

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
«ТЮМЕНСКИЙ КОЛЛЕДЖ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ
РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРУГОВОЙ КРИВОЙ И
ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ**

**МДК.01.01 ГЕОДЕЗИЯ
ПМ.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ**

для обучающихся по специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация
автомобильных дорог и аэродромов

Тюмень, 2023

УДК 528.01/06
ББК 26.1
К 66

Корюкин Д. Ф. Расчет основных элементов круговой кривой и построение плана трассы Методические указания для выполнения практической работы/ ГАПОУ ТО «ТКПСТ». – Тюмень, 2023 – 25 с.

Рецензенты: Волков В.В., преподаватель ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий»;
Внешний рецензент: Басов С.В., директор ООО «ИСК».

В методических указаниях описана последовательность выполнения практической работы. Приведены формулы, необходимые для расчета элементов круговой кривой и пикетажных значений главных точек круговой кривой. Приведена форма ведомости прямых и кривых и описана последовательность её составления, приводятся примеры расчетов, схемы трассы линейного сооружения и отдельных её элементов.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании ПЦК «Техника и технология строительства и наземного транспорта», протокол № 1 от «31» августа 2022 года

Печатается по рекомендации Методического совета ГАПОУ ТО «ТКПСТ», протокол № 3 от 12 декабря 2022 года.

УДК 528.01/06
ББК 26.1
©Д.Ф. Корюкин, 2023
©ГАПОУ ТО «ТКПСТ», 2023

Содержание

Введение	4
1. Рекомендации по организации практической работы	5
2. Рекомендации по оформлению практической работы	5
3. Критерии оценивания практической работы	6
4. Порядок выполнения практической работы	6
4.1. Пикетажный журнал	7
4.2. Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках	8
4.3. Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана трассы	10
4.4 Контрольные вопросы	14
Варианты практической работы	15
Заключение	17
Список источников	18
Приложение А. Образец титульного листа	19
Приложение Б. Образец содержания	20
Приложение В. Основные надписи и рамки со штампом	21
Приложение Г. Пример оформления графической части	24
Приложение Д. Ведомость прямых и кривых	25

Введение

Настоящие методические указания предназначены для организации и выполнения практической работы по камеральной обработке результатов тахеометрической съемке.

Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение обучающимися по заданию и под руководством преподавателя практической работы.

Выполнение обучающимися практических работ направлено на формирование способности обучающегося не только применять на практике полученные знания, но и выбирать рациональные пути решения профессиональных задач.

Практическая работа по теме «Расчет основных элементов кривой и построение плана трассы» предусмотрена рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 Проектирование конструктивных элементов автомобильных дорог и аэродромов и включена в раздел Камеральное трассирование МДК 01.01 Геодезия.

Цель выполнения практической работы – научиться выполнять камеральные работы, связанные с изысканиями, разбивкой пикетажа, расчетом основных элементов кривой, построением кривых в главных точках и плана трассы.

В результате выполнения этого задания у студента сформируется умение по выполнению необходимого комплекса полевых и камеральных геодезических работ, связанных с изысканиями линейных сооружений.

1. Рекомендации по организации практической работы

На выполнение практической работы рабочей программой профессионального модуля предусмотрено 6 часов.

Практическую работу следует выполнять в таблицах с использованием ПК в соответствии с указанным вариантом.

Номер варианта задания определяется преподавателем согласно списку учебного журнала группы.

Результат выполненной работы необходимо оформить в виде отчета и представить преподавателю.

2. Рекомендации по оформлению практической работы

Данная работа выполняется с использованием ПК и распечатывается на одной стороне листа белой бумаги формата А4.

Шрифт – «Times New Roman» БЕЗ «КУРСИВА», БЕЗ «ПОЛУЖИРНОГО»:

- для заголовков разделов (1, 2...) и подразделов (1.1, 1.2, 2.2...) – размер шрифта 18;

- для названия таблиц, рисунков – размер шрифта 16;

- для остального текста – размер шрифта 14.

Поля документа:

- слева – 30 мм;

- справа – 15 мм;

- сверху и снизу – 20 мм.

Интервалы:

- межстрочный – 1,15 (1,5);

- перед и после абзаца – НЕТ!

Текст разбивается на абзацы, которые начинаются с отступа - «красной строки» - равного 15 мм.

Между заголовками строка не пропускается.

Между заголовком и текстом пропускается одна строка.

Текстовую часть нумеруют сквозной нумерацией, отсчет ведут с титульного листа. Нумерацию проставляют внизу по центру станицы (на титульном листе номер не ставится).

Текст документа разделяют на разделы и подразделы, а при необходимости еще на пункты и подпункты.

Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки (например, 1; 2; 3 и т.д.) и записываются в виде заголовка с «красной строки» шрифт 18 с заглавной

буквы. Каждый раздел начинается с нового листа. Подразделы номеруются в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится (например, 2.1; 2.2; 2.3 и т.д.). Название подраздела записывают в виде заголовка с «красной строки» шрифт 18 с заглавной буквы.

Не допускается оставлять на листе только название подраздела, а текст переносить на следующий лист.

Заголовки разделов и подразделов следует писать без точки в конце.

3. Критерии оценивания

Практическая работа оценивается по пяти бальной шкале:

Оценка «отлично» выставляется при условии, что студент полностью выполнил задание практической без ошибок, четко ответил на все контрольные вопросы. При этом работа оформлена в соответствии с рекомендациями, и к ней можно предъявить минимум замечаний.

Оценка «хорошо» ставится тогда, когда студент выполнил задание практической без ошибок, ответил на контрольные вопросы с замечаниями, когда есть недочеты в оформлении практической работы и общие небольшие замечания, не влияющие на ее качество.

Оценку «удовлетворительно» студент получает за полностью выполненное задание практической при наличии в ней существенных неточностей и недочетов, за ответ на контрольные вопросы с замечаниями, а также если в оформлении работы есть небольшие нарушения.

Оценку «неудовлетворительно» студент получает в том случае, когда он не полностью выполнил задание практической, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы. При этом практическая работа оформлена не в соответствии с рекомендациями.

4. Порядок выполнения практической работы

1. Знакомство с исходными данными;
2. Построение пикетажного журнала (смотреть пункт 4.1);
3. Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках (смотреть пункт 4.2);
4. Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана трассы (смотреть пункт 4.3);
5. Ответить на контрольные вопросы в устной форме (смотреть пункт 4.4).

4.1. Пикетажный журнал

Пикетажный журнал строится в масштабе 1:5000.

В одном пикете сто метров. Конец трассы (КТ) и вершину углов (ВУ1 и ВУ2) берутся согласно своему варианту.

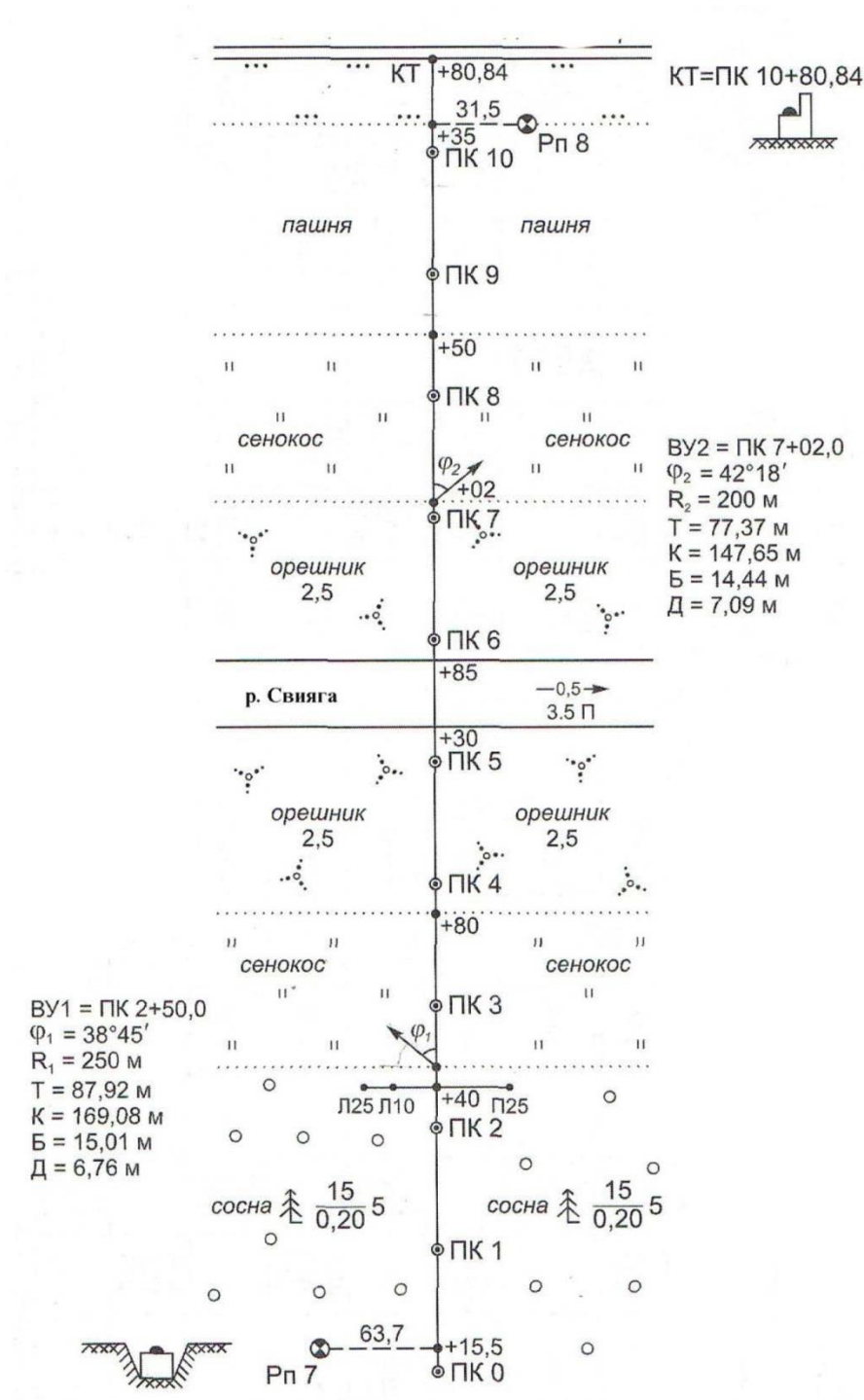


Рисунок 1 - Пикетажный журнал

4.2. Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках

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

Формулы для вычисления элементов круговых кривых:

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

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

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

$$D = 2T - K$$

Пикетажные наименования главных точек круговых кривых вычисляются по формулам:

- начало кривой: $НК = ВУ - T$;
- середина кривой: $СК = НК + K/2$;
- конец кривой: $КК = НК + K$;
- контроль правильности вычислений: $КК = ВУ + T - D$.

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: $ВУ=ПК2+50$, $\varphi = 38^045'$, $R=250$ м.

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = 250 \cdot 0,35166 = 87,99 \text{ м};$$

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

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

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

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

ВУ.....ПК2+50	НК.....ПК1+62,08	НК.....ПК1+62,08
-	+	+
Т.....87,92	К.....1+69,08	0,5К.....84,52
<u>НК....ПК1+62,08</u>	<u>КК.....ПК3+31,16</u>	<u>СК.....ПК2+46,62</u>

Кривая 2: ВУ=ПК7+02,0, $\varphi = 42^{\circ}18'$, $R=200$ м.

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

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

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

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

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

ВУ.....ПК7+02,0	НК.....ПК6+24,63	НК.....ПК6+24,63
-	+	+
Т.....77,37	К.....1+47,65	0,5К.....73,82
<u>НК....ПК6+24,63</u>	<u>КК.....ПК7+72,28</u>	<u>СК.....ПК6+98,45</u>

По расчетным данным строят планы кривых (рисунок 2) в масштабе 1:1000, на которых показывают и пикетажное обозначение их главных точек.

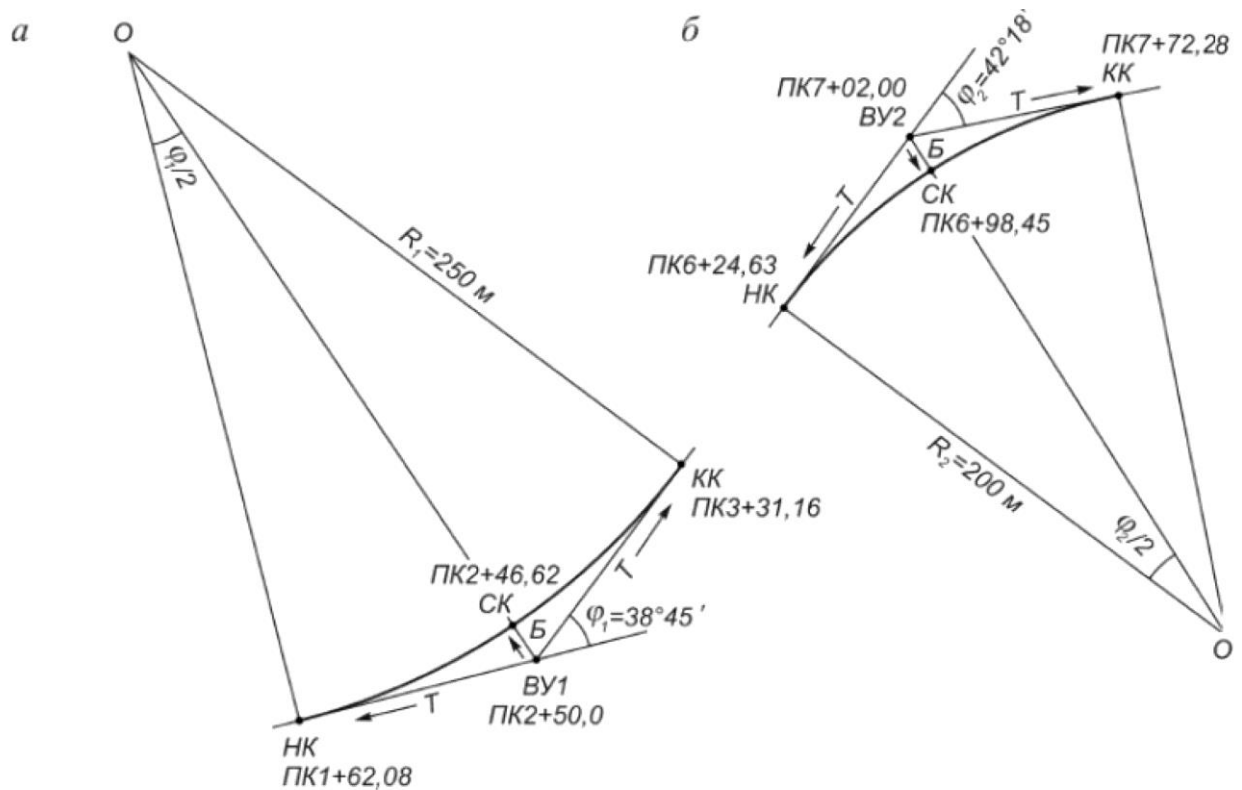


Рисунок 2 – Разбивка кривых в главных точках

4.3. Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана трассы

Расчет ведут в ведомости прямых и кривых (табл.1), в которую записывают основные точки трассы и их пикетажные 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 (таблица

1, столбец 10)

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

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

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

Расстояния между вершинами углов поворота дороги определяют так:

(столбец 11 таблицы 1)

$$S_1 = \text{ВУ1} - \text{НТ} = (\text{ПК2} + 50,00) - \text{ПК0} = 250,00\text{м};$$

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

$$S_3 = T_2 + L_3 = 77,37 + 308,56 = 385,93\text{м}.$$

Контроль:

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

где L - общая длина дороги (1080,84м)

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:

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

$$118^\circ 00' - 114^\circ 27' = 3^\circ 33' \quad 42^\circ 18' - 38^\circ 45' = 3^\circ 33'$$

Полученные значения дирекционных углов и румбов прямолинейных участков дороги заносят в столбцы 12 и 13 таблицы 1.

План дороги составляют в масштабе 1:2000 (рисунок 3) на основе данных пикетажного журнала и ведомости прямых и кривых.

Таблица 1 – Ведомость прямых и кривых

Точки трассы	Пикетажное обозначение	Углы поворота		Элементы кривых, м					Длины, м.		Направления прямолинейных участков	
		влево	вправо									
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								293,47	458,76	75°42'	СВ: 75°42'
НК2	ПК6+24,63											
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											

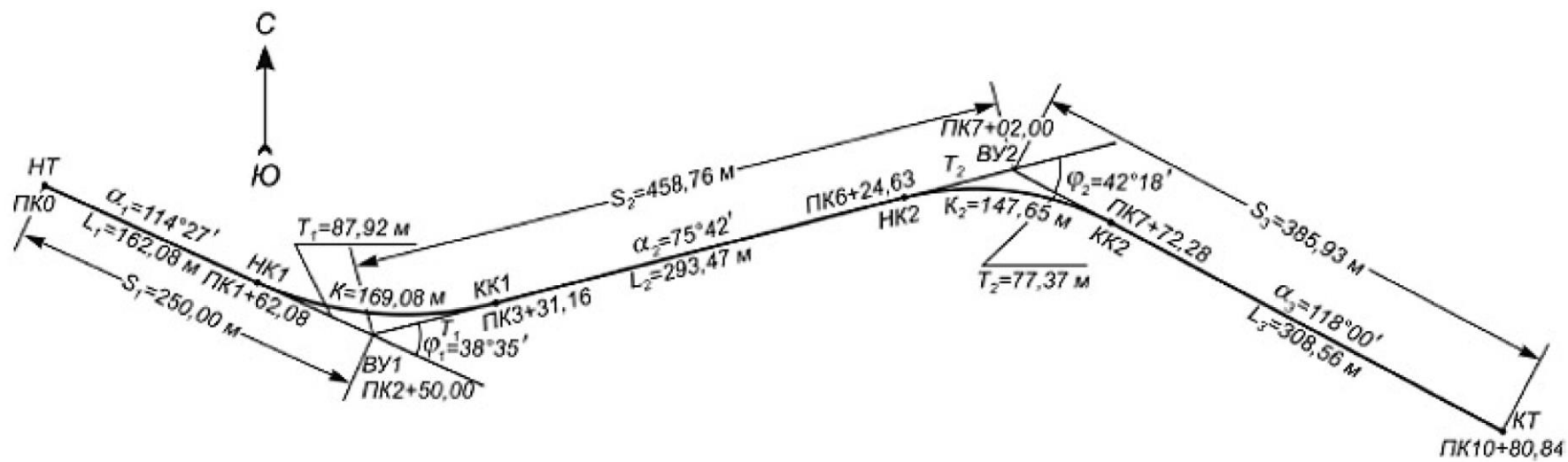
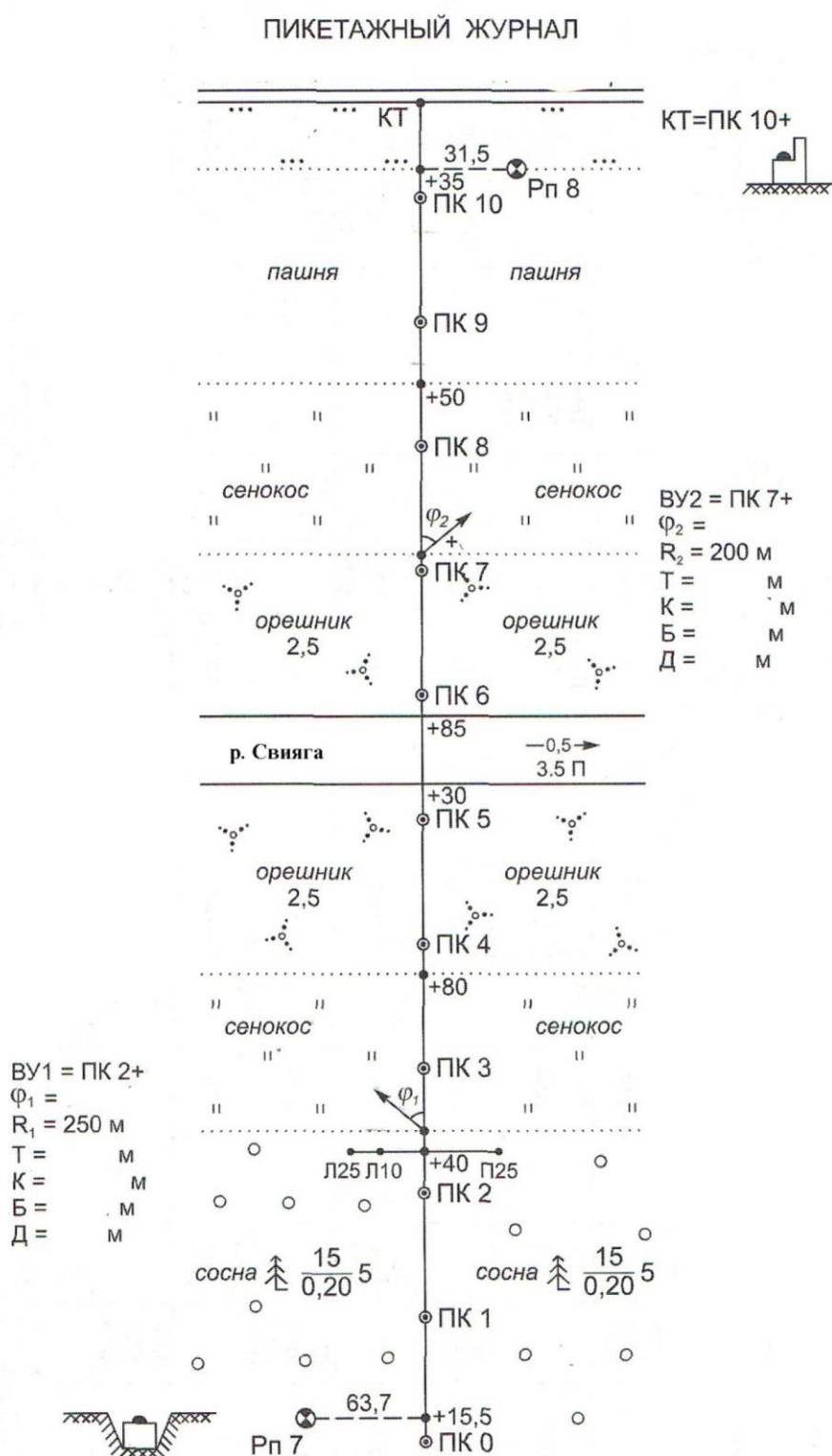


Рисунок 3 – План трассы

4.4. Контрольные вопросы

1. Опишите порядок построения пикетажного журнала.
2. Опишите порядок построения плана кривых.
3. Опишите порядок построения плана трассы.
4. Назовите основные элементы круговой кривой.
5. Запишите формулу вычисления тангенса.
6. Запишите формулу вычисления кривой.
7. Запишите формулу вычисления биссектрисы.
8. Запишите формулу вычисления домера.
9. Запишите формулы вычисления пикетажного обозначения главных точек кривой.
10. Опишите порядок определения прямолинейных участков.
11. Опишите порядок определения дирекционных углов.

Варианты практической работы



Вариант	Отметки исходных реперов, м		Пикетажные обозначения точек трассы			Углы поворота трассы		Дирекционный угол, α
	Нрп7	Нрп8	КТ= ПК10+...	ВУ1= ПК2+...	ВУ2= ПК7+...	φ_1	φ_2	
1	84,193	79,113	54,30	27,69	76,87	39°42'	44°58'	125°33'
2	74,024	68,945	85,92	35,61	28,11	38°31'	41°44'	108°43'
3	45,055	39,975	66,63	20,22	76,00	33°36'	43°53'	109°34'
4	107,502	102,422	89,09	25,20	15,80	38°52'	41°42'	106°55'
5	83,096	78,016	63,97	36,79	79,40	32°58'	42°36'	106°35'
6	55,399	50,319	75,98	7,24	66,78	36°42'	43°47'	115°34'
7	67,683	62,603	61,94	37,84	41,66	35°58'	47°52'	96°54'
8	63,305	58,226	75,97	18,95	56,71	37°43'	45°54'	127°56'
9	33,051	27,970	82,69	18,21	21,86	32°42'	41°53'	118°54'
10	114,625	109,554	94,99	31,23	72,41	35°49'	45°43'	111°42'
11	42,686	37,615	74,97	32,41	42,82	31°57'	45°43'	123°44'
12	84,867	79,796	90,04	16,43	29,92	35°38'	44°56'	122°54'
13	128,979	123,898	88,51	32,88	5,42	38°38'	41°35'	95°35'
14	74,291	69,212	93,17	24,20	20,68	39°46'	41°34'	91°42'
15	134,452	129,381	63,87	39,56	17,96	32°54'	49°51'	124°35'
16	94,554	89,483	92,43	3,95	54,84	32°41'	45°36'	114°31'
17	63,305	58,226	75,97	18,95	56,71	37°43'	45°54'	127°56'
18	83,096	78,016	63,97	36,79	79,40	32°58'	42°36'	106°35'
19	45,055	39,975	66,63	20,22	76,00	33°36'	43°53'	109°34'
20	107,202	102,131	89,49	14,46	59,84	32°46'	45°40'	125°52'
21	111,6	110,88	60,00	44,70	80,00	45°43'	35°49'	116°41'
22	44,9	56,80	59,80	21,60	77,88	44°56'	31°57'	129°36'
23	124,64	120,89	37,78	33,40	57,33	41°35'	35°38'	119°25'
24	133,05	130,05	91,04	23,30	69,44	41°34'	38°38'	129°34'
25	123,67	120,77	59,23	13,55	78,33	49°51'	39°46'	120°52'

Заключение

Методические указания для выполнения практической работы «Расчет основных элементов круговой кривой и построение плана трассы» содержит весь необходимый теоретический материал, который поможет студентам специальности 08.02.05 Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов сформировать умения по выполнению необходимого комплекса полевых и камеральных геодезических работ, связанных с изысканиями линейных сооружений.

Список источников

1. Федотов, Г. А. Инженерная геодезия. – Текст : непосредственный / Г. А. Федотов // Тахеометрическая съемка : Учебник / Г.А. Федотов. – Москва : Высшая школа, 2016. – С. 184 -205.
2. Курошев, Г. Д. Смирнов, Л. Е. Геодезия и топография. – Текст : непосредственный / Г. Д. Курошев Л. Е. Смирнов // Тахеометрическая съемка : Учебник / Г. Д. Курошев Л. Е. Смирнов. – Москва : Академия, 2016. – С. 100 – 103.
3. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения.

Приложение А. Образец титульного листа

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
«ТЮМЕНСКИЙ КОЛЛЕДЖ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ»

Отчет по выполнению практической работы

**Расчет основных элементов круговой кривой и построение плана
трассы**

(Номер варианта)

Выполнил: студент (группа,
Фамилия И.О.)

Проверил: Корюкин Д.Ф.

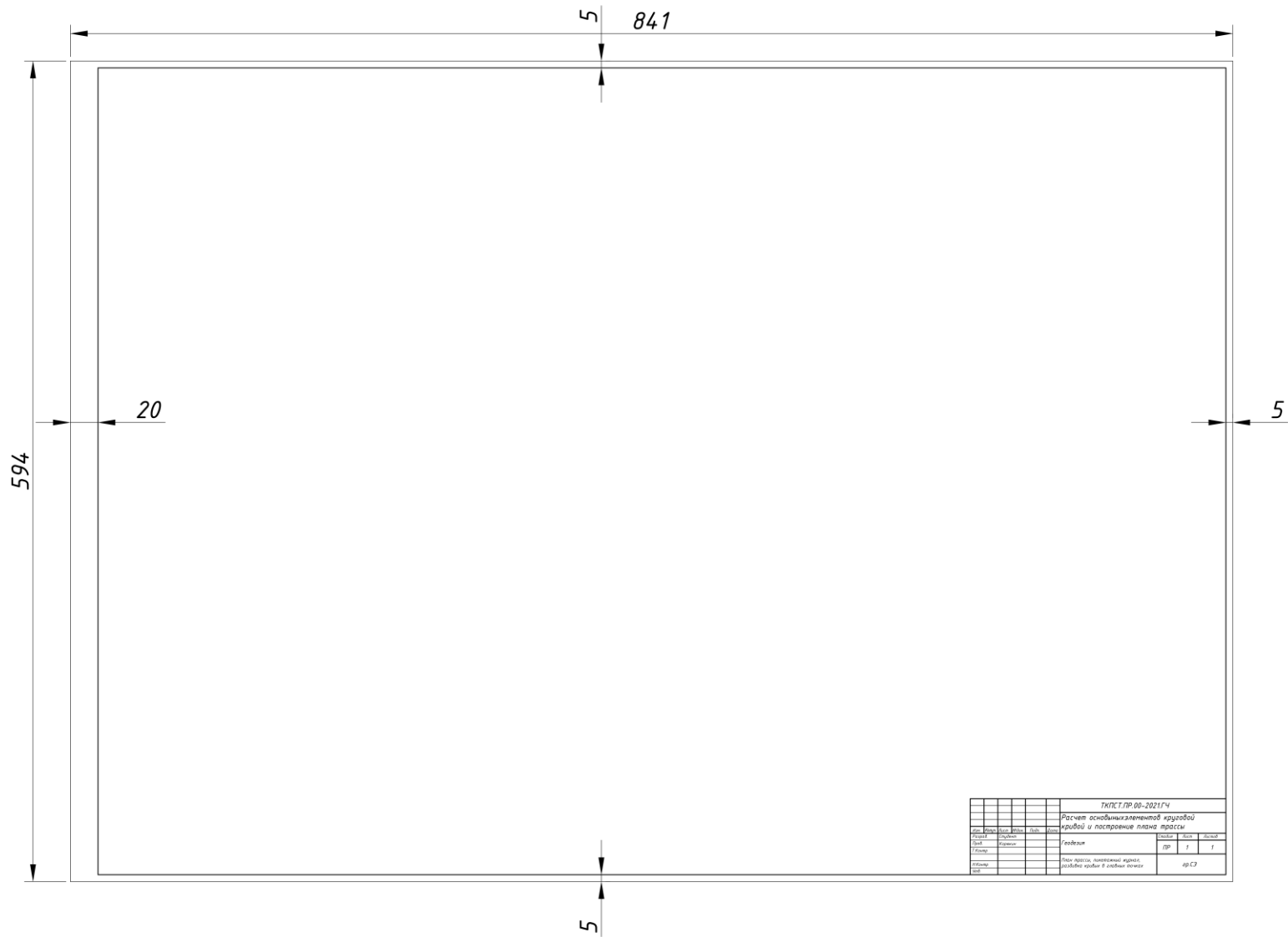
Тюмень, (год)

Приложение Б. Образец содержания

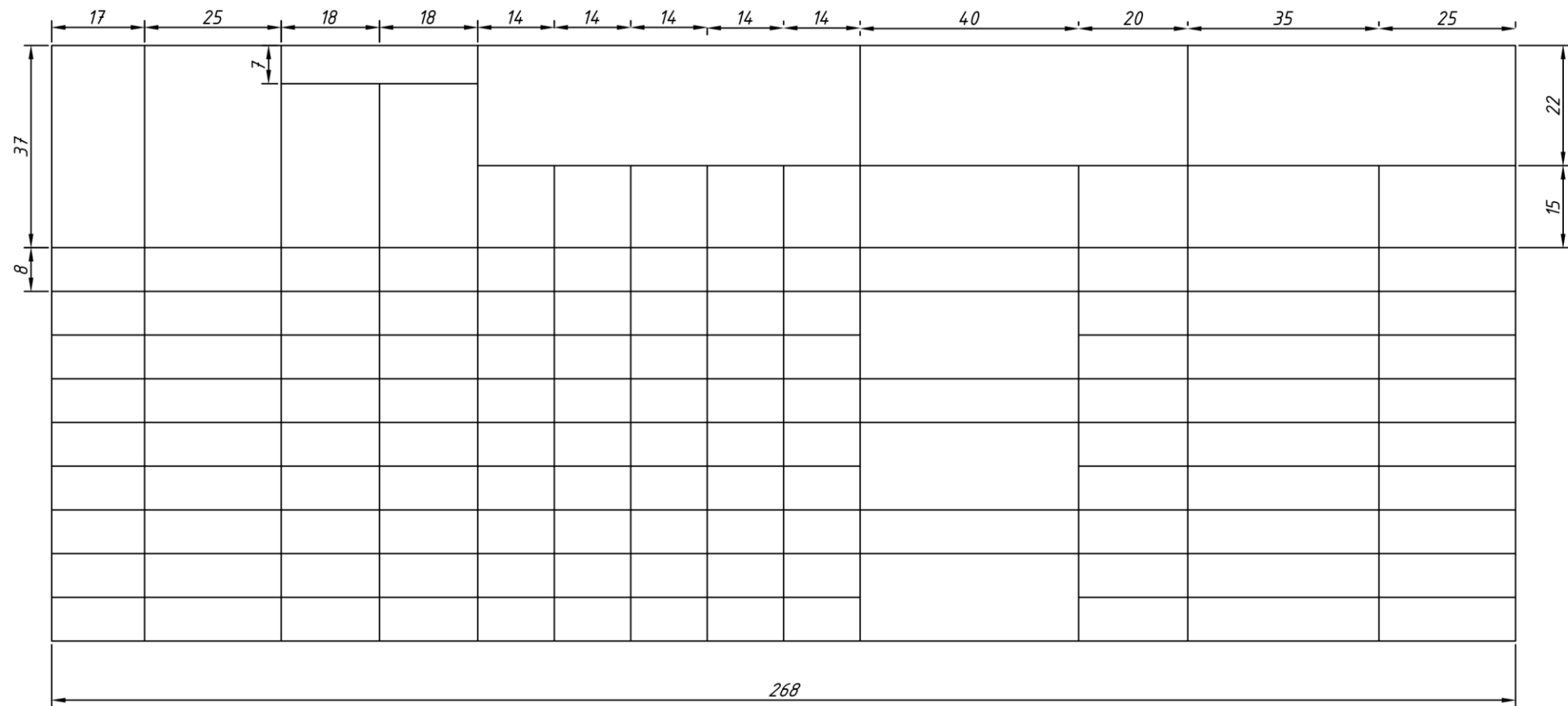
Содержание

Введение	№ стр.
Пикетажный журнал	№ стр.
Расчет элементов закруглений и разбивка кривых в главных точках	№ стр.
Расчет длин и дирекционных углов (румбов) прямолинейных участков и составления плана трассы	№ стр.
Список источников	№ стр.

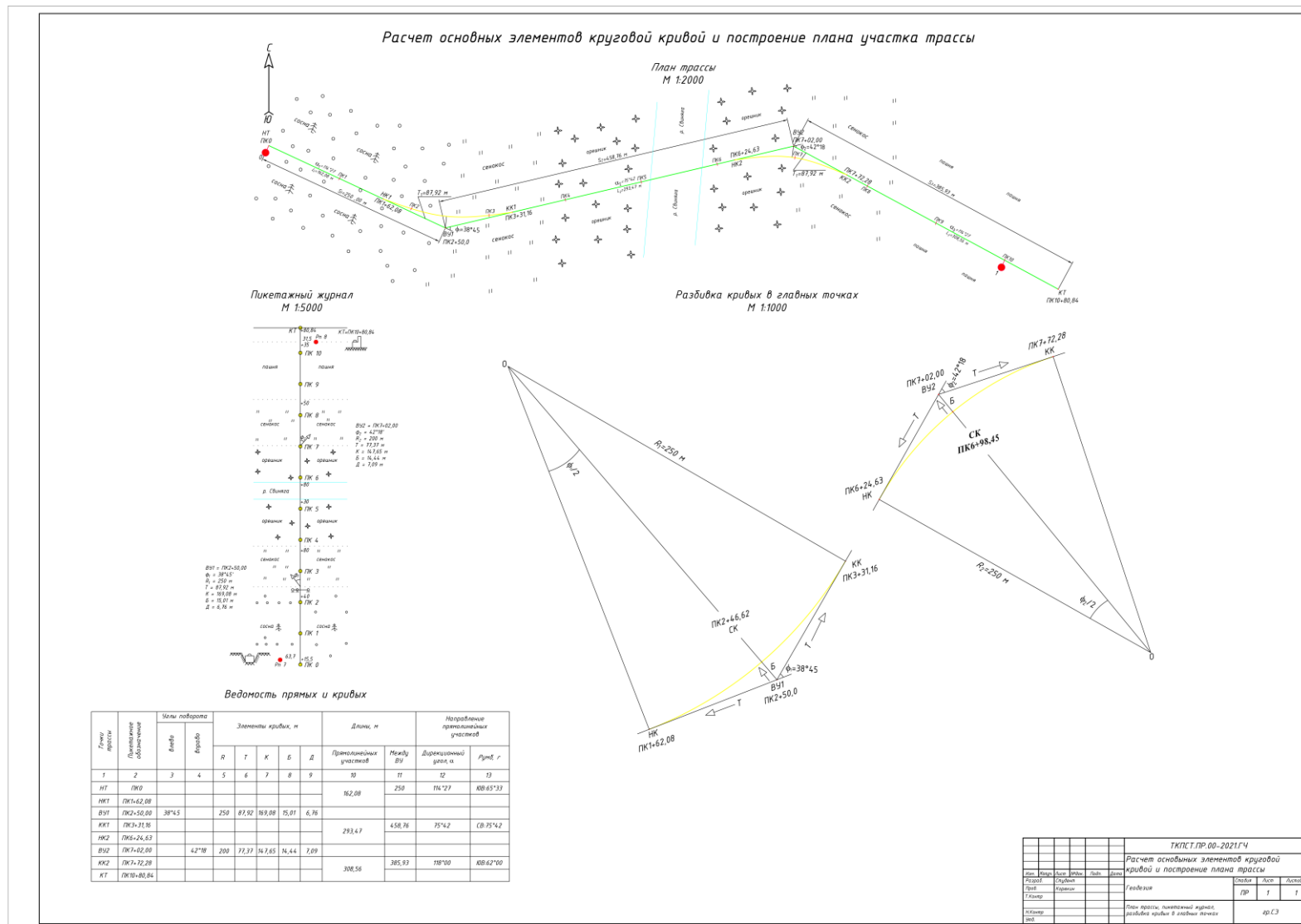
Приложение В. Основные надписи и рамка со штампом



<div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 0 10px;"> 101010101510120 </div>												
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 50px; text-align: center;">5</div> <div style="flex-grow: 1; border: 1px solid black; margin: 0 5px;"></div> </div>						<i>ТКПСТ.ПР.00-2021.ГЧ</i>						
						<i>Расчет основных элементов круговой кривой и построение плана трассы</i>						
						<i>Изм.</i>	<i>Колуч.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	
<i>Разраб.</i>		<i>Студент</i>				<i>Геодезия</i>		<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	5	
<i>Пров.</i>		<i>Корюкин</i>						<i>ПР</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	10	
<i>Т.Контр</i>											15	
<i>Н.Контр</i>						<i>План трассы, пикетажный журнал, разбивка кривых в главных точках</i>		<i>гр.СЭ</i>		15		
<i>Утв.</i>												
						70		15	15	20		
						185						



Приложение Г. Пример оформления графической части



Приложение Д. Ведомость прямых и кривых

Точки трассы	Пикетажное обозначение	Углы поворота		Элементы кривых, м					Длины, м.		Направления прямолинейных участков	
		влево	вправо									
				R	T	K	Б	Д	Прямолинейных участков	Между ВУ	Дирекционный угол,α	Румб, r
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13