

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВО Ульяновский государственный университет  
Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет  
Кафедра лесного хозяйства

**Митрофанова Н.А.**

## **ГЕОДЕЗИЯ**

**учебно-методическое пособие по курсовому  
проектированию для бакалавров  
направления подготовки 35.03.01 Лесное дело**



Ульяновск 2017

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ, И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ .....	4
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	5
4. ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ И ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	5
5. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	19

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа – это комплексное, объемное, учебное и научное исследование, предполагающее творческий подход студента к проработке его содержания и тщательность, грамотность оформления.

Курсовая работа – письменная работа, носящая учебно-творческий и научно-исследовательский характер, соответствующая определенному курсу обучения и выполняемая по той или иной дисциплине.

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 – Лесное дело (уровень бакалавриата). Цель пособия - оказание помощи студентам по выполнению и подготовке курсовой работы к защите. Учебно-методическое пособие определяет порядок выполнения работы, требования по подготовке, написанию и защите курсовой работы по дисциплине «Геодезия».

Написание курсовой работы является результатом процесса обучения и показателем уровня подготовки бакалавра, владеющего не только теоретическими знаниями, но и навыками практической работы в геодезии.

Дисциплина «Геодезия» включена в учебный план подготовки бакалавров направления 35.03.01 - Лесное дело экологического факультета и входит в цикл обязательных дисциплин вариативной части модуля Б1.В.ОД.3.

### **Цель курсовой работы:**

- установление степени готовности будущего бакалавра к самостоятельному, грамотному разрешению производственных ситуаций в области инженерной геодезии.
- провести обработку нивелирования лесовозной дороги и построить ее продольный профиль.

### **Задачи курсовой работы:**

- углубить теоретические знания в области инженерно-геодезических работ при эксплуатации объектов лесного хозяйства, приобретенных на лабораторных занятиях;
- выполнить обработку результатов технического нивелирования лесовозной дороги,
- построить план лесовозной дороги,
- построить продольный профиль лесовозной дороги.

Тема курсовой работы одна – «**Трассирование лесовозной дороги**». Практическая часть выполняется по индивидуальным заданиям, которые зависят от порядкового номера студента в списке.

Подготовка и защита курсовой работы способствует приобретению и закреплению студентами следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ОПК-10 способностью выполнять в полевых условиях измерения, описание границ и привязку на местности объектов лесного и лесопаркового хозяйства, используя геодезические и навигационные приборы и инструменты;

ПК-12 способностью воспринимать научно-техническую информацию, готовностью изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

ПК-15 умением обеспечить организацию работ по эксплуатации машин, механизмов, специализированного оборудования при проведении мероприятий на объектах профессиональной деятельности лесного и лесопаркового хозяйства

## **1 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ, И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЯ**

Выполнение курсовой работы рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и реализуется в пределах времени, отведенного на ее изучение. Курсовая работа выполняется студентами в сроки, определенные рабочим учебным планом по направлению подготовки бакалавров и графиком учебного процесса.

Курсовая работа является авторским трудом. Завершенная работа должна иметь отзыв научного руководителя. По итогам защиты работы руководитель выставляет оценку по шкале:

Критерии и шкалы оценки:

-критерии оценивания – правильное и полное раскрытие вопросов;

-показатель оценивания – глубина и качество обработанных вопросов, оформление реферата;

-шкала оценивания (оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:

**высокий (отлично)** – все вопросы раскрыты правильно и полно, оформление соответствует требованиям руководящих документов (21-30 баллов);

**достаточный (хорошо)** – вопросы раскрыты достаточно полно, оформление соответствует требованиям руководящих документов (от 11 до 20 баллов);

**пороговый (удовлетворительно)** – вопросы раскрыты не полно, оформление соответствует требованиям руководящих документов (от 1 до 10 баллов);

**критический (неудовлетворительно)** – вопросы не раскрыты, оформление не соответствует требованиям руководящих документов (0 баллов).

## **2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Оформление курсовой работы должно быть выполнено в соответствии с «Методическими рекомендациями по оформлению научных работ для бакалавров и магистрантов направления подготовки «Лесное дело» (Н.А.Митрофанова, Л.И. Загидуллина – Ульяновск: УлГУ, 2017)

## **3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа должна быть логичной по своему содержанию, в ней в систематизированной форме должны быть изложены материалы проведенного работы и ее результаты. Структурными элементами курсовой работы являются:

- Титульный лист (Приложение Ж);
- Оглавление (Приложение З) ;
- Введение;
- Теоретическая часть (разделы);
- Практическая часть (разделы)
- Заключение;
- Список использованных источников
- Приложения;

Все структурные элементы работы должны начинаться с новой страницы.

## **4 ПРОЦЕДУРА ЗАЩИТЫ И ОЦЕНКИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

К защите допускаются только курсовые работы, оформленные в строгом соответствии с изложенными выше требованиями. За содержание и оформление курсовой работы, принятые в ней решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает студент - автор курсовой работы.

Подведение итогов подготовки курсовой работы включает следующие этапы:

- сдачу курсовой работы на проверку руководителю;
- доработку курсовой работы с учетом замечаний руководителя;
- сдачу готовой курсовой работы на защиту;
- защиту курсовой работы.

Срок доработки курсовой работы устанавливается руководителем с учетом сущности замечаний и объема необходимой доработки.

Выполненная курсовая работа подписывается студентом (на титульном листе и в конце работы) и представляется на защиту.

Защита курсовой работы проводится публично в присутствии группы и состоит в коротком (8 - 10 минут) докладе студента и ответах на вопросы по существу работы.

При выставлении итоговой оценки руководитель курсовой работы учитывает не только ее содержание, но и степень самостоятельности работы студента, положительные стороны, недостатки и замечания, что отмечается в отзыве.

## **5 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа включает теоретическую часть из 3 вопроса, охватывающих основные моменты при трассировании дорог.

Требования к ответам. Ответ на поставленный вопрос должен быть полным и в тоже время лаконичным. При описании вопроса следует использовать термины и определения. Материал теоретической части не должен превышать 13-15 стр.

Вопросы:

1. Полевые работы при трассировании дорог.
2. Обработка журнала технического нивелирования.
3. Построение продольного профиля дорог.

## **6 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Практическое задание выполняется по вариантам. Варианты заданий приведены в таблице (приложение Д).

Выполнение практического задания проводится по следующему плану:

1. Произвести плановый расчёт лесовозной дороги протяжённостью 1080 м, с двумя углами поворота и одним поперечным профилем.
2. Обработать журнал технического нивелирования лесовозной дороги.
3. Составить и вычертить тушью (гелевой черной ручкой) на листе формата А4 в масштабе 1:5000 план дороги.
4. На миллиметровой бумаге построить и вычертить продольный профиль трассы.
5. Оформить работу.

### **Содержание задания:**

Для проектирования профиля лесовозной дороги по намеченной трассе проложен **ход технического нивелирования** между исходными **реперами 7 и 8**. Нивелирование выполнялось нивелиром 2Н с использованием двусторонних реек РН-3 способом из середины. Расстояние между **пикетами**

100м. На точке трассы ПК2+40 разбит поперечный профиль по 25 м влево и вправо от оси трассы. Схема трассы приведена в пикетажном журнале (приложение А).

Трасса имеет два поворота в точках ВУ1 и ВУ2 (ВУ – вершина угла); направление трассы после ее поворота показано стрелками.

Журнал технического нивелирования приведен в таблице (приложение В. Приведенные в журнале отсчеты по рейкам являются общие для всех вариантов.

В соответствии с вариантом индивидуального задания задаются следующие данные:

- отметки исходных реперов Рп7 и Рп8;
- отсчеты по черной и красной сторонам рейки (станция 9) и задней рейки (станция 10) на ПК 6;
- пикетажное обозначение конца трассы;
- пикетажное обозначение вершин углов поворота трассы ВУ1 и ВУ2, значения углов поворота  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  и радиусы кривых  $R_1$  и  $R_2$ ;
- дирекционный угол начального прямолинейного участка трассы  $\alpha_1$ .

#### **Пояснения к работе:**

**Ходы технического нивелирования** прокладываются между двумя исходными реперами в виде одиночных ходов или в виде системы ходов с одной или несколькими узловыми точками

Нивелирование выполняется в одном направлении. Отсчеты по рейке, установленной на нивелирный башмак, костыль или вбитый в землю кол, производятся по средней нити.

При нивелировании соблюдается следующий порядок работы на станции:

- отсчеты по черной и красной сторонам задней рейки;
- отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки.

Расхождения превышений на станции, определенных по черным и красным сторонам реек, не должны превышать 4 мм

**Репёр** (от фр. *repère* — метка, знак, исходная точка) в геодезии — знак, который закрепляет определённую точку земной поверхности с известной абсолютной высотой. Эта высота определяется посредством нивелирования относительно исходной уровенной поверхности.

**Пикет** (от франц. *piquet* — кол), в геодезии — точка на местности (обозначенная колышком), служащая ориентиром для установки рейки при нивелировании и для закрепления трассы на местности.

При разбивке трассы ведут пикетажный журнал (рис. 1, приложение А), изготавливаемый из миллиметровой бумаги размером 10×15 см. Он является основным полевым документом при построении на продольном профиле трассы её плана и ситуации.

По середине страницы пикетажного журнала проводят прямую, изображающую ось трассы, на ней в масштабе 1:2000 штрихами отмечают

**положение пикетов и плюсовых точек**, подписывая рядом с ними их значения. Каждую новую страницу начинают с пикета, которым закончена предыдущая. В местах поворота трассы от оси **стрелкой** указывают направление поворота и вблизи на свободном месте в столбик записывают **величину угла поворота и элементы кривой**. Ситуацию в журнале зарисовывают схематично, указывая расстояния от оси трассы до предметов и габариты строений.

#### **Последовательность выполнения задания:**

1. Обработка полевого журнала нивелирования трассы.
2. Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках.
3. Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана дороги.
4. Построение продольного профиля лесовозной дороги.

Ход работы

#### **1. Обработка полевого журнала нивелирования трассы.**

В таблице 1 (приложение Б) приведен пример обработки журнала технического нивелирования в виде 4 страниц. Аналогично каждым студентом должен быть обработан полевой журнал в соответствии с индивидуальным заданием (приложении Д).

Обработка журналов включает в себя определение превышений между связующими точками, постраничный контроль вычислений, увязку превышений, вычисление отметок высот связующих и промежуточных точек.

Перед началом вычислений в полевой журнал выписывают недостающие данные в соответствии с номером варианта задания: отметки исходных реперов Pn7 и Pn8, отсчеты по рейкам на станциях 9 и 10 и пикетажное обозначение конца трассы.

**Отметки опорных реперов** в начале и в конце хода выписываются в соответствии с вариантом в последнюю графу журнала (графа 11) напротив названия реперов Pn7 и Pn8.

Порядок обработки полевого журнала нивелирования рассмотрен на конкретном примере (см. таблицу 1)

Обработка журнала выполняется в следующей последовательности.

1. На всех станциях, то есть для всех постановок нивелира вычисляют превышения между связующими точками. **Связующие точки** - пикеты, закрепляемые на местности через 100 м, а также X-точки, являющиеся переходными на крутых участках.

При вычислении превышений используют отсчеты по черным ( $a_{ч}$   $b_{ч}$ ) и красным ( $a_{кр}$   $b_{кр}$ ) сторонам задней и передней реек:

$$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}; \quad h_{кр} = a_{кр} - b_{кр}$$

Вычисленные превышения записывают в графу 6 с округлением до **четного**



целого числа. Если разность между превышением, полученным по черной стороне ( $h_{ч}$ ), и превышением, полученным по красной стороне ( $h_{кр}$ ), не превышает 5 мм, вычисляют среднее превышение в графу 7:

$$h_{cp} = (h_{ч} + h_{кр}) / 2$$

Превышения вычисляют после контроля по «пятке» рейки на каждой станции. **«Пятка» рейки** - это отсчет по красной стороне рейки в ее основании. Для вычисления «пятки» рейки из отсчета по красной стороне рейки вычитают отсчет по черной стороне. Эти разности, полученные для задней и передней точек, не должны отличаться более чем на 4 мм. Вычисленная «пятка» записывается под отсчетом по красной стороне.

2. Выполняется **постраничный контроль** - контрольные вычисления на каждой странице журнала.

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{cp}$$

Расхождения в 1-2 мм могут возникать за счет округления средних значений превышений до целого числа мм.

3. Вычисляют высотную невязку хода. Расчет невязки приводится в конце последней страницы журнала нивелирования:

$$f_n = \sum h_{cp} - (H_{кон} - H_{нач})$$

где  $H_{кон} = H_{ПК8}$ ,  $H_{нач} = H_{ПК7}$  - отметки соответственно конечной и начальной точек хода.

Вычисленная фактическая невязка сравнивается с **допустимой невязкой** в превышениях, которую она не должна превышать. Для технического нивелирования, которое применяется при нивелировании лесовозной дороги, рекомендуется формула:

$$f_{h \text{ доп}} = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L}$$

где  $L$  - длина всего нивелирного хода в км.

В примере:

$$f_h = -5110 - (126099 - 131182) = -29 \text{ мм.}$$

$$f_{h \text{ доп}} = 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{1,08} = 52 \text{ мм}$$

Поскольку  $f_h < f_{h \text{ доп}}$  (29 мм < 52 мм), то фактическую невязку с обратным знаком поровну распределяют на все превышения хода. Поправка в каждое превышение:

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n} = -\frac{-29 \text{ мм}}{15} = +2 \text{ мм}$$

где  $n$  - число станций на ходе ((количество постановок нивелира) ( в задании 15 станций).

Если фактическая невязка больше допустимой, то необходимо проверить правильность вычислений.

При распределении поправок (графа 8) их следует округлять до мм.

4. По исправленным превышениям вычисляют отметки связующих точек (см.табл.1)

$$H_{ПК0} = H_{Pn7} + h_{i \text{ испр}};$$

$$H_{ПК1} = H_{Pn0} + h_{2 \text{ испр}};$$

$$H_{Pn8} = H_{ПК10+35} + h_{15 \text{ испр}};$$

$$H_{ПК0} = 13182 + (-2,431) = 128751 \text{ мм}$$

$$H_{ПК1} = 128751 + (+705) = 129456 \text{ мм}$$

$$H_{Pn8} = 125572 + (+528) = 126101 \text{ мм}$$

Контролем правильности вычислений отметок связующих точек является получение известной отметки конечной точки хода  $H_{Pn8} = 126101$  мм

5. Вычисление отметки промежуточных точек ходе через горизонт прибора (ГП). Для этого на станции вычисляют ГП относительно задней и передней связующих точек и из двух его значений определяют среднее.

Например, для станции 12 имеем:

$$ГП'_{12} = H_{ПК8} + a_{12}$$

$$ГП''_{12} = H_{ПК9} + b_{12}$$

$$ГП_{12} = (ГП'_{12} + ГП''_{12}) / 2$$

$$ГП'_{12} = 122499 + 1891 = 124390 \text{ мм}$$

$$ГП''_{12} = 123960 + 432 = 124392 \text{ мм}$$

$$ГП_{12} = (124390 + 124392) / 2 = 124391 \text{ мм}$$

$$H_{ПК8+50} = ГП_{12} - c_{12} = 124391 - 2510 = 121881 \text{ мм}$$

где  $c_{12}$  - отсчет по черной стороне рейки, установленной на промежуточной точке ПК8+50.

Отметки других промежуточных точек, включая точки поперечного профиля (станция 5), вычисляют аналогично.

## 2. Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках.

Элементами кривой являются угол поворота трассы -  $\varphi$ , радиус кривой -  $R$ , тангенс -  $T$ , длина кривой -  $K$ , биссектриса -  $B$ , домер -  $D$ .

Формулы для вычисления элементов круговых кривых:

$$T = R \cdot tg \frac{\varphi}{2}$$

$$K = \frac{\varphi}{180} \cdot \pi R$$

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\varphi}{2}} - R$$

$$Д = 2T - К$$

Пикетажные наименования главных точек круговых кривых вычисляются по формулам:

- начало кривой: НК = ВУ - Т;
- середина кривой: СК = НК + К/2;
- конец кривой: КК = НК + К;
- контроль правильности вычислений: КК = ВУ +Т - Д.

Под пикетажным наименованием понимается такая запись расстояния от начала трассы (ПК0), при которой количество сотен метров отделено знаком + от количества десятков метров. В данной записи знак + **не означает**, что записанные числа необходимо складывать.

Например, запись ВУ1 = ПК2 + 50 - что точка ВУ1 находится на расстоянии 250 м от начала трассы. При вычислении пикетажных наименований разряды вычитаемых или складываемых чисел сохраняются.

С учетом заданных исходных значений в разбираемом примере работа выполняется в следующем порядке.

**Кривая 1: ВУ=ПК2+50, φ = 38°45', R=250м**

Вычисляют элементы кривой:

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

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

$$Б = \frac{R}{\cos \frac{\varphi}{2}} - R = \frac{250}{\cos \frac{38,75^\circ}{2}} - 250 = 15,01\text{м}$$

$$Д = 2T - К = 2 \cdot 87,92 - 169,08 = 6,76\text{м}$$

2.Производят расчет пикетажного обозначения главных точек кривой (рис.2, а)

ВУ... ПК2+50	НК..... ПК1+62,08	НК.....ПК1+62,08
-	+	+
Т .....87,92	К.....1+69,08	0,5К .....84,54
НК..... ПК1+62,08	КК..... ПК3+31,16	СК.....ПК2 + 46,62

**Кривая 2: ВУ=ПК7+02,0, φ = 42°18', R=200м**

Вычисляют элементы кривой:

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

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

$$Б = \frac{R}{\cos \frac{\varphi}{2}} - R = \frac{200}{\cos \frac{42,3^\circ}{2}} - 200 = 14,44\text{м}$$

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

Производят расчет пикетажного обозначения главных точек кривой (рис.2,б)

ВУ... ПК7+02,0	НК..... ПК6+24,62	НК.....ПК6+24,62
-	+	+
T .....77,37	K.....1+47,65	0,5K .....73,82
<hr/>	<hr/>	<hr/>
<b>НК..... ПК6+24,63</b>	<b>КК..... ПК7+72,28</b>	<b>СК.....ПК6 + 98,45</b>

По расчетным данным строят планы кривых (рис.2) в масштабе 1:2000, на которых показывают элементы кривых и пикетажное обозначение их главных точек.

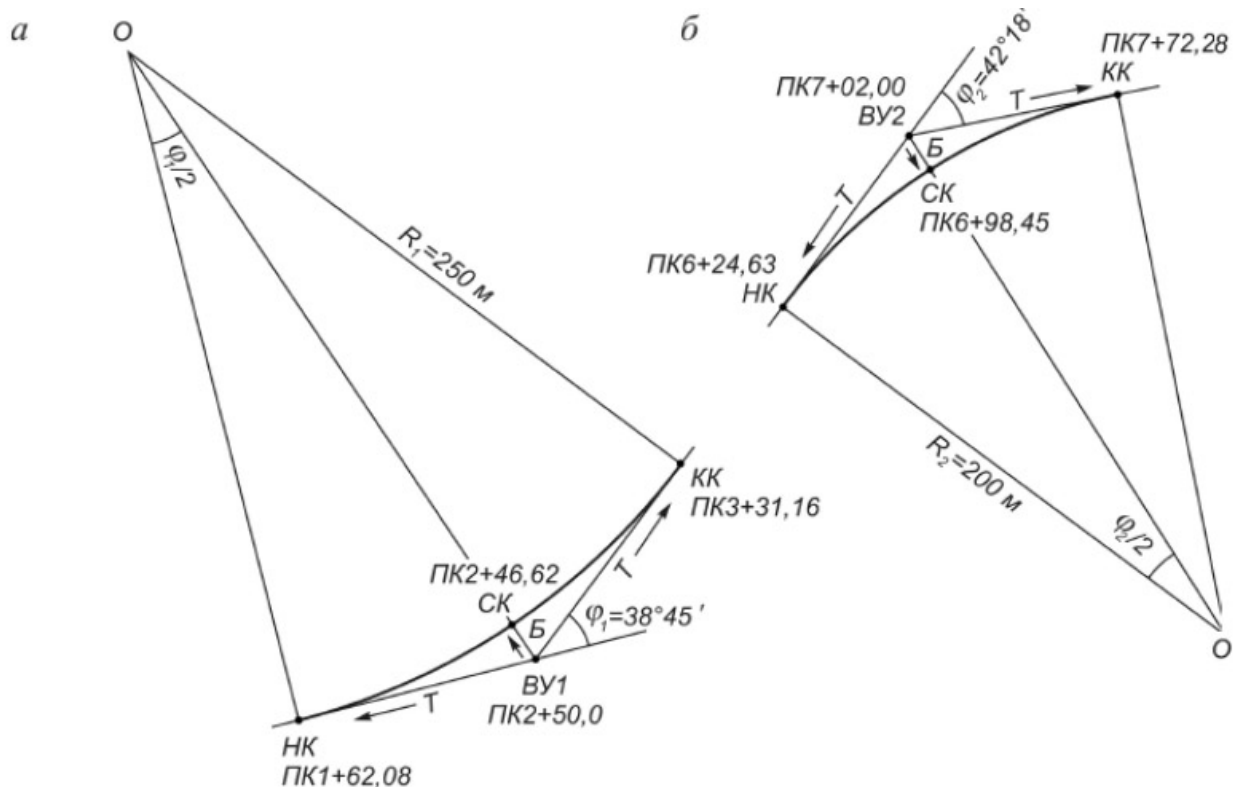


Рисунок 2 – Разбивка кривых в главных точках

### **3. Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана дороги.**

Расчет ведут в ведомости прямых и кривых (табл.2), в которую записывают основные точки трассы и их пикетажное обозначения, направления и углы поворотов трассы в точках ВУ1 и ВУ2 и рассчитанные ранее элементы кривых.

Трассы включает 3 прямолинейных участка:

- 1 – от начала трассы НТ (ПК0) до точки НК1 (ПК1+62,08)
- 2 - от КК1 (ПК3+31,16) до точки НК2 (ПК6+24,63)
- 3 – от КК2 (ПК7+72,28) до конца трассы КТ (ПК10+80,84)

Тогда длины прямолинейных участков определяют как разность пикетажных обозначений последующей и предыдущей точек участка (столбец 10 , табл.2)

$$L_1 = \text{НК1} - \text{НТ} = (\text{ПК1} + 62,08) - \text{ПК0} = 162,08 \text{ м}$$

$$L_2 = \text{НК2} - \text{КК1} = (\text{ПК6} + 24,63) - (\text{ПК3} + 31,16) = 293,47 \text{ м}$$

$$L_3 = \text{КТ} - \text{КК2} = (\text{ПК10} + 80,84) - (\text{ПК7} + 72,28) = 308,56 \text{ м}$$

Таблица 2 – Ведомость прямых и кривых

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

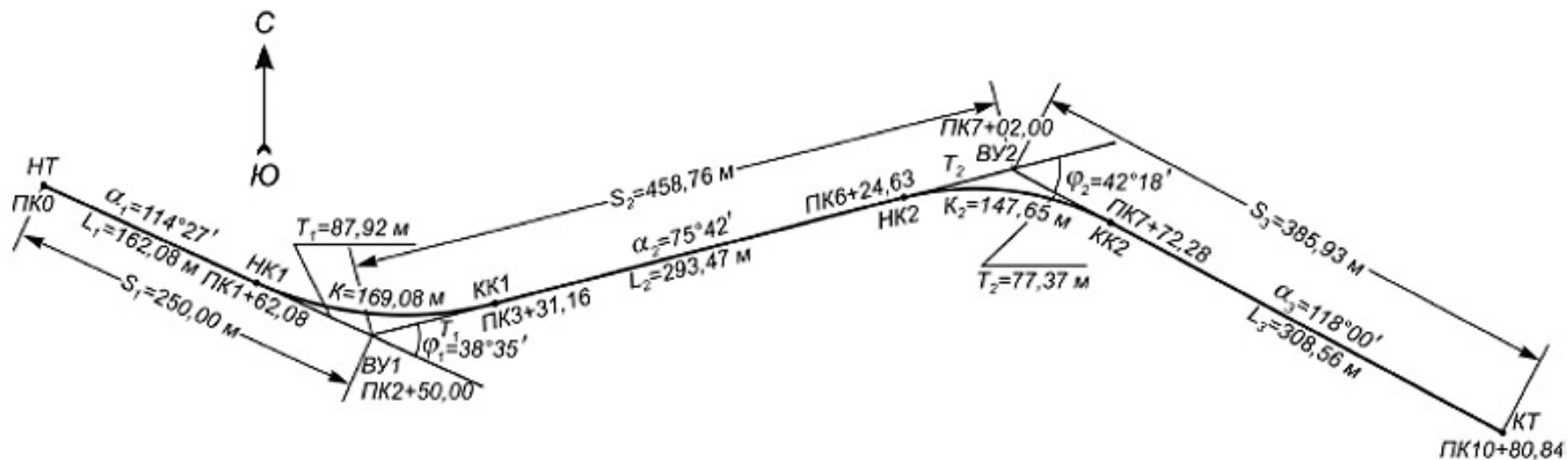


Рисунок 2 – Схема расположения прямых и кривых

Расстояния между вершинами углов поворота дороги определяют так:

(столбец 11 таблицы 2)

$$S_1 = BU1 - HT = (ПК2 + 50,00) - ПК0 = 250,00 \text{ м}$$

$$S_2 = T_1 + L_2 + T_2 = 87,92 + 293,47 + 77,37 = 458,76 \text{ м}$$

$$S_3 = T_2 + L_3 = 77,37 + 308,56 = 385,93$$

Контроль:

$$\sum_{i=1}^3 L_i + \sum_{i=1}^2 K_i = \sum_{i=1}^3 S - \sum_{i=1}^2 D = L$$

где  $L$  – общая длина дороги (1080,84 м)

Согласно заданию, дирекционный угол первого прямолинейного участка известен ( $\alpha = 114^\circ 27'$ ). Тогда дирекционные углы последующих прямолинейных участков определяют через углы поворота дороги:

$$\alpha_2 = \alpha_1 - \varphi_1 = 114^\circ 27' - 38^\circ 45' = 75^\circ 42'$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 + \varphi_2 = 75^\circ 42' + 42^\circ 18' = 118^\circ 00'$$

Контроль:  $\alpha_3 - \alpha_1 = \varphi_2 - \varphi_1$

$$118^\circ 00' - 114^\circ 27' = 3^\circ 33'$$

$$42^\circ 18' - 38^\circ 45' = 3^\circ 33'$$

Полученные значения дирекционных углов и румбов прямолинейных участков дороги заносят в столбцы 12 и 13 таблицы 2.

План лесовозной дороги составляют в масштабе 1:5000 (рис.2.) на основе данных пикетажного журнала и ведомости прямых и кривых.

#### 4. Построение продольного профиля лесовозной дороги

Исходными материалами для профиля дороги являются журнал технического нивелирования и пикетажный журнал.

Построение продольного профиля выполняют на листе миллиметровой бумаги в горизонтальном масштабе 1:5000. Для наглядности вертикальный масштаб принимается в 10 раз крупнее горизонтального, т.е. 1:500.

Построение продольного профиля выполняют следующей последовательности:

1. В нижней части листа вычерчивают сетку (разграфку) профиля – систему горизонтальных граф (рис.), назначение которых определяется подписями.

Верхняя линия сетки является линией условного горизонта УГ. Отметка УГ д.б. кратной 10 м и выбирается с таким расчетом, чтобы линия профиля находилась выше линии УГ на 4-6 см. В курсовой работе УГ = 100 м.

2. В графу «фактические отметки» выписывают из журнала нивелирования отметки точек дороги.

На линию условного горизонта переносят положение пикетов и плюсовых точек. В каждой из полученных точек восстанавливают перпендикуляры и на них в вертикальном масштабе откладывают профильные отметки, определяемые как разности абсолютных отметок точек и условного горизонта, т.е.:

$$H_{проф} = H_{абс} - УГ$$

Соединив концы перпендикуляров прямыми линиями, получают фактический профиль трассы.

3. Строят проектный профиль трассы. Проектную линию выбирают с учетом минимума земляных работ по выемке и насыпке грунта. При этом проектный уклон каждого участка дороги не должен превышать заданной величины ( $i_{пр} \leq 0,030$ ). На рис. в приложение Е проектная линия показана пунктиром.

Рассчитывают проектный уклон каждого участка трассы по формуле:

$$i = \frac{h}{d} = \frac{H_k^{пр} - H_o^{пр}}{d}$$

где  $h = H_k^{пр} - H_o^{пр}$  – превышение концов проектной линии;

$d$  - горизонтальная длина этой линии;

$H_k^{пр}; H_o^{пр}$  – проектные отметки конца и начала проектной линии, которые снимаются графически с профиля.

В рассматриваемом в работе примере проектный уклон участка местности дороги между пикетами ПК0 и ПК4:

$$i_{1пр} = \frac{123,00 - 127,90}{400} = \frac{-4,90}{400} = -0,01225$$

Принимаем  $i_{1пр} = 0,012$ .

4. Вычисляют проектные отметки точек дороги по формуле:

$$H_n^{пр} = H_o^{пр} + i_{пр} \cdot d_n$$

где  $H_o^{пр}$  – проектная отметка начальной точки участка трассы;

$i_{пр}$  - проектный уклон линии на данном участке;

$d_n$  - горизонтальное расстояние от начальной до n-ой точки участка дороги.

Например:

$$H_{ПК1}^{пр} = 127,90 + (-0,012) \cdot 100 = 126,70\text{м}$$

$$H_{ПК2}^{пр} = 127,90 + (-0,012) \cdot 200 = 125,50\text{м}$$

$$H_{ПК2+40}^{пр} = 127,90 + (-0,012) \cdot 240 = 125,02\text{м и т.д.}$$



5. Вычисляют рабочие отметки точек трассы как разность проектной и фактической отметок соответствующей точки, т.е.

$$h_i^{\text{раб}} = H_i^{\text{пр}} - H_i$$

Например:

$$h_{\text{ПК0}}^{\text{раб}} = 127,90 - 128,75 = -0,85\text{м}$$

$$h_{\text{ПК1}}^{\text{раб}} = 126,70 - 129,46 = -2,76\text{м}$$

$$h_{\text{ПК2}}^{\text{раб}} = 125,50 - 123,81 = +1,69\text{м и т.д.}$$

Рабочие отметки показывают высоту насыпи (+) или выемки (-) грунта в данной точке. Их значения выписывают красной тушью (красной ручкой) под проектной линией, если грунт необходимо срезать, или над проектной линией, если грунт следует насыпать.

- б. Определяют отметки нулевых работ, т.е. точек пересечения профиля с проектной линией. В этих точках не требуется производить земляных работ, т.к. рабочие отметки равны 0.

Сначала определяют расстояния до точек нулевых работ от ближайшей точки пикетажа с точностью до 0,1м по формуле:

$$x = \frac{h_1^{\text{раб}}}{h_1^{\text{раб}} + h_2^{\text{раб}}} \cdot d_1$$

где  $h_1^{\text{раб}}$ ,  $h_2^{\text{раб}}$  - рабочие отметки точек пикетажа, между которыми располагается искомая точка нулевых работ;

$d$  – горизонтальное расстояние между точками.

Тогда отметка точки нулевых работ определится по формуле:

$$H_{\text{НР}} = H_{\text{нач}}^{\text{пр}} + i_{\text{пр}} \cdot x$$

где  $H_{\text{нач}}^{\text{пр}}$  - проектная отметка начальной точки пикетажа, предшествующей точке нулевых работ.

В рассматриваемом примере в работе для первой точки нулевых работ, расположенной между пикетами ПК1 и ПК2 получим:

$$x = \frac{2,76}{2,76 + 1,69} \cdot 100 = 62\text{м}$$

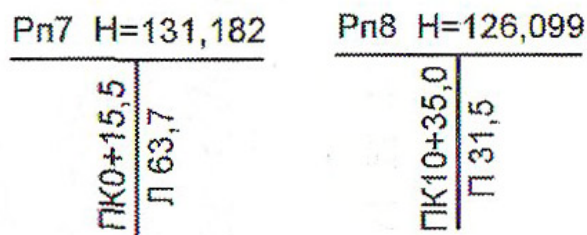
$$H_{\text{ПК1+62}} = H_{\text{ПК1}}^{\text{пр}} + (-0,012) \cdot 62 = 126,7 + (-0,012) \cdot 62 = 125,96\text{м}$$

7. Графа «грунты» заполняется по данным геологических исследований и берется из пикетажного журнала. В рассматриваемом примере:

- ПК-0 – ВУ2 + 50 – пески;
- ВУ2 + 50 - ПК+80 – сенокос и т.д.

8. Над полученным профилем, согласно привязке к пикетажу дороги, приводится информация о местоположении реперов №7 и №8. Для этого, отступив от линии профиля вверх 1 см, проводят вертикальную линию. Слева вдоль линии пишется пикетажное расположение репера, справа – расположение относительно дороги, вправо или влево от трассы и на каком расстоянии. Информация о расположении реперов берется из пикетажной книжки. На горизонтальной линии записывается номер репера и его отметка.

Для рассматриваемого в методических указаниях варианта информация о реперах будет выглядеть следующим образом:



Все подписи и построения выполняют тушью.

**Красной тушью оформляют:**

- проектную линию;
- рабочие отметки (кроме нулевых),
- оси дороги и кривые;
- все цифры и линии в графах уклонов и проектных отметок.

**Синей тушью показывают:**

- перпендикуляры из точек нулевых работ на линию условного горизонта;
- отметки точек нулевых работ и расстояния до точек нулевых работ от ближайших точек пикетажа;

Все остальные линии, подписи и цифры выполняют **черной тушью.**

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

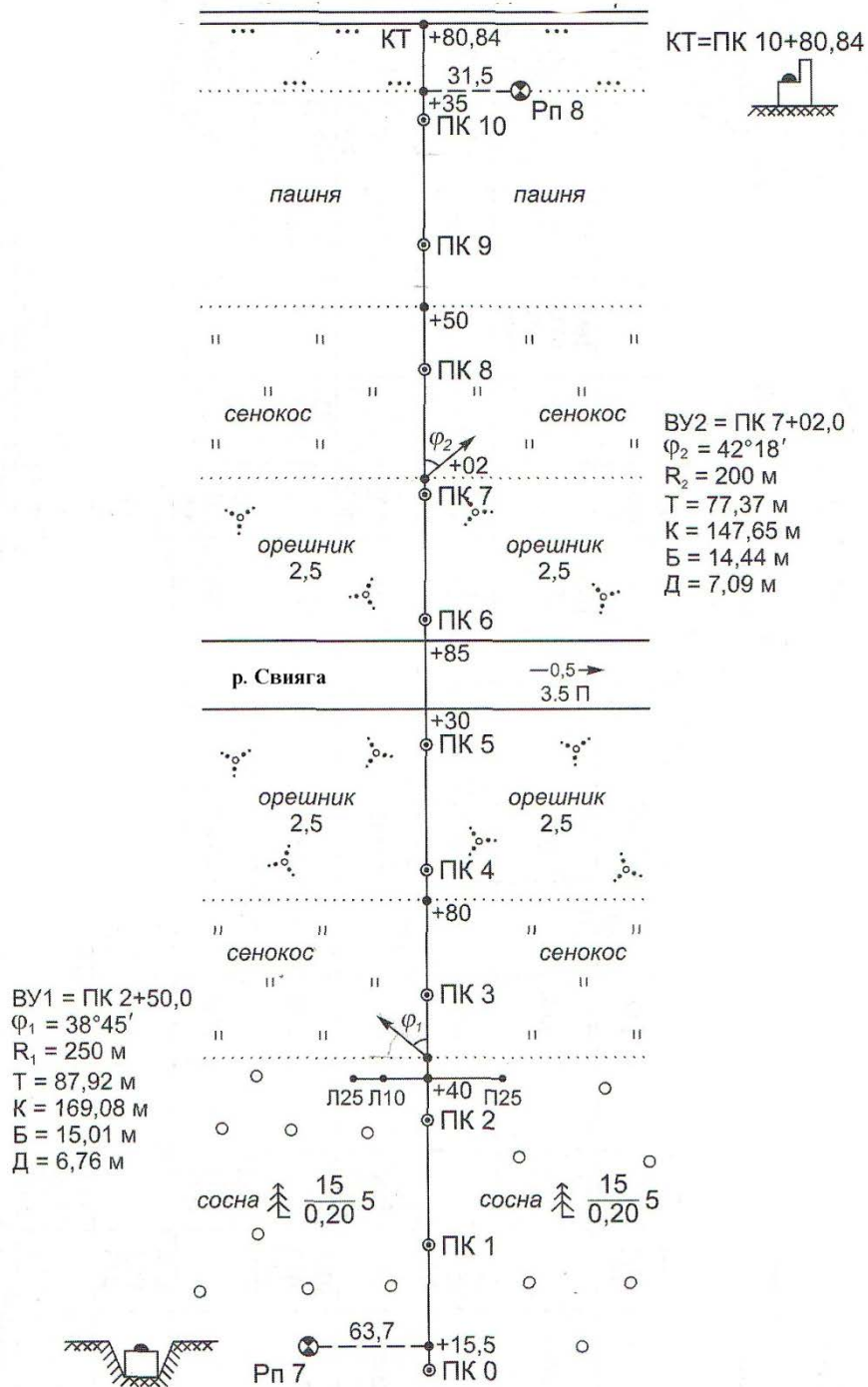


Рисунок 1 – Пикетажный журнал (для примера, объясняемого при выполнении курсовой работы)

# ПИКЕТАЖНЫЙ ЖУРНАЛ

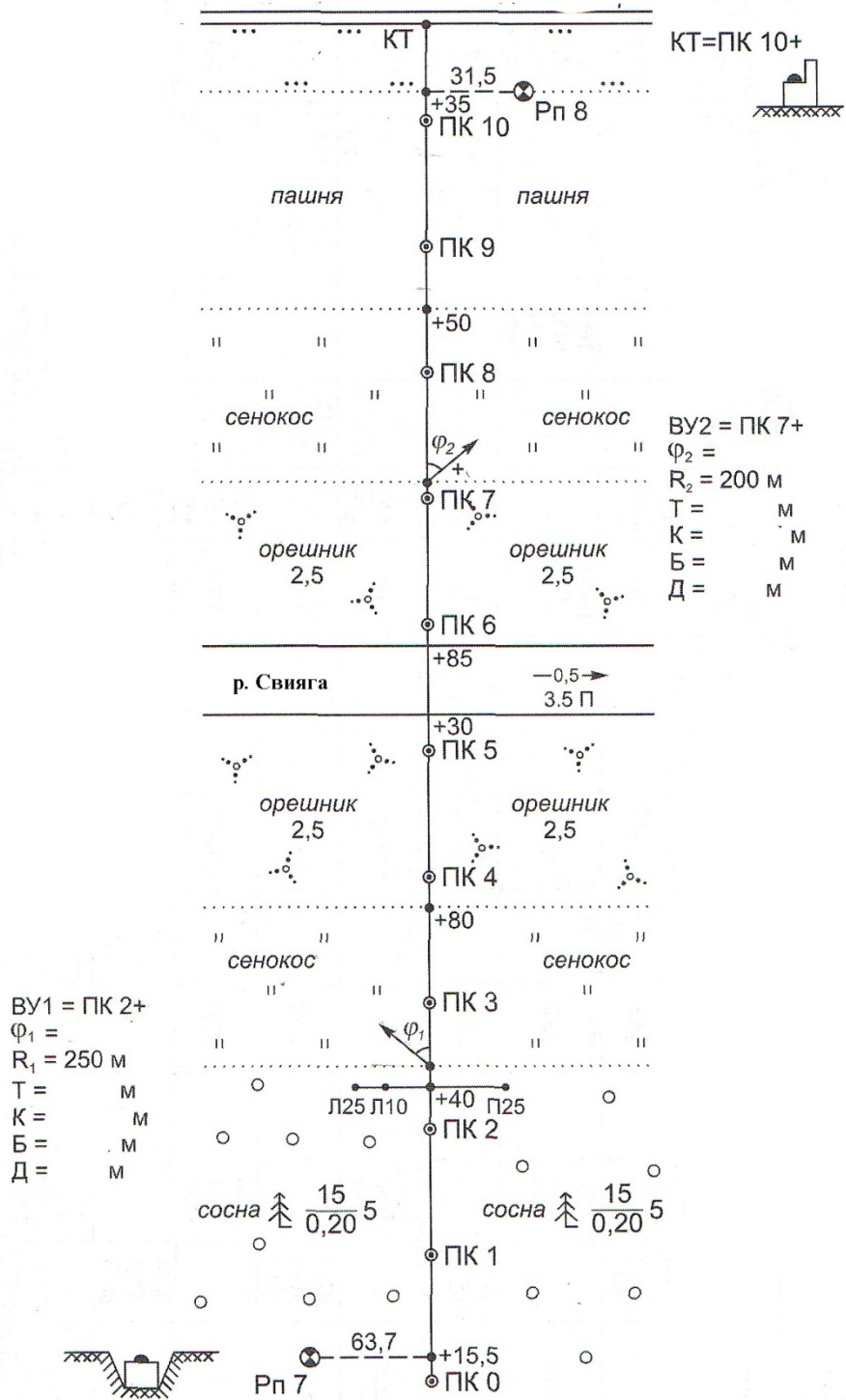


Рисунок 2 – Пикетажный журнал (по вариантам курсовой работы)



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 2 – Журнал технического нивелирования

№ ст.	Название и № точки	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм	Средние превышения, мм	Поправки, мм	Исправленные превышения, мм	Горизонт прибора, м	Отметки, м
		задний a	передний b	промеж.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	РП 7	0346								
		5033								
	ПК0		2778							
			7467							
2	ПК0	1861								
		6550								
	ПК1		1159							
			5846							
3	ПК1	0219								
		4906								
	Х1		2986							
			7673							
4	Х1	0074								
		4762								
	ПК2		2958							
			7645							
Постраничный контроль		$\Sigma a$	$\Sigma b$		$\Sigma h$	$\Sigma h_{cp}$				

Продолжение таблицы 2

№ ст.	Название и № точки	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм	Средние превышения, мм	Поправки, мм	Исправленные превышения, мм	Горизонт прибора, м	Отметки, м
		задний a	передний b	промеж.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	ПК2	0348								
		5035								
	ПК2+40			1666						
	П.25			0135						
	Л.10			2690						
	Л.25			0870						
6	ПК3		1135							
			5820							
	ПК4		0732							
			5419							
7	ПК4	0728								
		5413								
	Х2		2859							
			7546							
Постраничный контроль		$\Sigma a$	$\Sigma b$		$\Sigma h$	$\Sigma h_{cp}$				

Продолжение таблицы 2

№ ст.	Название и № точки	Отсчеты по рейке, мм			Превыше- ния, мм	Средние превышения, мм	Поправки, мм	Исправленные превышения, мм	Горизонт прибора, м	Отметки, м
		задний a	передний b	промеж.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	X2	0050								
		4735								
	ПК5		1090							
			5776							
9	ПК5	1501								
		6188								
	ПК5+30	Урез воды		2877						
	ПК5+85	Урез воды		2881						
10	ПК6									
	ПК7		0247							
			4932							
11	ПК7	2734								
		7421								
	ПК8		1927							
			6612							
Постраничный контроль		$\Sigma a$	$\Sigma b$		$\Sigma h$	$\Sigma h_{cp}$				



Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	ПК8	1891								
		6576								
	ПК9			2510						
			0432							
			5117							
13	ПК9	2330								
		7016								
	ПК10		1619							
			6303							
14	ПК10	1591								
		6278								
	ПК11		0695							
			5382							
15	ПК10+35	1317								
		6001								
	КТ ПК10+80,84			2601						
	Рп 8		0790							
			5476							
Постраничный контроль		$\Sigma a$	$\Sigma b$		$\Sigma h$	$\Sigma h_{cp}$				
Расчет невязки										



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**  
**Исходные данные к курсовой работе**  
**Обработка результатов нивелирования лесовозной дороги**

Вариант	Отметки исходных реперов, м		Отсчеты по рейкам, мм				Пикетажные обозначения точек трассы			Углы поворота трассы		Дирекционный угол $\alpha_1$
	Н <sub>РП7</sub>	Н <sub>РП8</sub>	Ст.9 b <sub>ч</sub>	Ст.9 b <sub>кр</sub>	Ст.10 a <sub>ч</sub>	Ст.10 a <sub>кр</sub>	КТ= ПК10+...	ВУ1= ПК2+...	ВУ2= ПК7+...	$\varphi_1$	$\varphi_2$	
1	84,193	79,113	0957	5642	2136	6821	54,30	27,69	76,87	39°42'	44°58'	125°33'
2	74,024	68,945	1378	6063	2557	7242	85,92	35,61	28,11	38°31'	41°44'	108°43'
3	45,055	39,975	1079	5764	2258	6943	66,63	20,22	76,00	33°36'	43°53'	109°34'
4	107,502	102,422	1279	5964	2458	7143	89,09	25,20	15,80	38°52'	41°42'	106°55'
5	83,096	78,016	1150	5835	2329	7014	63,97	36,79	79,40	32°58'	42°36'	106°35'
6	55,399	50,319	1236	5921	2415	7100	75,98	7,24	66,78	36°42'	43°47'	115°34'
7	67,683	62,603	1004	5689	2183	6868	61,94	37,84	41,66	35°58'	47°52'	96°54'
8	63,305	58,226	1119	5804	2298	6983	75,97	18,95	56,71	37°43'	45°54'	127°56'
9	33,051	27,970	1112	5797	2291	6976	82,69	18,21	21,86	32°42'	41°53'	118°54'
10	114,625	109,554	1169	5854	2348	7033	94,99	31,23	72,41	35°49'	45°43'	111°42'
11	42,686	37,615	1170	5855	2349	7034	74,97	32,41	42,82	31°57'	45°43'	123°44'
12	84,867	79,796	1506	6191	2685	7370	90,04	16,43	29,92	35°38'	44°56'	122°54'
13	128,979	123,898	1461	6146	2640	7325	88,51	32,88	5,42	38°38'	41°35'	95°35'
14	74,291	69,212	1497	6182	2676	7361	93,17	24,20	20,68	39°46'	41°34'	91°42'
15	134,452	129,381	1467	6152	2646	7331	63,87	39,56	17,96	32°54'	49°51'	124°35'
16	94,554	89,483	1371	6056	2550	7235	92,43	3,95	54,84	32°41'	45°36'	114°31'
17	63,305	58,226	1119	5804	2298	6983	75,97	18,95	56,71	37°43'	45°54'	127°56'
18	83,096	78,016	1150	5835	2329	7014	63,97	36,79	79,40	32°58'	42°36'	106°35'
19	45,055	39,975	1079	5764	2258	6943	66,63	20,22	76,00	33°36'	43°53'	109°34'
20	107,202	102,131	1243	5928	2422	7107	89,49	14,46	59,84	39°32'	45°50'	125°52'

# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

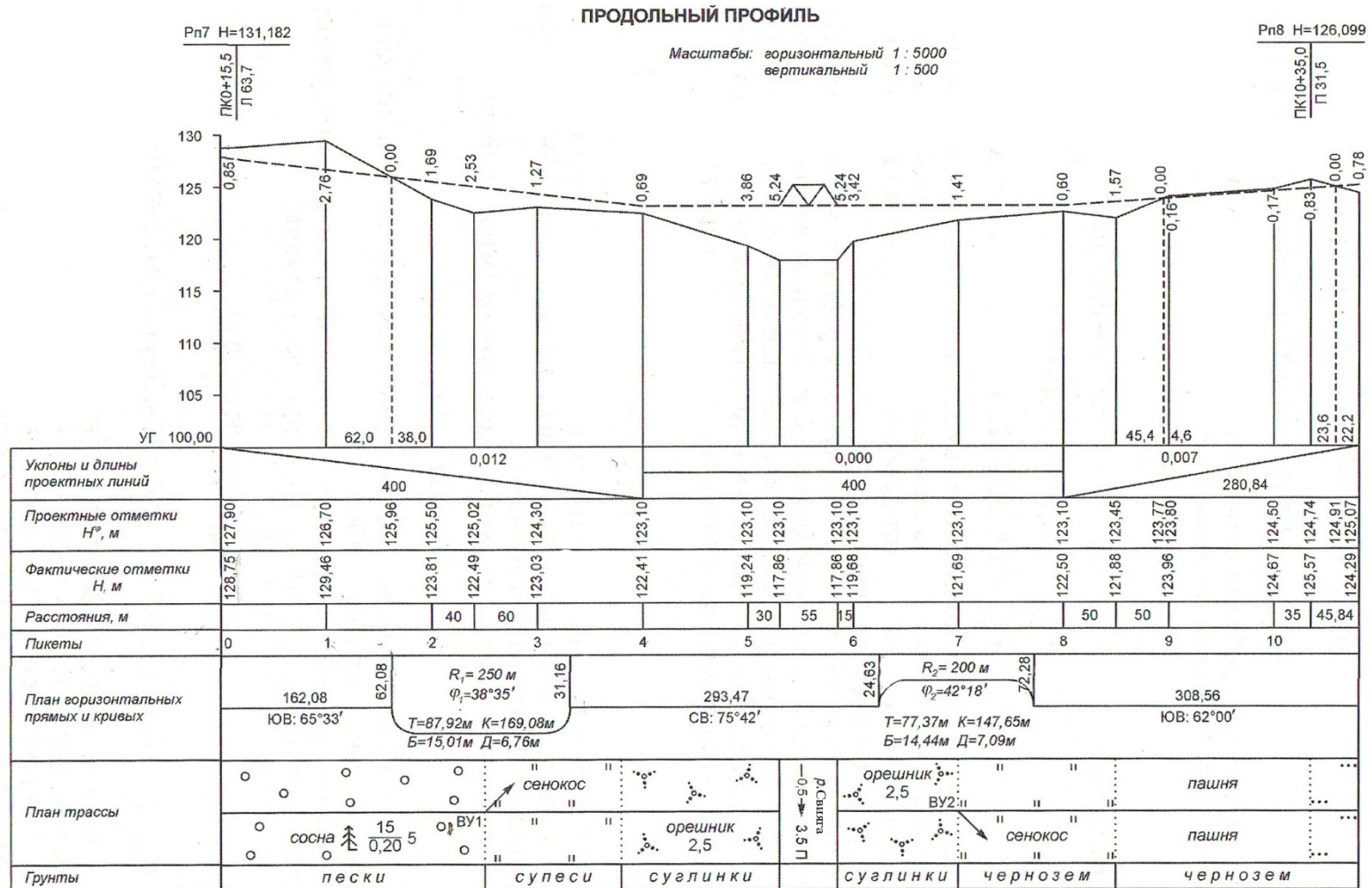


Рисунок – Продольный профиль лесовозной дороги (для примера, объясняемого при выполнении курсовой работы)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет  
Кафедра лесного хозяйства

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине:  
«Геодезия»  
на тему:

#### **«ТРАССИРОВАНИЕ ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ»**

Студент (ка),  
Иванова Г.С.  
1 курс, направление подготовки  
35.03.01 Лесное дело  
(уровень бакалавриата)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
(оценка)

Научный руководитель,  
к.б.н., доцент Митрофанова Н.А.

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Ульяновск, 2017

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	2
1.1 Полевые работы при трассировании дорог .....	5
1.2. Обработка журнала технического нивелирования.....	8
1.3 Построение продольного профиля дорог .....	13
2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	13
2.1 Журнал технического нивелирования лесовозной дороги.....	13
2.2 Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках...	18
2.3 Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана дороги: .....	20
2.4 Построение продольного профиля лесовозной дороги: .....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	25
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	26
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	27