

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Ожерельевский ж.д. колледж - филиал ПГУПС

СОГЛАСОВАНО

Методист

_____ Л.А. Елина
« ____ » _____ 20 ____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

_____ Н.Н. Иванова
« ____ » _____ 20 ____ г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**по МДК.01.01 Технология геодезических работ
ПМ.01 Проведение геодезических работ при изысканиях по
реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации
железных дорог**

специальность 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое
хозяйство

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка
2. Перечень практических работ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников СПО по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство и на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 «Проведение геодезических работ при изысканиях по реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог» МДК.01.01 «Технология геодезических работ».

Методические рекомендации предназначены для подготовки и проведения практических работ для обучающихся по очной и заочной формам обучения.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- разбивки трассы, закрепления точек на местности;
- обработки технической документации;

уметь:

- выполнять трассирование по картам, проектировать продольные и поперечные профили, выбирать оптимальный вариант железнодорожной линии;
- выполнять разбивочные работы, вести геодезический контроль на изысканиях и различных этапах строительства железных дорог;

знать:

- устройство и применение геодезических приборов;
- способы и правила геодезических измерений;
- правила трассирования и проектирования железных дорог, требования, предъявляемые к ним

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности по Проведению геодезических работ при изысканиях по реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1.	Выполнять различные виды геодезических съемок.
ПК 1.2.	Обрабатывать материалы геодезических съемок.
ПК 1.3.	Производить разбивку на местности элементов железнодорожного пути и искусственных сооружений для строительства железных дорог.
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Рабочая программа ПМ.01 «Проведение геодезических работ при изысканиях по реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог» МДК.01.01 «Технология геодезических работ» предусматривает 20 часов практических работ.

Целью практических работ является закрепление теоретических знаний и приобретение студентами профессиональных навыков по проведению геодезических работ.

Практические работы выполняются после изучения соответствующей темы и проверки теоретической подготовки студентов.

Практические работы выполняются в полном объеме. Оборудование кабинета позволяет проводить практические работы.

По всем практическим работам составляют отчеты, которые носят обучающий характер. Отчеты по практическим работам составляются в соответствии с существующими требованиями.

Перед проведением практических работ проводится инструктаж студентов по технике безопасности с последующим оформлением соответствующей документацией.

Перечень практических работ

№ п/п	Название работы	Объем часов
1.	Обработка результатов нивелирования поверхности по квадратам	2
2.	Составление плана по результатам нивелирования поверхности по квадратам	4
3.	Обработка результатов нивелирования поперечников. Разбивка поперечников	2
4.	Построение поперечных профилей	2
5.	Определение элементов кривых. Расчет главных точек кривой в пикетаже	2
6.	Детальная разбивка кривой	2
7.	Обработка полевых материалов тахеометрической съемки	2
8.	Составление плана с горизонталями по материалам тахеометрической съемки	4
Итого		20

Практическая работа №1

«Обработка результатов нивелирования поверхности по квадратам»

Цель работы

- научиться обрабатывать результаты нивелирования поверхности по квадратам

- научиться определять отметки точек местности

Студенты должны знать:

- нивелирование поверхности по квадратам
- отметки точек местности

Студенты должны уметь:

- обрабатывать результаты нивелирования поверхности по квадратам

- определять отметки точек местности

Дидактический материал: индивидуальные задания

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. (параграфы 86-88), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить журнал нивелирования
2. Занести в журнал нивелирования все отсчеты на вершины квадратов
3. Определить отметку горизонта инструмента
4. Определить отметки вершин квадратов

Практическая работа №2
«Составление плана по результатам нивелирования
поверхности по квадратам»

Цель работы

- научиться составлять план местности по результатам нивелирования по квадратам

Студенты должны знать:

- нивелирование поверхности по квадратам
- отметки точек местности

Студенты должны уметь:

- составлять план местности по результатам нивелирования по квадратам

Материальное обеспечение: журнал нивелирования поверхности по квадратам

Справочный материал: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. (параграфы 86-88), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить сетку квадратов
2. Подписать все вершины квадратов
3. Подписать отметки всех вершин квадратов
4. С помощью интерполяции нанести горизонтали с высотой сечения рельефа 0,5м

Практическая работа №3

«Обработка результатов нивелирования поперечников.

Разбивка поперечников»

Цель работы

- научиться обрабатывать результаты нивелирования поперечников

- научиться производить разбивку поперечников

Студенты должны знать:

- нивелирование поперечников

- разбивку поперечников

Студенты должны уметь:

- обрабатывать результаты нивелирования поперечников

- производить разбивку поперечников

Материальное обеспечение: индивидуальные задания

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. (параграфы 70-71), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Определить горизонт инструмента (справо)
2. Определить отметки «правых» точек
3. Определить горизонт инструмента (слево)
4. Определить отметки «левых» точек
5. Оформить журнал нивелирования

Там, где местность имеет заметный (более 1:5) поперечный уклон, на каждом пикете и плюсовой точке разбивают перпендикуляры к трассе, называемые поперечниками. Поперечники разбивают в обе стороны длиной 15–30 м с таким расчётом, чтобы обеспечить съёмкой всю ширину полосы местности под будущие сооружения дороги (земляное полотно,

водоотводные устройства, здания и пр.). Конечные точки поперечника закрепляют точкой и сторожкой, плюсовые точки, располагаемые в местах изменения наклона местности—только сторожкой. На сторожках пишут расстояние от оси трассы с буквой "П" (справа от оси трассы) или "Л" (слева от оси трассы).

Нивелирование поперечников может выполняться в процессе нивелирования трассы, но чаще его делают отдельно. Нивелир устанавливают в таких местах, где с одной станции можно прочесть отсчёты по рейкам на возможно большем числе точек одного, двух, а то и трёх поперечников (рис.9). Отсчёты берут только по чёрным сторонам реек. При этом исходной (задней) точкой служит пикет или плюсовая точка трассы. Зная её высоту, по формуле (15.15) вычисляют высоту горизонта инструмента. Например, при установке нивелира на станции *A* такой точкой является ПК6. Высоты точек на поперечниках вычисляют по той же формуле (15.16), что и высоты промежуточных точек на трассе.

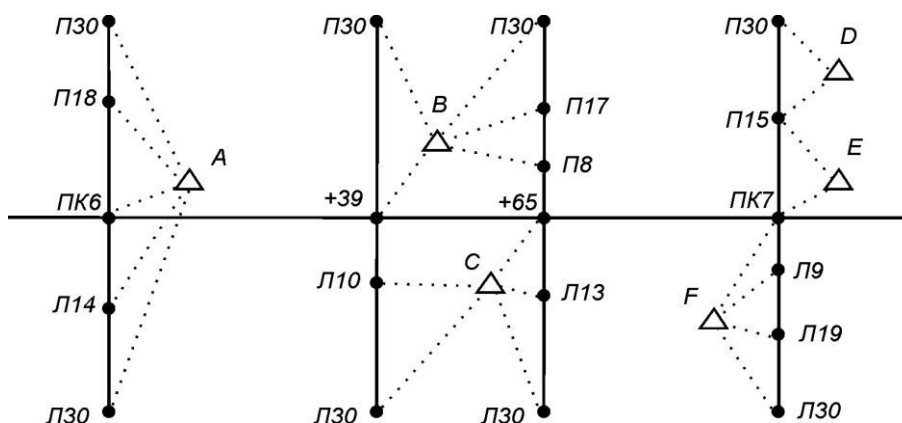


Рисунок 1 - Нивелирование поперечников:
 Δ – стоянки нивелира; \bullet – точки на поперечниках

Практическая работа №4
«Построение поперечных профилей»

Цель работы

- научиться строить поперечных профилей по результаты нивелирования поперечников

Студенты должны знать:

- нивелирование поперечников
- разбивку поперечников

Студенты должны уметь:

- обрабатывать результаты нивелирования поперечников
- производить разбивку поперечников

Материальное обеспечение: журнал нивелирования поперечного профиля

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. (параграфы 70-71), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить сетку поперечного профиля, М 1:200
2. Нанести расстояния и подписать точки (правые и левые)
3. Нанести отметку пикета
4. Нанести правые отметки
5. Нанести левые отметки
6. Построить линию земли

Профили трассы и поперечников являются основными документами, составляемыми по результатам изысканий. По ним выполняют проектирование железной дороги, а затем её строительство.

Поперечные профили составляют по результатам нивелирования поперечников, принимая одинаковый масштаб для горизонтальных расстояний и высот (обычно – 1:200).

Конкретные указания по построению продольного и поперечных профилей содержатся в соответствующих нормативных документах.

Практическая работа №5
«Определение элементов кривых.
Расчет главных точек кривой в пикетаже»

Цель работы

- научиться определять элементы кривых
- научиться определять главные точки кривой в пикетаже

Студенты должны знать:

- элементы кривых
- главные точки кривой в пикетаже

Студенты должны уметь:

- определять элементы кривых
- определять главные точки кривой в пикетаже

Материальное обеспечение: индивидуальные задания

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И.
(параграфы 72-76), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Определить элементы круговой кривой (тангенс, кривую, биссектрису, домер)
2. Определить элементы переходной кривой (поправку за тангенс, поправку за биссектрису, величину сдвижки кривой)
3. Определить суммарные элементы кривой
4. Определить пикетажное положение главных точек кривой
5. Выполнить контроль пикетажного положения главных точек кривой

Железнодорожные линии (также и автомобильные дороги) в плане состоят из прямолинейных участков, сопряжённых между собой кривыми. Наиболее простой и распространённой формой кривой является дуга

окружности. Такие кривые носят название круговых кривых. На железных дорогах применяют круговые кривые со следующими радиусами: 4000, 3000, 2000, 1800, 1500, 1200, 1000, 800, 700, 600, 500, 400 и 300 м. Радиус кривой выбирают при проектировании дороги, руководствуясь конкретными техническими условиями.

Главными точками кривой, определяющими её положение на местности, являются вершина угла ВУ, начало кривой НК, середина кривой СК и конец кривой КК (рис.4).

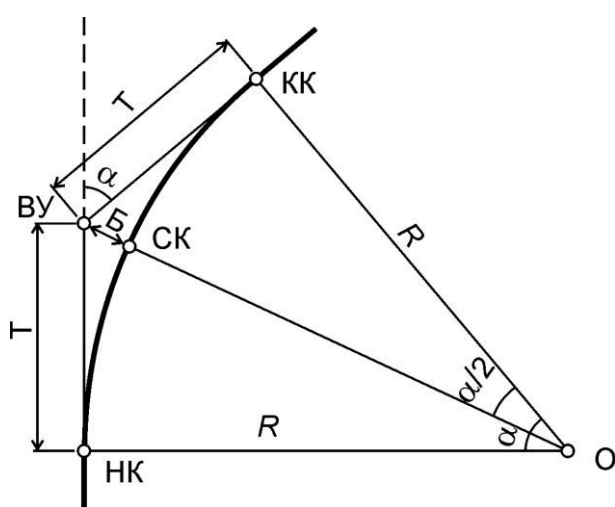


Рисунок 2 - Схема круговой кривой

Основные элементы кривой – её радиус R и угол поворота α . К основным элементам относятся также:

- тангенс кривой T (или касательная) – отрезок прямой между вершиной угла и началом или концом кривой;
- кривая K – длина кривой от начала кривой до её конца;
- биссектриса кривой B – отрезок от вершины угла до середины кривой;
- домер D – разность между длиной двух тангенсов и кривой.

Во время изысканий угол α измеряют, а радиус R назначают. Остальные элементы вычисляют по формулам, вытекающим из прямоугольного треугольника с вершинами ВУ, НК, О (центр окружности):

$$T = R \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2); K = R \cdot \alpha = \pi R \alpha^\circ/180^\circ; B = R [\sec(\alpha/2) - 1], \quad (5)$$

где α° – угол поворота в градусах.

Домер вычисляют по формуле

$$D = 2T - K. \quad (6)$$

Вместо вычислений по формулам можно воспользоваться таблицами для разбивки кривых на железных дорогах, где по заданным радиусу и углу поворота сразу находят значения T , K , B и D .

В месте поворота трассы пикетаж ведётся по кривой. Пикетажное положение главных точек кривой определяют по формулам:

$$\text{ПК НК} = \text{ПК ВУ} - T; \text{ПК КК} = \text{ПК НК} + K; \text{ПК СК} = \text{ПК НК} + K/2. \quad (7)$$

Правильность вычислений контролируют по формулам:

$$\text{ПК КК} = \text{ПК ВУ} + T - D; \text{ПК СК} = \text{ПК ВУ} + D/2. \quad (8)$$

Пример.

Измерено $\alpha = 18^\circ 19'$ и задан радиус $R = 600$ м. Вершина угла расположена на пикете $6 + 36,00$.

По формулам (5) и (6) или по таблицам находим элементы кривой: $T = 96,73$ м; $K = 191,81$ м; $D = 1,65$ м; $B = 7,75$ м.

Вычислим пикетажное положение главных точек:

		Контроль:	
ПК ВУ	6 + 36,00	ПК ВУ	6 + 36,00
– T	96,73	+ T	96,73
ПК НК	5 + 39,27		7 + 32,73
+ K	1 + 91,81	– D	1,65
ПК КК	7 + 31,08	ПК КК	7 + 31,08
ПК НК	5 + 39,27	ПК ВУ	6 + 36,00
+ K/2	95,90	– D/2	0,82
ПК СК	6 + 35,17	ПК СК	6 + 35,18

Практическая работа №6
«Детальная разбивка кривой»

Цель работы

- научиться выполнять детальную разбивку кривой

Студенты должны знать:

- элементы кривых
- главные точки кривой в пикетаже

Студенты должны уметь:

- выполнять детальную разбивку кривой

Материальное обеспечение: индивидуальные задания

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И.
(параграфы 72-76), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Определить элементы кривой (тангенс, кривую, биссектрису, домер)
2. Определить координаты кривой
3. Вычертить кривую
4. Разбить кривую с помощью прямоугольных координат
5. Нанести все размеры на чертеж

Закрепив на местности вершину угла и предшествующие ему пикеты, закрепляют главные точки кривой.

Середину кривой СК закрепляют, отложив от ВУ по направлению биссектрисы отрезок, равный Б (или Б_с).

На новом после вершины угла направлении трассы откладывают величину домера, после чего продолжают разбивку пикетажа. Обеим точкам домера (его началу и концу) присваивают одно и то же пикетажное

наименование, благодаря чему пикетаж точки КК совпадает с пикетажем, считаемым по кривой.

Положение начала кривой НК и конца кривой КК определяют, используя разбитый пикетаж. Например, если ПК НК = 5 + 39,27, то от пикета № 5 откладывают вперёд 39,27 м и здесь колышком и сторожком закрепляют точку НК.

При детальной разбивке кривую закрепляют на местности через 10 или 20 м, применяя разные способы.

Способ ординат от касательной для круговой кривой. Для каждой точки i (рис.8, а), задавая расстояние k от начала кривой, вычисляют ее координаты:

$$x = R \sin\varphi; \quad y = R (1 - \cos\varphi). \quad (25)$$

Здесь угол φ выражен в радианах и равен $\varphi = k/R$.

Разбивку кривой ведут от ее начала и от конца к середине. Мерной лентой по оси x откладывают длину кривой k , от полученной точки отступают назад на величину $k-x$ и здесь строят перпендикуляр – ординату y . Значения $k-x$ и y обычно выбирают из таблиц для разбивки кривых.

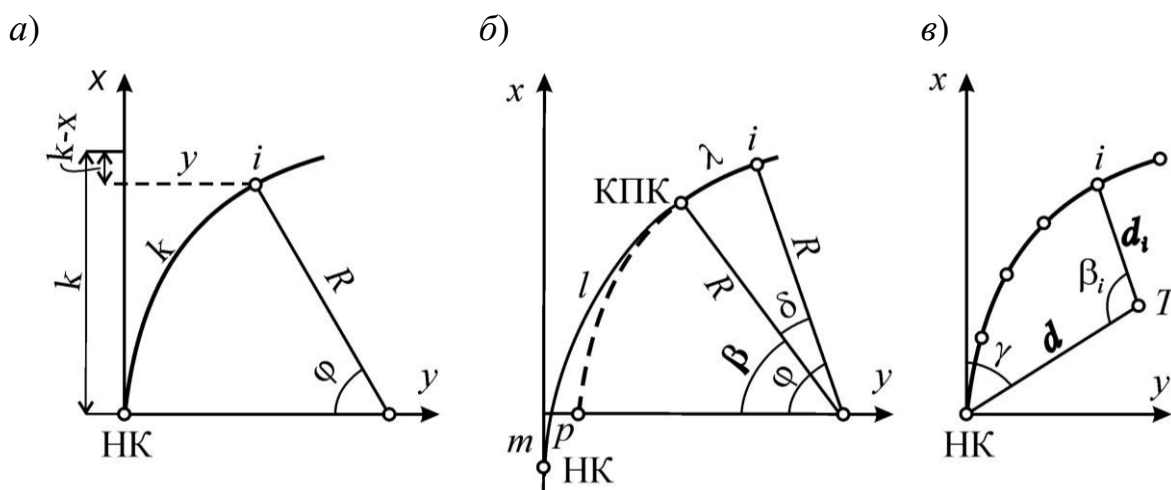


Рисунок 3 - Детальная разбивка кривых:

a – способом ординат от касательной для круговой кривой;

δ – то же, для переходной и следующей за ней круговой кривой;

ϵ – разбивка кривой электронным тахеометром

Способ ординат от касательной для переходной и следующей за ней круговой кривой (рис.8, б). Для точек, расположенных в пределах переходной кривой, то есть при $k \leq 1$, координаты x , y вычисляют по формулам (19) и (20), принимая $s = k$. Для точек i , расположенных на круговой кривой, где $k > 1$, вычисления выполняют по формулам:

$$\begin{aligned} \lambda &= k - 1; \quad \delta = \lambda/R; \quad \varphi = \beta + \delta; \\ x &= m + R \sin\varphi; \quad y = p + R (1 - \cos\varphi). \end{aligned} \quad (26)$$

Действия при разбивке кривой на местности аналогичны тем, что выполняют при разбивке круговой кривой.

Разбивка кривой с помощью электронного тахеометра. Выбирают на местности такую точку T (рис. 8, в), где обеспечена видимость точек будущей кривой и ее начала НК. В точке НК измеряют угол γ и расстояние d . Вычисляют координаты точки T :

$$x_T = d \cos\gamma; \quad y_T = d \sin\gamma, \quad (27)$$

По приведенным выше формулам вычисляют координаты точек кривой x_i, y_i ($i = 1, 2, \dots$).

Электронный тахеометр устанавливают в точке T . Зная координаты точек T , НК и i , вычисляют разбивочные элементы – углы β_i и расстояния d_i . Построив тахеометром вычисленные углы и расстояния, находят и закрепляют положение точек кривой на местности.

Практическая работа №7

«Обработка полевых материалов тахеометрической съемки»

Цель работы

- научиться обрабатывать полевые материалы тахеометрической съемки

Студенты должны знать:

- тахеометрическую съемку
- отметки точек
- место нуля

Студенты должны уметь:

- обрабатывать полевые материалы тахеометрической съемки

Материальное обеспечение: индивидуальные задания

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. (параграфы 94-97), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить таблицу тахеометрической съемки
2. Занести в нее результаты тахеометрической съемки
3. Определить место нуля
4. Определить отметки точек

Тахеометрической называют топографическую съемку местности, выполняемую с помощью тахеометров. Съемке подлежат и ситуация, и рельеф.

Тахеометром называют прибор, сочетающий теодолит – для измерения углов и дальномер – для измерения расстояний. Простейшим тахеометром является любой теодолит, снабженный нитяным дальномером.

Тахеометрическую съемку применяют при съемке в крупных масштабах небольших участков местности, особенно незастроенных или

малозастроенных. Ее применяют также при съемке трасс существующих и проектируемых линейных сооружений (автомобильных и железных дорог, ЛЭП, трубопроводов и т. п.).

Съемочной основой тахеометрической съемки чаще всего служат теодолитно-высотные ходы – теодолитные ходы, в которых измеряют ещё и вертикальные углы, что позволяет методом тригонометрического нивелирования вычислить высоты пунктов хода.

Другой вид съемочной основы – теодолитно-нивелирные ходы – теодолитные ходы, в которых высоты пунктов определяют геометрическим нивелированием, ходы которого прокладывают по сторонам теодолитных ходов.

Применяют также тахеометрические ходы, в которых длины линий измеряют нитяным дальномером, а превышения – методом тригонометрического нивелирования.

Съемку ситуации и рельефа выполняют тахеометром, в основном способом полярных координат.

Для выполнения съемки тахеометр устанавливают на точке съемочной сети (рис.3, точка A), центрируют и горизонтируют. Измеряют высоту прибора k над центром пункта.

Ориентируют горизонтальный круг, то есть устанавливают его в такое положение, чтобы при трубе, направленной по стороне хода AB , отсчет по горизонтальному кругу был равен $0^\circ 00'$.

Определяют место нуля M_0 вертикального круга.

Реечник устанавливает рейку на пикете l (рис.3). Наблюдатель наводит трубу прибора на рейку, читает по рейке высоту точки наведения l и берет отсчеты: по нитяному дальномеру (расстояние S_1), по горизонтальному кругу (угол β_1), по вертикальному кругу (отсчет Л (лево) или П (право)).

Помощник наблюдателя записывает результаты измерений в полевой журнал и составляет схематический чертеж снимаемого участка местности – абрис (рис.3).

Реечник переносит рейку на следующие пикеты (2, 3, ...), а наблюдатель вновь выполняет наведения и отсчеты.

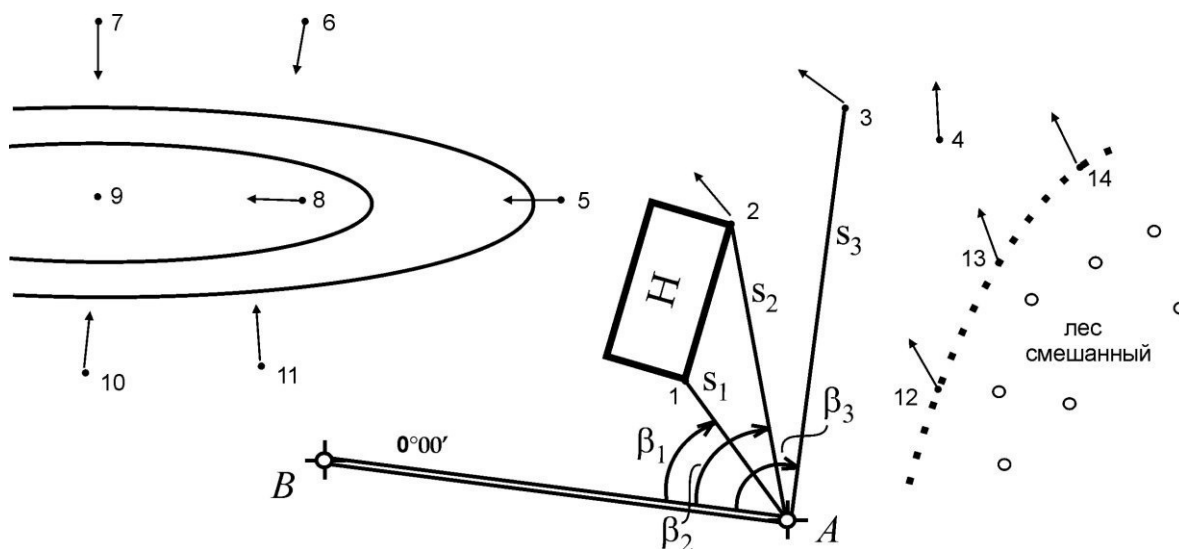


Рисунок 4 - Абрис тахеометрической съемки

Обработка результатов измерений, полученных теодолитом типа Т-30, выполняется по формулам вычисление:

– углов наклона $\nu = Л - М0$ (или $\nu = М0 - П$), (1)

– горизонтальных расстояний $d = s \cdot \cos^2 \nu$, (2)

– превышений $h = \frac{1}{2}s \cdot \sin(2\nu) + k - l$ или $h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + k - l$, (3)

– высоты съёмочных пикетов $H_{п} = H_{ст} + h$, (4)

где $H_{ст}$ – высота точки стояния прибора.

Составление плана местности включает:

- вычисление координат x , y и высот H точек хода;
- разбивку на планшете сетки прямоугольных координат;
- нанесение на план точек хода по координатам x , y ;

- нанесение точек и рисовку контуров, используя записи в журнале и абрис;
- рисовку горизонталей с заданной высотой сечения рельефа с использованием вычисленных высот точек и абриса;
- оформление плана в соответствии с указаниями руководства «Условные знаки».

Практическая работа №8
«Составление плана с горизонталями по материалам
тахеометрической съемки»

Цель работы

- научиться составлять план с горизонталями по материалам тахеометрической съемки

Студенты должны знать:

- тахеометрическую съемку
- отметки точек
- горизонтали

Студенты должны уметь:

- составлять план с горизонталями по материалам тахеометрической съемки

Материальное обеспечение: результаты тахеометрической съемки

Пособие: учебник “Геодезия” Моргунов Н.Ф., Родионов В.И. (параграфы 94-97), альбомы по геодезии.

Порядок выполнения работы

1. Нанести точки тахеометрической съемки
2. Подписать отметки точек тахеометрической съемки
3. Нанести горизонтали с помощью интерполяции

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для СПО / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 348 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-02424-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/566D9E84-6E86-4A6D-901D-126AE28F2E86

Дополнительная литература

2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия : учебник для вузов / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 349 с. — (Серия : Специалист). — ISBN 978-5-534-02446-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/E3D5E666-879E-4D12-A5EC-80DB129FFC1D