства: автомобили, внедорожники, дроны и другие транспортные средства используются для передвижения по местности и доступа к различным участкам маршрута.

Камеральное проектирование трассы по карте—это процесс разработки маршрута линейной структуры на основе существующей картографической информации без непосредственного участия в ней. Этот метод часто используется для предварительного анализа и планирования маршрутов перед началом полевых работ. Вот основные шаги для создания камеры на карте:

Сбор и анализ картографических данных: первым шагом является сбор всех доступных картографических данных, таких как топографические карты, аэрофотоснимки, спутниковые изображения и, если таковые имеются, геодезические данные. Эти данные используются в процессе проектирования.

Определение целей и требований проекта: важно определить цели проекта и требования маршрута. Сюда входят такие параметры маршрута, как длина, ширина, ограничения высоты и уклон. Также учитываются экологические, экономические и социальные факторы.

Определение начальной и конечной точек: выбираются точки, через которые проходит маршрут. Эти точки можно определить на карте в соответствии с целями и требованиями проекта.

Анализ рельефа местности и препятствий: изучаются данные о местности, высотных отметках, реках, озерах, лесах, горных хребтах и других препятствиях, которые могут повлиять на маршрут.

Предварительная разработка трассы: будет разработана предварительная трасса маршрута с использованием картографических данных и анализа препятствий. Это можно сделать с помощью географических информационных систем (ГИС) и специального программного обеспечения для проектирования.

Оценка и корректировка: предварительный путь оценивается с учетом всех параметров и требований проекта. При необходимости производится корректировка и оптимизация маршрута.

Создание подробного проекта: после завершения предварительного проектирования создается подробный проект маршрута, включая все необходимые спецификации, планы и чертежи.

Обсуждение и утверждение: созданный проект маршрута обсуждается с заказчиком и другими заинтересованными сторонами. После утверждения проекта можно переходить к следующему этапу - полевым работам или детальному изучению местности.

Дизайн камеры на карте позволяет сократить время и ресурсы, необходимые для начала полевых работ, и может быть особенно полезен для предварительного анализа и планирования проектов.

В контексте геодезии и инженерного проектирования термины "домер", "касательная" и "начало круговой кривой" связаны с проектированием и описанием горизонтальных элементов дорог и других линейных структур. Вот их определения:

Домер (дугообразный домер): Домер - это часть кольцевой или железнодорожной линии, которая представляет собой прямой участок между двумя кривыми (кривыми). Домер позволяет менять направление движения с прямой на кривую и наоборот без резких поворотов. Важно правильно рассчитать длину домкрата, чтобы обеспечить удобное и безопасное движение.

Касательная (прямая линия): касательная-это прямолинейный участок дороги или железнодорожного пути, соединяющий две криволинейные части (дуговые пути или кривые). Касательная обычно представляет собой отрезок прямой между доменами. Это позволяет автомобилям двигаться по прямой линии перед въездом или после съезда с кривой.

Начало круговой кривой (переход к кривой): начало круговой кривой – это точка, в которой прямолинейная часть (касательная) переходит к криволинейной части (дуговой траектории). Это место, где начинается изменение направления движения в соответствии с радиусом и углом кривой.

Эти термины важны при проектировании дорог, железных дорог и других линейных сооружений, поскольку правильный расчет и размещение доменов, тангенов и круговых кривых обеспечивает безопасность и эффективность транспортных средств. Геодезические методы и инструменты, такие как тахеометры и программное обеспечение для проектирования дорог, часто используются для точного проектирования и определения параметров этих элементов.

Для проектирования профиля дороги на планируемой трассе между первичными реперами 7 и 8 проведен технический выравнивающий ход. Нивелирование проводили из среды нивелиром 2Н-10кл с использованием двусторонних грабель РН-3. Расстояние между пикетами 100 м. В точке трассы ПК2+40 от оси трассы слева и справа отделен горизонтальный профиль длиной 25 м. Схема трассы показана в журнале пикета (рис. 1).

Трасса имеет два поворота в точках ВУ1 и ВУ2; после поворота трассы ее направление обозначается стрелками. Журнал технического нивелирования представлен в таблице 1. Расчеты по рейкам, приведенные в журнале, являются общими для всех вариантов. Варианты заданий приведены в приложении.

В соответствии с вариантом индивидуального задания предоставляются следующие данные:

- Высоты первичных реперов Рп7 и Рп8,
- Расчеты по черным и красным сторонам передней рейки (9 станций) и задней рейки (10 станций) на ПК6;
 - знак пикета в конце трассы;
- Пикетажные отметки углов поворота трассы ВУ1 и ВУ2, значения углов поворота φ_1 и φ_2 и радиусы кривых R1 и R2;
 - дирекционный угол начального прямолинейного участка трассы α_1 .

Порядок выполнения задания:

1. обработка полевого журнала нивелирования трассы.
2. расчет элементов круговой кривой и распределение кривых в основных точках.
3. вычисление данных для вывода пикетов на кривые.
4. Расчет длины и дирекционных углов (Румб) прямолинейных участков и составление плана трассы.
5. построение продольных и поперечных профилей трассы.

1. обработка полевого журнала нивелирования трассы.

Обработка журналов включает определение высот между соединительными точками, постстраничное наблюдение за расчетами, выравнивание высот, расчет высот соединительных и промежуточных точек.

Перед началом расчетов в полевой журнал записываются данные, не соответствующие номеру варианта задания: высоты первичных реперов РП7 и РП8, расчеты по рейкам на станциях 9 и 10 и отметка пикета на конце трассы. Порядок обработки полевого журнала нивелирования рассматривается на примере (см. таблицу 1).

2. расчет элементов круговой кривой и распределение кривых в основных точках.

$$BU = ПК2 + 50,0; \varphi = 38^{\circ}45'; R = 250 \text{ м.}$$

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \varphi/2 = 250 \cdot 0,35166 = 87,92 \text{ м;}$$

$$K = \frac{\varphi^{\circ}}{180^{\circ}} \cdot \pi R = \frac{38,75^{\circ}}{180^{\circ}} \cdot 3,1416 \cdot 250 = 169,08 \text{ м;}$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R = 2R \frac{\sin^2 \varphi/4}{\cos \varphi/2} = 2 \cdot 250 \cdot \frac{0,16827^2}{0,94337} = 15,01 \text{ м}$$

$$D = 2T - K = 2 \cdot 87,92 - 169,08 = 6,76 \text{ м.}$$

2. вычисляем пикетажное значение основных точек кривой:

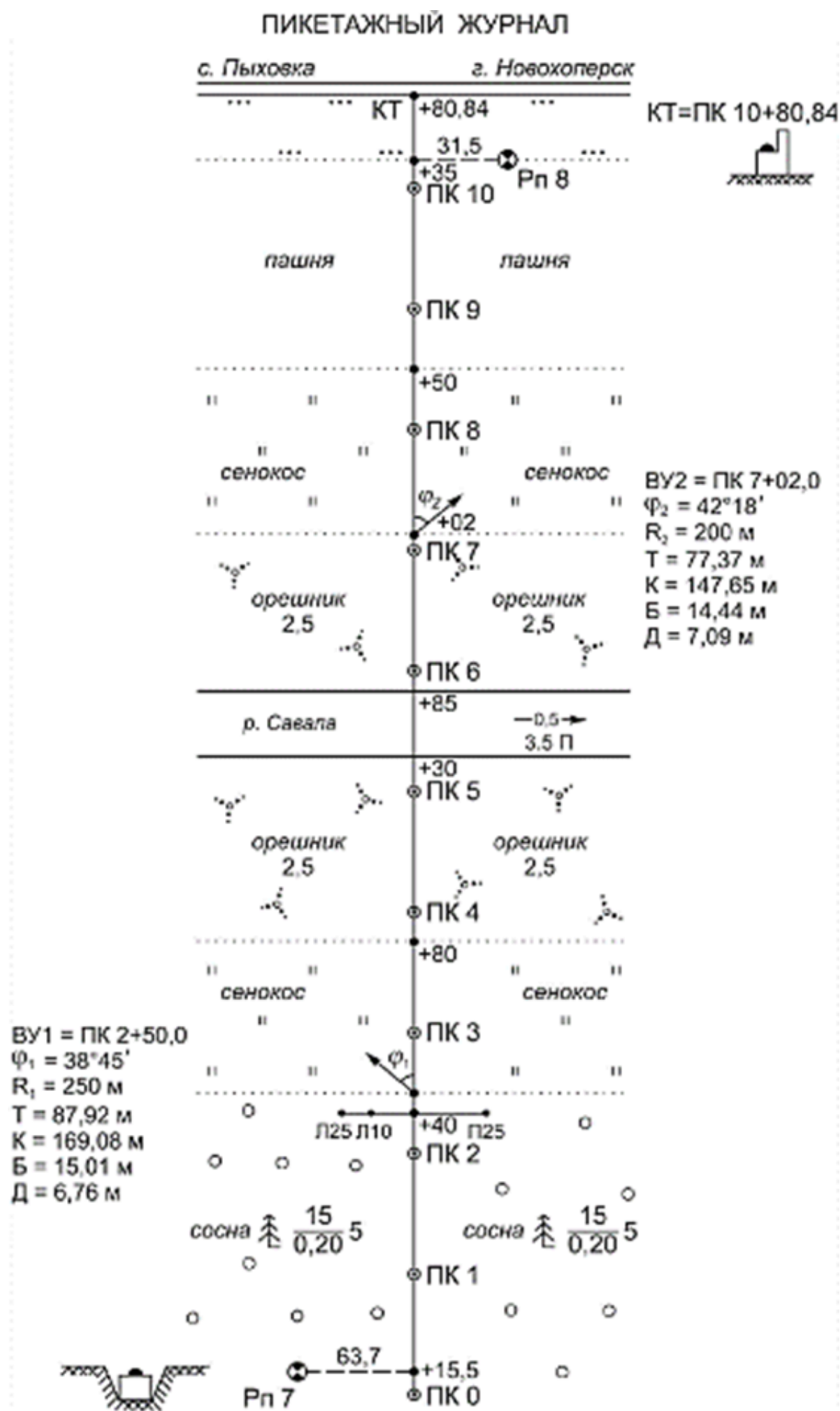


Рисунок 1. Пикетажный журнал

Пикетажное обозначение НК и КК:

		<i>Контроль:</i>
ВУ ... ПК 2 + 50,00		ВУ ... ПК 2 + 50,00
- T ... 87,92		+ T ... 87,92
<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>		<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
НК ... ПК 1 + 62,08		ПК 3 + 37,92
+ К ... 1 + 69,08		- Д ... 06,76
<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>		<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
КК ... ПК 3 + 31,16		КК ... ПК 3 + 31,16

Пикетажное обозначение СК:

		<i>Контроль:</i>
НК ... ПК 1 + 62,08		КК ... ПК 3 + 31,16
+ 0,5К ... 84,54		- 0,5К ... 84,54
<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>		<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
СК ... ПК 2 + 46,62		СК ... ПК 2 + 46,62

$$ВУ = ПК7 + 02,0; \varphi = 42^{\circ}18'; R = 200 \text{ м.}$$

1. вычисляем элементы Кривой:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \varphi/2 = 200 \cdot 0,38687 = 77,37 \text{ м;}$$

$$K = \frac{\varphi^{\circ}}{180^{\circ}} \cdot \pi R = \frac{42,3^{\circ}}{180^{\circ}} \cdot 3,1416 \cdot 200 = 147,65 \text{ м;}$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R = 2R \frac{\sin^2 \varphi/4}{\cos \varphi/2} = 2 \cdot 200 \cdot \frac{0,18352^2}{0,93264} = 14,44 \text{ м;}$$

Пикетажное обозначение НК и КК:

Контроль:

$$Д = 2T - K = 2 \cdot 77,37 - 147,65 = 7,09 \text{ м.}$$

1. вычисляем пикетажное значение основных точек кривой:

$$\begin{array}{r} ВУ \dots ПК7 + 02,00 \\ - T \dots 77,37 \\ \hline НК \dots ПК6 + 24,63 \\ + К \dots 1 + 47,65 \\ \hline КК \dots ПК7 + 72,28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} ВУ \dots ПК7 + 02,00 \\ + T \dots 77,37 \\ \hline ПК7 + 79,37 \\ - Д \dots 07,09 \\ \hline КК \dots ПК7 + 72,28 \end{array}$$

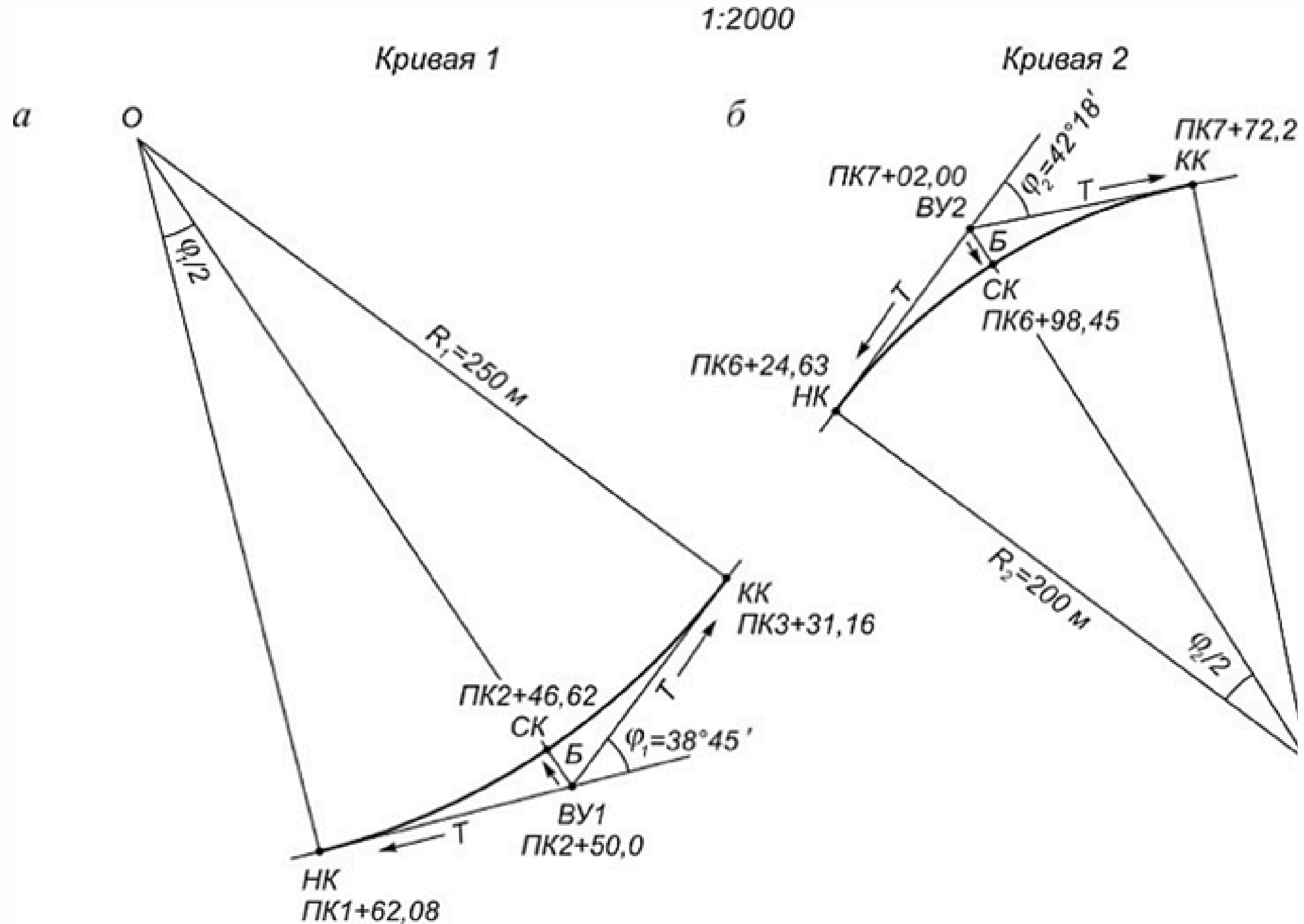
Пикетажное обозначение СК:

$$\begin{array}{r} НК \dots ПК6 + 24,63 \\ + 0,5К \dots 73,82 \\ \hline СК \dots ПК6 + 98,45 \end{array}$$

Контроль:

$$\begin{array}{r} КК \dots ПК7 + 72,28 \\ - 0,5К \dots 73,82 \\ \hline СК \dots ПК6 + 98,46 \end{array}$$

1. по расчетным данным строятся планы кривых в масштабе 1:2000 (см. рис. 2), в которых указываются элементы кривых и пикетажное обозначение их главных точек.



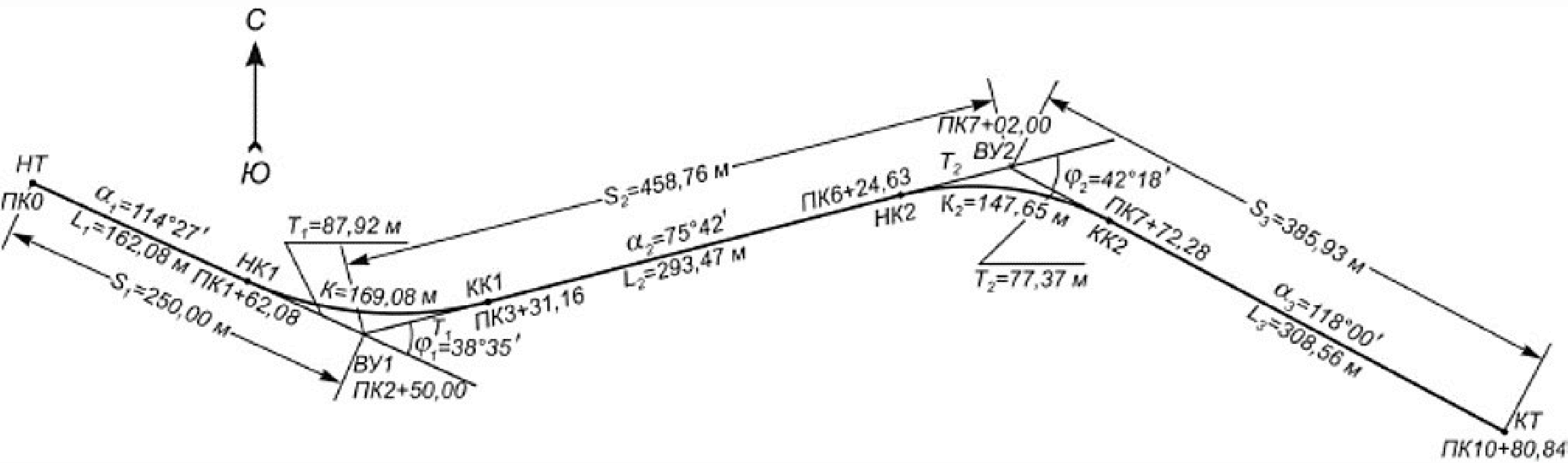
Расчет длины и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составление плана трассы. Расчеты производятся на прямых и кривых (табл. 2) с учетом основных точек и их пикетных обозначений, поворотов трассы в точках ВУ¹ и ВУ²

Точки трассы	Пикетажные обозначения	Углы поворота		Элементы кривых					Длины, м		Направления прямолинейных участков	
		влево	вправо	<i>R</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	прямолинейных участков	между ВУ	дирекционный угол, α	румб, r
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>НТ</i>	ПК0								162,08	250,00	114°27'	<i>ЮВ</i> : 65°33'
<i>НК1</i>	ПК1+62,08											
<i>ВУ1</i>	ПК2+50,00	38°45'		250,00	87,92	169,08	15,01	6,76				
<i>КК1</i>	ПК3+31,16								293,47	458,76	75°42'	<i>СВ</i> : 75°42'
<i>НК2</i>	ПК6+24,63											
<i>ВУ2</i>	ПК7+02,00		42°18'	200,00	77,37	147,65	14,44	7,09				
<i>КК2</i>	ПК7+72,28								308,56	385,93	118°00'	<i>ЮВ</i> : 62°00'
<i>КТ</i>	ПК10+80,84											

Контроль:

$\Sigma 764,11$
 $\Sigma K + 316,73$
 1080,84

$\Sigma 1094,69$
 $\Sigma D - 13,85$
 1080,84



Спасибо за внимание!