

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра маркшейдерского дела

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 21.05.04*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021

УДК 622.1:622.271 (073)

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ: Методические указания к лабораторным работам /Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *В.А.Голованов* СПб, 2021. 24 с.

Представлены лабораторные работы по созданию съёмочного обоснования методом обратной геодезической засечки и обработка материалов тахеометрической съёмки карьера, маркшейдерские работы при строительстве въездных траншей.

Показан пример измерения углов способом круговых приёмов и результат обработки этих измерений. Решение обратной засечки выполняется по программе в Excel. Приведён пример определения погрешности положения съёмочных точек.

Для обработки материалов тахеометрической съёмки карьера даются варианты журналов тахеометрической съёмки, определён порядок построения плана.

Предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализация «маркшейдерское дело».

Научный редактор проф. *В.Н. Гусев*

Рецензент проф. *Г.В. Земских* (Уральский государственный горный университет)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2021

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 21.05.04*

Сост.: *В.А.Голованов*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
маркшейдерского дела

Ответственный за выпуск *В.А.Голованов*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.05.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,3. Усл.кр.-отт. 1,3. Уч.-изд.л. 1,0. Тираж 75 экз. Заказ 471.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2

ВВЕДЕНИЕ

На маркшейдерскую службу современных горных предприятий (карьеров, приисков) возлагается решение многих ответственных и разнообразных задач, конкретный перечень и содержание которых во многом зависят от производственной мощности предприятия, вида добываемого полезного ископаемого, формы и условий залегания разрабатываемого месторождения, физико-механических свойств пород и технологии разработки, а также от стадии производственной деятельности предприятия - подготовки, строительства, эксплуатации, ликвидации.

Маркшейдерские работы на карьерах и приисках по своему содержанию отличаются большим разнообразием, оперативностью и целым рядом особенностей, что связано со специфическими условиями технологии открытых горных работ.

Непрерывное перемещение больших объемов горной массы и изменение пространственной конфигурации действующего фронта горных работ, породных отвалов и других объектов во времени оказывает существенное влияние на содержание и объем маркшейдерских работ, в первую очередь, связанных с проведением маркшейдерских съемок с созданием опорного и съемочного обоснования.

Экстремальные условия современных открытых разработок, как объекта съемки, а также возможность выполнения полевых работ на поверхности при естественном освещении позволяют применять точные высокопроизводительные приборы (электронные тахеометры, спутниковые системы определения координат, наземную фотограмметрическую съемку и лазерные сканирующие системы) и высокоэффективные способы съемки.

В лабораторном практикуме представлены работы по созданию съемочного обоснования методом обратной засечки и обработка результатов тахеометрической съемки карьера, маркшейдерские работы при строительстве въездных траншей.

Лабораторная работа № 1 СОЗДАНИЕ СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ ЗАСЕЧКИ

На многих карьерах для создания точек съёмочного обоснования широкое применение нашёл метод обратной засечки. При этом способе маркшейдер сам выбирает удобное место съёмки, в отличие от, например, полярного способа, когда место съёмочной точки выбирает рабочий и иногда не очень удачно. При использовании обратной засечки теодолит (электронный тахеометр) располагают непосредственно на определяемой точке P , координаты которой требуется определить. На точки с известными координатами (их должно быть не менее 3) устанавливают визирные цели, после чего измеряют горизонтальные углы β_1

и β_2 (рис. 1). При этом надо помнить, что полученные координаты X и Y будут иметь большие погрешности, если все четыре точки будут располагаться на одной мнимой окружности или вблизи этой окружности, и что решение по трём точкам – бесконтрольно. Поэтому

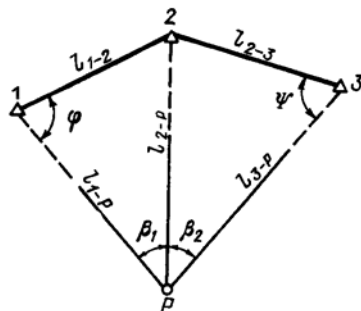


Рис. 1. Схема обратной засечки

направлений на опорные точки должно быть не менее четырёх. Для того, чтобы избежать недопустимых погрешностей определяемых точек, необходимо выполнять анализ точности будущей съёмочной точки.

Угловые измерения при обратной засечке выполняются способом круговых приёмов, предложенный русским геодезистом В.Я. Струве. Данный способ применяется в тех случаях, когда количество направлений на измеряемом пункте превышает три.

Рассмотрим этот способ на примере измерения четырёх направлений. Теодолит (электронный тахеометр) установлен на съёмочной точке № 6. Требуется измерить направления на пункты «Гора», II, «АБК» и IV.

Первый прием измерения:

1. наводим визирную ось зрительной трубы (ЗТ) при КЛ на пункт «Гора», который при измерении принимаем за начальное направление, с отсчётом, близким к нулю (но не ноль, например $0^{\circ} 01' 24''$) и записываем в журнал (табл.2). В скобках в колонке 3 указывается порядок действия;

2. открепляем закрепительный винт горизонтального круга и наводим ЗТ (по ходу часовой стрелки) последовательно на пункты II, «АБК» и IV, производим отсчёты и результаты записываем в журнал;

3. наводим ЗТ вновь на пункт «Гора», производим отсчёт и записываем его в журнал.

На этом заканчивают измерения в первом полуприёме. Второе наведение на пункт «Гора» называется замыканием горизонта. Это действие производится для того, чтобы установить, сохранил ли лимб в процессе работы неподвижное положение (допуск в табл.1).

Таблица 1

ДОПУСТИМЫЕ УГЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Тип теодолита	Расхождение углов в приёмах, полу-приёмах и направлениях	Расхождение между результатами наблюдений на начальное направление в начале и конце полуприёма	Число круговых приёмов	Колесование 2С
T2	8"	8"	2	12"
T5	12"	12"	2	-

После перевода ЗТ через зенит при КП производим измерения второго полуприёма:

1. вращая алидаду, наводим ЗТ на начальное направление («Гора»), производим отсчёт и записываем его в журнал в строку, соответствующую второму наведению на это направление в предыдущем полуприёме (табл.2);

2. открепляем закрепительный винт горизонтального круга и наводим ЗТ (вращая теодолит против хода часовой стрелки) последовательно на точки IV, «АБК», II и вновь на точку «Гора»; производим отсчёты и записываем в журнал.

Второй и последующие приёмы измерения направлений вы-

полняют в такой же последовательности, как и первый, но для ослабления влияния систематических погрешностей деления лимба его поворачивают на угол $\varepsilon = 180^\circ/n$ (где n – число приемов, которыми нужно измерять угол). Следовательно, при измерении угла двумя приёмами при втором приёме наводят визирную ось ЗТ при КЛ на пункт «Гора» с отчётом близким к 90° .

Пример записи и вычислений в журнале при измерении углов способом круговых приемов (первый прием) приведен в табл.2.

Таблица 2

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ СПОСОБОМ КРУГОВЫХ ПРИЁМОВ

Съёмочная точка №6
Теодолит ЗТ5КП №12341
Дата: 20 июля 2020 г.

Наблюдатель: Павлов С.Л.
Вычислял: Попов В.Н.

Название направления	Круг	Отсчёт по горизонтальному кругу	2С = КЛ-КП	$\frac{КЛ + КП}{2}$	Значение направления
1	2	3	4	5	6
Гора	КЛ	0° 01' 24" (1)	-18"	- 0"	0° 00' 00"
	КП	180° 01' 42" (10)		01' 33"	
II	КЛ	87° 48' 54" (2)	-06"	- 2"	87° 47' 22"
	КП	267° 49' 00" (9)		48' 57"	
АБК	КЛ	159° 17' 36" (3)	-12"	- 3"	159° 16' 06"
	КП	339° 17' 48" (8)		17' 42"	
IV	КЛ	235° 39' 30" (4)	-12"	- 4"	235° 37' 59"
	КП	55° 39' 42" (7)		39' 36"	
Гора	КЛ	0° 01' 36" (5)	-06"		
	КП	180° 01' 42" (6)			

Не замыкание: $КЛ (5) - (1) = \Delta_n = 0^\circ 01' 36'' - 0^\circ 01' 24'' = 12''$;

$КП (6)-(10) = \Delta_n = 180^\circ 01' 42'' - 180^\circ 01' 42'' = 0''$

$\Delta_{ср} = (\Delta_n + \Delta_n)/2 = 6''$.

В каждом приёме выполняют следующие вычисления. В графе 4 находят двойную коллимационную ошибку $2С = КЛ - КП$. Постоянство величины $2С$ (см. допуск в табл.1) служит показателем хорошего качества измерений. Этот допуск в инструкциях есть только для теодолитов серии Т2, для теодолитов типа Т5, Т15 и Т30

этого допуска нет, но резкие изменения 2С будут свидетельствовать о некачественных измерениях. В графе 5 определяют средние из значений графы 3. В графе 6 вычисляют приведенные к общему нулю все направления. Для этого сначала получают незамыкания начальных направлений при КЛ и КП и среднюю из них величину незамыкания $(\Delta_n + \Delta_{п})/2$. В приведенном примере $\Delta_{cp} = (\Delta_n + \Delta_{п})/2 = 6''$.

Эти величины записывают в журнал в конце наблюдений каждого приема. Поправки в среднее направления из-за незамыкания для каждого направления вычисляются по формуле

$$\delta_i = \frac{-\Delta_{cp}}{n'}(i - 1), \quad (1)$$

где n - число направлений; i - порядковый номер направления.

Для направления на пункт «Гора» поправка из-за незамыкания равна

$$\delta_i = \frac{-6}{4}(1 - 1) = 0$$

Для направления на пункт II поправка из-за незамыкания равна

$$\delta_i = \frac{-6}{4}(2 - 1) = -2''$$

Для направления на пункт «АБК» поправка из-за незамыкания равна

$$\delta_i = \frac{-6}{4}(3 - 1) = -3''$$

Для направления на пункт IV» поправка из-за не замыкания равна:

$$\delta_i = \frac{-6}{4}(4 - 1) = -4''$$

Значения приведенных к общему нулю направлений (II, «АБК», IV) получают, вычитая из каждого из них отсчёт на первое направление ($0^{\circ}01'33''$) и вводят соответствующую поправку δ_i . Допустимые колебания направлений в отдельных приёмах приведены в табл. 1. Окончательные значения направлений на пункты получают как среднее арифметическое из направлений, измеренных в отдельных приемах.

Для получения высотной отметки определяемой точки необходимо измерить вертикальные углы на два ближайших пункта двумя приёмами при круге «слева» и «справа». Высоту прибора « i » и визирной цели « V » измеряют с округлением до сантиметра.

При выполнении данной работы в специализированной ау-

дирории студенты устанавливает теодолиты на консолях или штативах, номера которых указывает преподаватель. Измерения выполняются двумя круговыми приёмами. Координаты опорных точек выдаёт преподаватель после выполнения измерений.

Решение обратной геодезической засечки выполняется на компьютере по программе в Excel (рис. 2), при этом получается 4 варианта решения задачи. Угловые значения вводят следующим образом. Например, значение $87^{\circ}11'23''$ вводят как 87,1123. За окончательные координаты принимают их средневзвешенное значение. Расхождение в положении пункта из решения вариантов засечки допускается не более 0,6 мм на плане в масштабе съёмки.

После введения данных и вычисления координат X, Y и H на принтер выводится печать этих результатов. По координатам X и Y на листе бумаги формата А4 наносятся четыре точки опорного обоснования и полученная точка.

Так как измерения выполнялись в аудитории при ограниченных расстояниях, масштаб построения выбирается крупный (1:100, 1:50). Затем данный план преобразуется в мелкий масштаб (1:10000 и др.). Численное значение масштаба в каждом конкретном случае согласуется с преподавателем.

При выборе обратной засечки, как способа создания съёмочного обоснования, необходимо выполнять анализ точности будущей съёмочной точки. Задачей расчета является заблаговременный выбор наиболее выгодных с точки зрения точности четырех опорных пунктов, находящихся в поле видимости прибора. Для расчета используют сводный план карьера в наиболее мелком масштабе, например 1: 5000. На плане выделяют участки рабочих площадок уступов, с которых имеется видимость на одни и те же пункты опорной сети. В средней части и на краях каждого участка намечают точки, из которых проводят направления на опорные пункты.

ТОЧКИ ВИЗИРОВАНИЯ	№ усл.	Координаты пунктов визирования			Измерен.напр- Град ,МинСек	Вертик.угол Град, МинСек	выс.1	выс.у
		X	Y	H				
Гора	1	175,60	504,50	18,24	0,0000		1,25	
II	2	183,43	499,98	17,69	41,1821	5,5930	1,25	
АБК	3	193,62	499,05	18,11	120,0718	8,4230	1,25	
IV	4	201,85	503,08	18,26	163,0930		1,25	
		188,87	505,73	15,60				
ВАРИАНТЫ ЗАСЕЧЕК								
1.Расчёт координата Погр. X Y вес X вес Y								
1-2-3	0,07	188,87	505,73	37,1	1	14,0		
1-2-4	0,06	188,87	505,73	31,7	0	27,2		
1-3-4	0,25	188,87	505,73	15,9	0	22,4		
2-3-4	0,03	188,87	505,73	15,3	1	36,4		
2. Расчёт высотной отметки определяемого пункта								
Гора		13,32			0	185,1813		
II		7,92	15,60	31,66	1	226,3625		
АБК		8,20	15,60	30,58	1	305,2523		
IV		13,25			0	348,2713		
		Пролож.	Высоты	Вес H		Дир.угол		
							Град ,МинСек	

Обратная угловая засечка

Дата производства работ - 28.10.2020 Засечку произв Иванов В. Ввод данных проверки Петров

Рис. 2. Решение обратной засечки

9

Для каждой точки составляют варианты засечек наиболее выгодной формы (рис. 1), имея в виду, что сумма углов φ и ψ должна отличаться от 0° или 180° не менее чем на 30° . Вычисляют среднюю квадратическую погрешность (σ_p) положения точки по каждому варианту засечки по формуле 2. Углы φ и ψ измеряют на плане с округлением до 1° , длины сторон l - до $0,1$ км.

$$\sigma_p = \frac{\sigma_\beta \times l_{2-P}}{206 \times \sin(\varphi + \psi)} \sqrt{\left(\frac{l_{1-P}}{l_{1-2}}\right)^2 + \left(\frac{l_{3-P}}{l_{2-3}}\right)^2} \quad (2)$$

где σ_β - средняя квадратическая погрешность измерения углов β_1 и β_2 , обычно принимают $15''$; l - длина стороны, км.

Из вариантов засечек для одной точки выбирают два таких, у которых погрешности σ_p имеют наименьшее значение. Если погрешности двух вариантов различаются меньше чем в 2 раза, то окончательные координаты точки определяют как среднее арифметическое, если расхождение больше - то, как среднее взвешенное.

ПРИМЕР ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧКИ

Для данного примера (рис. 3) можно составить четыре варианта засечки: I - на пункты 1, 2 и 4; II - на пункты 1, 2 и 3; III - на пункты 2, 3 и 4; IV - на пункты 1, 3 и 4. В вариантах III и IV расстояние $P - 3$ превышает допустимое, однако из приведенного расчета следует, что эти варианты обеспечивают необходимую точность.

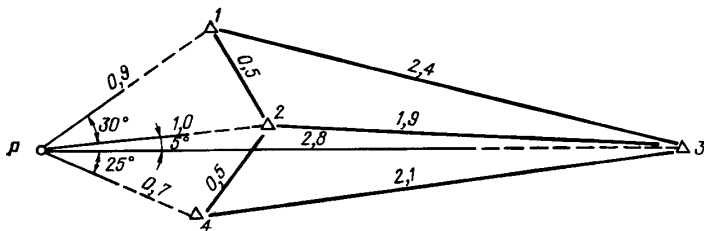


Рис. 3. Пример вычисления погрешности положения определяемого пункта

Таблица 3

Вычисление средней квадратической погрешности положения съёмочной точки

Измеренные величины	Варианты			
	I (1,2,4)	II (1,2,3)	III (2,3,4)	IV (1,3,4)
Расстояние от определяемого до исходного пункта, км:				
левого	0,9	0,9	1,0	0,9
среднего	1,0	1,0	2,8	2,8
правого	0,7	2,8	0,7	0,7
Расстояние между исходными пунктами, км:				
левым и средним	0,5	0,5	1,9	2,4
средним и правым	0,5	1,9	2,1	2,1
Углы, градус:				
φ	86	86	143	107
ψ	108	12	173	173
$\sin(\varphi + \psi)$	0,24	0,99	0,69	0,98
СКП σ , м	0,7	0,2	0,2	0,1

Данные для вычисления погрешности положения точки по формуле (2) приведены в таблице 3. Принято, что погрешность угловых измерений $\sigma_{\beta} = 15''$; при необходимости точность угловых измерений можно изменить.

В результате вычислений получены следующие значения средних квадратических погрешностей:

$$\sigma_1 = \frac{15 \cdot 1,0}{206 \cdot 0,24} \sqrt{\left(\frac{0,9}{0,5}\right)^2 + \left(\frac{0,7}{0,5}\right)^2} = 0,7 \text{ м};$$

$$\sigma_2 = \frac{15 \cdot 1,0}{206 \cdot 0,99} \sqrt{\left(\frac{0,9}{0,5}\right)^2 + \left(\frac{2,8}{1,9}\right)^2} = 0,2 \text{ м};$$

$$\sigma_3 = \frac{15 \cdot 2,8}{206 \cdot 0,69} \sqrt{\left(\frac{1,0}{1,9}\right)^2 + \left(\frac{0,7}{2,1}\right)^2} = 0,2 м;$$

$$\sigma_4 = \frac{15 \cdot 2,8}{206 \cdot 0,98} \sqrt{\left(\frac{0,9}{2,4}\right)^2 + \left(\frac{0,7}{2,1}\right)^2} = 0,1 м;$$

Несмотря на видимое соответствие I варианта принятым в маркшейдерской литературе требованиям, он не обеспечивает определения положения точки с необходимой точностью и из рассмотренных вариантов является самым невыгодным.

Погрешности остальных вариантов свидетельствуют о приемлемой форме засечек. Они не противоречат требованиям даже в тех случаях, когда один из исходных пунктов находится на значительном расстоянии и угол при определяемой точке между соседними направлениями мал.

Лабораторная работа № 2

ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ КАРЬЕРА

Тахеометрическая съёмка открытых горных работ является в настоящее время наиболее распространенным способом детальной съёмки среди всех существующих. В основе этого способа используется возможность получения плано-высотного положения точки одним визированием зрительной трубы тахеометра. По планам, построенным по материалам съёмки, решаются все основные маркшейдерские задачи.

В таблицах 4 и 5 представлены фрагменты журналов тахеометрической съёмки экскаваторного забоя, выполненной в конце июня и июля. Таким образом, фрагмент плана горных выработок, построенного по данным этих съёмок, отражает объем выполненных работ за июль месяц. Съёмка в июне выполнена с пункта 6, начальное визирование, т.е. наведение на пункт с отчетом $0^{\circ}00'00''$, осуше-

ствлялось на опорный пункт «Гора». Дирекционный угол начально-го направления должен быть известен из результатов обработки материалов по созданию съёмочного обоснования.

Таблица 4

ЖУРНАЛ №1

тахеометрической съёмки

Место работы: карьер №2

Исполнитель: Лебедев К.М.

Дата: 29.06.2020

Прибор: Dahlta 010B № 23145

№№ точек	Горизонтальные углы	Расстояния, м	Превышения, м	Высотные отметки, м	Примечание
Точка стоянки: № 6, точка визирования: пункт «Гора» 0°00'00" $i=v$					
1	333°10'	78,1	+12,63		вер. бров.
2	347 30	63,9	+12,55		вер. бров.
3	7 10	58,3	+12,72		вер. бров.
4	21 35	58,4	+12,63		вер. бров.
5	30 40	51,2	+12,84		вер. бров.
6	36 15	39,9	+12,88		вер. бров.
7	45 36	32,4	+12,45		вер. бров.
8	64 10	33,9	+12,77		вер. бров.
9	78 35	48,6	+12,70		вер. бров.
10	84 10	67,5	+12,56		вер. бров.
11	87 35	80,3	+12,62		вер. бров.
12	91 10	103,8	+12,49		вер. Бров.
13	338 13	67,4	+0,22		ниж.бров.
14	351 30	58,2	+0,14		ниж.бров.
15	13 10	54,1	+0,11		ниж.бров.
16	25 15	49,9	0,00		ниж.бров.
17	32 30	36,2	-0,14		ниж.бров.
18	54 30	28,0	+0,22		ниж.бров.
19	80 12	41,1	+0,14		ниж.бров.
20	87 20	59,3	+0,11		ниж.бров.
21	91 10	80,5	0,00		ниж.бров.
22	93 10	98,6	-0,14		ниж.бров.

Съёмка выполнена номограммным тахеометром Dahlta-010B. Особенностью этого прибора является то, что в процессе съёмки по номограммным кривым получают значения горизонтальных расстояний до снимаемых точек и превышения. Превышения между точкой установки тахеометра и снимаемым пикетом вычисляется по формуле:

$$h = h' + i - v \quad (3)$$

где: h' - превышение, определяемое по тахеометру, i – высота прибора, v – высота визирования.

Чтобы исключить из вычислений последние слагаемые, их значения приравнивают друг другу. Для этого во время съёмки при взятии отсчётов по рейке горизонтальную сетку нитей наводят на высоту прибора. При обработке журнала тахеометрической съёмки, выполненной тахеометром Dahlta 010B необходимо только сосчитать высотные отметки пикетных точек (H_i) Для этого необходимо к высотной отметке точки установки (H) тахеометра прибавить превышение h .

Таблица 5

ЖУРНАЛ №2
тахеометрической съёмки

Место работы: карьер №2

Исполнитель: Лебедев К.М.

Дата: 30.07.2020

Прибор: Dahlta 010B № 23145

№№ точек	Горизонтальные углы	Расстояние, м	Превышение, м	Высотные отметки, м	Примечание
Точка стоянки: № 11, точка визирования: пункт IV 0°0'0" i=v					
1	210°40'	93,8	+12,93		вер. бров.
2	220 31	78,1	+12,86		вер. бров.
3	233 28	66,5	+13,02		вер. бров.
4	252 32	59,1	+12,95		вер. бров.
5	266 05	55,0	+13,10		вер. бров.
6	272 10	43,0	+12,99		вер. бров.
7	282 33	30,6	+12,85		вер. бров.
8	298 06	30,0	+13,00		вер. бров.
9	313 40	41,1	+13,12		вер. бров.
10	322 30	55,5	+12,86		вер. бров.
11	211 10	86,3	+0,32		ниж.бров
12	223 07	72,0	+0,27		ниж.бров.
13	236 00	61,1	+0,29		ниж.бров.
14	255 15	55,1	+0,33		ниж.бров.
15	265 05	51,0	+0,41		ниж.бров.
16	270 00	39,1	+0,32		ниж.бров.
17	280 02	27,0	+0,27		ниж.бров.
18	306 34	29,1	+0,25		ниж.бров.
19	321 17	42,9	+0,28		ниж.бров.
20	328 11	61,9	+0,31		ниж.бров.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. На листе ватмана начертить тонкими линиями (0,1 мм) прямоугольную координатную сетку со сторонами 100 мм.

2. Подписать координаты сетки. Значение координат Y указывают для линий сетки внизу, координаты X – справа (рис. 4). Координаты указывают в км и их десятых долях. Масштаб построения 1:1000. При этом масштабе значения координат соседних линий сетки отличаются на 0,1 км.

3. В журнале тахеометрической съёмки № 1 и № 2 подсчитать высотные отметки пикетных точек.

4. По значениям координат, указанных в задании (таблица 6), нанести точку № 6 съёмочного обоснования на план.

5. По значению дирекционного угла построить ориентирное направление на пункт «Гора». Для построения используют транспортир.

6. По данным тахеометрической съёмки по состоянию на 29.06.2020 г. (таблица 7) нанести с помощью транспортира и линейки на план пикетные точки. Рядом с пикетом подписывают ее высотную отметку. Высотные отметки пикетов округлить до 0,1 м.

Соединить сплошной плавной линией толщиной 0,4 мм пикетные точки верхней бровки уступа. Линию вычерчивать вручную и она должна плавно вписываться в пикетные точки. Пунктирной линией (длина пунктира 3 мм, интервала – 1,5 мм) толщиной 0,2 мм вычертить нижнюю бровку уступа.

7. Аналогично нанести на план по координатам съёмочную точку № 11 (таблица 7). Используя ориентирное направление на пункт IV, по материалам тахеометрической съёмки по состоянию на 30.07.20 построить контур уступа. Таким образом, будет получена площадь отработки за июль месяц 2020 года. На этой площади римскими цифрами без подсечек указывают месяц и арабскими цифрами - год выемки (только две последние цифры года). Контур отработки по верхней бровке штрихуется линиями, толщиной 0,1 мм с интервалом 5мм.

Координаты и начальные направления съёмочной точки 6

Таблица 6

№№ Вариан- тов	Координаты съёмочной точки № 6			Дирекционный угол начального направле- ния с точки № 6
	X	Y	H	
1	3126,381	5433,581	432,566	234°30'21"
2	4874,304	4788,072	167,643	324°11'20"
3	3778,028	4177,018	362,205	80°30'21"
4	4075,844	5786,014	89,765	151°20'14"
5	3872,108	4568,724	128,954	324°12'14"
6	5107,716	4641,018	78,948	151°20'10"
7	4980,418	3074,192	234,946	264°11'02"
8	4874,041	4488,112	453,327	234°30'34"
9	3707,424	4088,704	341,927	80°32'02"
10	3877,624	4180,526	239,098	264°12'10"
11	4417,426	3870,108	94,092	151°17'45"
12	4072,123	5687,718	453,765	322°17'16"
13	6800,187	5708,424	190,567	264°08'07"
14	3874,717	4188,217	182,735	352°31'14"
15	4084,527	3814,828	239,035	264°02'47"
16	5887,187	6008,324	129,672	234°30'25"
17	3308,707	4668,783	120,872	264°11'10"
18	4023,414	3760,212	342,045	151°20'12"
19	3308,822	4167,412	52,984	234°10'17"
20	4018,544	4871,526	129,729	80°31'11"
21	2214,187	3207,807	234,719	352°30'17"
22	3388,824	4077,541	95,602	234°30'18"
23	4708,144	4072,188	334,734	352°31'11"
24	4761,328	3018,810	205,481	151°19'48"
25	5787,018	3874,128	89,567	80°30'11"

Примечание: требования по вычерчиванию плана отработки должны соответствовать «Условным обозначениям горной графической документации» (Справочник. М.,»Недра», 1981, 304 с.).

Координаты и начальные направления съемочной точки 11

Таблица 7

№№ Вариан- тов	Координаты съемочной точки № 11			Дирекционный угол начального направления с точки № 11
	X	Y	H	
1	3209,821	5400,091	432,254	347°09'25"
2	4907,792	4871,517	167,341	76°42'14"
3	3676,019	4169,222	361,812	193°32'10"
4	4047,837	5681,021	89,452	264°11'10"
5	3905,591	4652,161	128,645	76°43'07"
6	5079,709	4536,027	78,642	264°10'28"
7	5083,410	3086,692	234,639	16°03'11"
8	4957,481	4454,622	453,031	347°09'30"
9	3605,435	4080,911	341,631	193°30'14"
10	3961,026	4192,144	238,788	15°02'10"
11	4389,399	3765,119	93,781	264°12'18"
12	4105,613	5771,150	453,454	76°49'17"
13	6903,197	5720,927	190,265	16°19'22"
14	3864,711	4278,215	182,438	105°29'55"
15	4187,533	3827,327	238,727	16°03'19"
16	5970,621	5974,831	129,366	347°09'27"
17	3411,715	4684,287	120,574	16°22'41"
18	3995,406	3655,221	341,751	264°12'10"
19	3388,309	4138,851	52,674	346°15'20"
20	3916,544	4863,722	129,432	193°29'17"
21	2204,478	3297,801	234,422	105°31'32"
22	3472,262	4044,052	95,313	347°09'22"
23	4698,107	4162,182	334,452	105°32'17"
24	4735,311	2913,824	205,179	264°13'11"
25	5685,021	3866,329	88,849	193°32'12"

Участок плана горных выработок вычерчивают тушью. Съёмочные точки и начальные ориентирные направления вычерчивают тонким карандашом. Пример участка плана тахеометрической съёмки приведен на рис. 4.

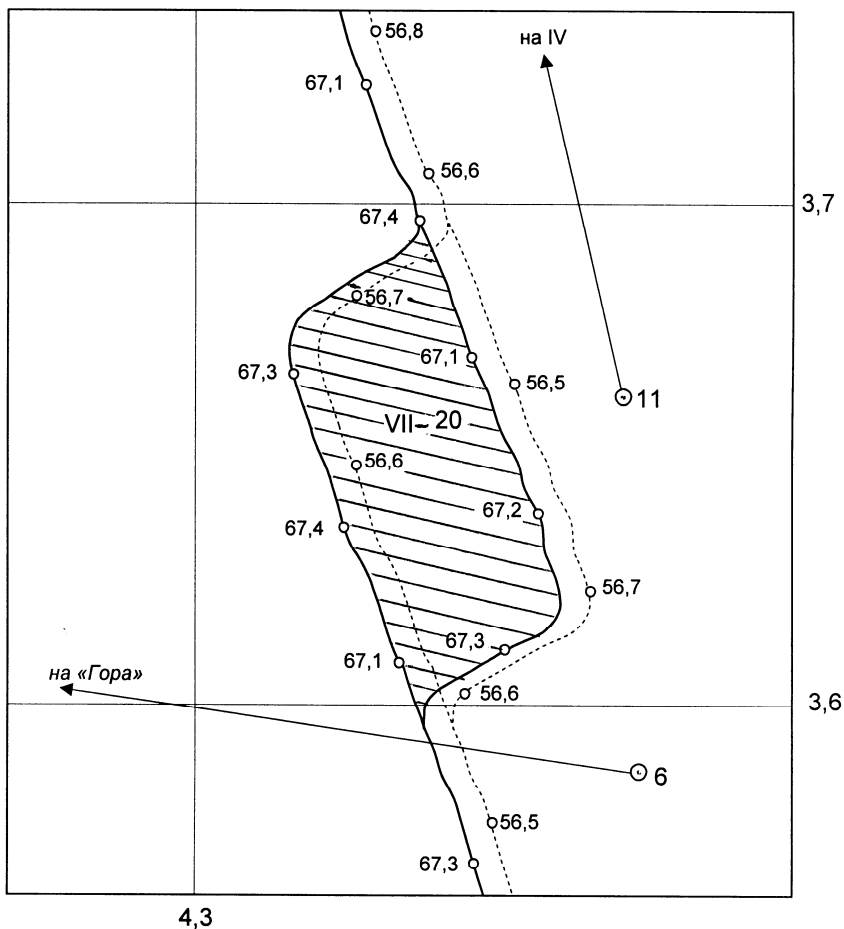


Рис. 4. План тахеометрической съемки

8. По материалам съемки подсчитывается объём (Q) добытого полезного ископаемого

$$Q = V \cdot \gamma \quad (4)$$

где V – объём извлечённого полезного ископаемого, m^3 ; γ - объёмная масса п.и., t/m^3 ($\gamma = 3,1 t/m^3$ для всех вариантов задания).

Объём определяется двумя способами: способом среднего

арифметического и способом вертикальных сечений по формуле:

$$V = \frac{S_в + S_н}{2} \times h_{cp} \times (l), \quad (5)$$

где $S_в, S_н$ – площади сечений соответственно по верхней и нижней бровкам, m^2 ; h_{cp} – средняя высота заходки (для способа среднего арифметического), м.; l – расстояние между сечениями, м (для способа вертикальных сечений).

$$h_{cp} = \frac{\sum Z_в}{n_в} - \frac{\sum Z_н}{n_н}, \quad (6)$$

где $\sum Z_в, n_в, \sum Z_н, n_н$ - сумма высотных отметок и их число в пределах верхнего и нижнего контуров определяемого блока.

Если площади сечений отличаются более, чем на 40 % применяют формулу

$$V = \frac{S_в + S_н + \sqrt{S_в \times S_н}}{3} \times h_{cp} \times (l) \quad (7)$$

Площадь контуров определяется с помощью электронного планиметра.

Допустимая погрешность определения объема горной массы σ_v в % определяется по формуле

$$\sigma_{v_{дон}} = \frac{1500}{V}, \quad (8)$$

где V – объем горной массы в целике, в m^3 .

Формулу (8) используют при объемах от 20 до 2000 тыс. m^3 . Если объем больше 2000 тыс. m^3 , то принимают $\sigma_v = 1\%$; если объем меньше 20 тыс. m^3 , то методика съемки горных выработок и вычисления объемов устанавливаются с таким расчетом, чтобы погрешность σ_v не превышала 10 %.

При допустимом расхождении объемов горной массы, полученных разными способами, выводится их среднее арифметическое значение. Окончательный результат подсчета объема добычи округляется до десятка тонн.

Лабораторная работа № 3 МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНШЕЙ

При проведении траншей на открытых горных работах маркшейдерская служба выполняет следующие работы:

- составление проекта проходки траншеи;
- вынос на местности трассы траншеи и контроль за ее проходкой;
- замер и подсчет объемов выполненных работ;
- исполнительная съемка траншеи и составление графической документации.

Основанием для проведения траншеи является утвержденный проект, включающий:

- генеральный проект карьера;
- геологические разрезы и профили по оси траншеи;
- координаты X и Y основных точек оси траншеи;
- геометрические параметры траншеи;
- углы поворотов и радиусы закруглений;
- высотные отметки подошвы траншеи, руководящий уклон.

По проектным данным выносят ось траншеи и закрепляют ее через 20-30 метров деревянными кольями. Выполняют тахеометрическую съемку в районе строительства траншеи и нивелирование по ее оси.

По данным съемки составляют исполнительный проект в следующей последовательности:

1. Строят продольный и поперечные профили через 20-50 метров в масштабе плана 1:1000. На продольном разрезе по оси траншеи указывают фактические и проектные высотные отметки и проектный уклон. Вычисляют рабочие отметки. На поперечных разрезах строят сечения траншеи согласно проектным данным. Выписывают значения фактических, проектных и рабочих отметок.

2. Определяют проектный объем V работ способом вертикальных сечений:

$$V = \left[\left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) \times l + \left(\frac{S_2 + S_3}{2} \right) \times l + \dots + \left(\frac{S_{n-1} + S_n}{2} \right) \times l \right] \times K_p$$

где S_1, S_2, \dots, S_n - площади поперечных сечений; l - расстояние между сечениями; K_p - коэффициент разрыхления горных пород.

Для составления рабочего проекта студенту предоставляется план земной поверхности в масштабе 1:1000, координаты начала траншеи (А) и конечной точки (В), координаты маркшейдерских точек и параметры траншеи.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. На план (рис. 5) по заданным координатам наносят точки А и В и соединив их, проводят продольную ось траншеи. Через 30-50 метров проводят линии поперечных разрезов I-I, II-II, IV-IV и т.д.

2. Вычисляют проектный уклон траншеи

$$i = \frac{H_B - H_A}{L_{AB}},$$

3. Используя план поверхности и проектный уклон подошвы траншеи, строят в масштабе плана продольный АВ и поперечные I-I, II-II, IV-IV разрезы (рис. 6 и 7) Фактические отметки рельефа определяют по горизонталям поверхности вдоль оси и по линиям разрезов. Проектные отметки подошвы траншеи вычисляют с учетом проектного уклона.

4. По поперечным сечениям траншеи вычерчивают на плане верхние и нижние бровки траншеи.

5. Определяют объем горных работ способом вертикальных сечений. Для этого необходимо определить площади поперечных сечений траншеи.

6. Определяют исходные данные для выноса на местность оси траншеи. Для этого вычисляют с помощью обратной геодезической задачи по координатам А и В дирекционный угол оси траншеи.

7. С помощью обратной геодезической задачи по координатам точек З и А вычисляют расстояние между ними и дирекционный угол стороны З-А.

8. Вычисляют горизонтальный угол в точке З для выноса на

местность начало траншеи (точка А).

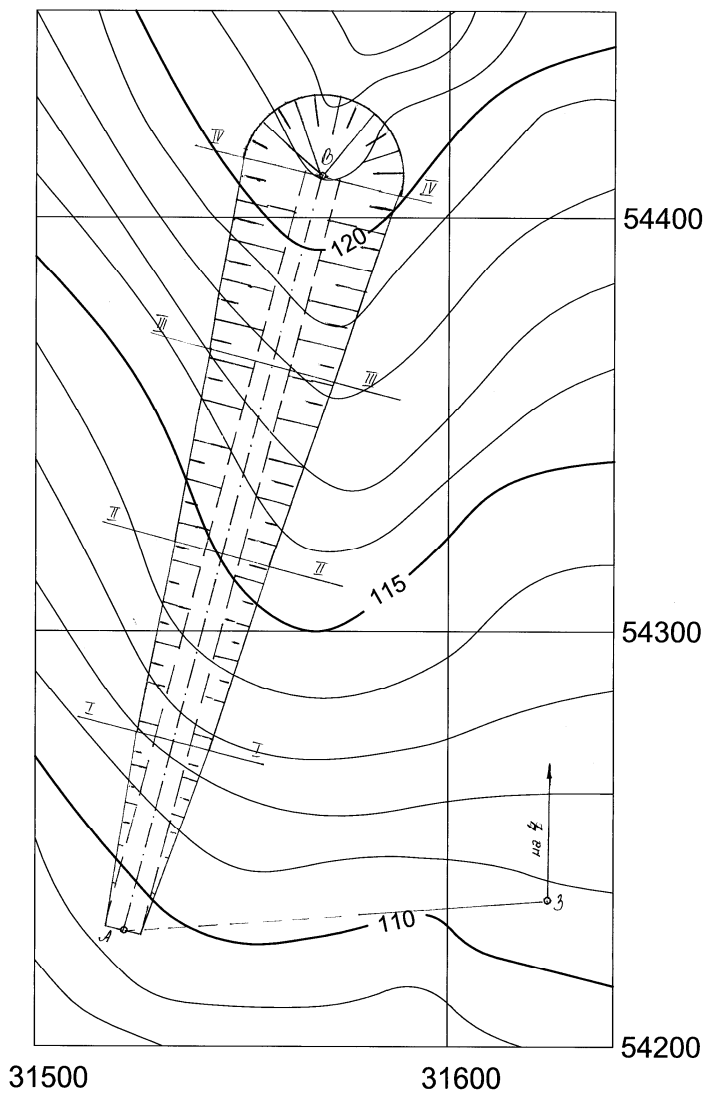


Рис. 5. План въездной траншеи

9. Рассчитывают угол в точке А для выноса на местность оси траншеи.

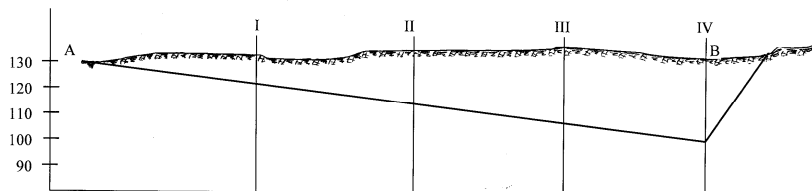


Рис. 6. Продольный профиль траншеи

10. Определяют проектный объем V работ способом вертикальных сечений:

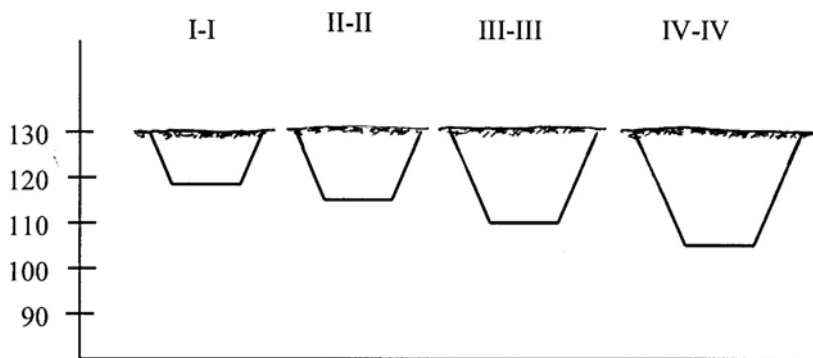


Рис. 7. Поперечные разрезы въездной траншеи

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маркшейдерское дело: Учеб для вузов: В двух частях /Под ред. И.Н. Ушакова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1989.
2. Маркшейдерские работы на карьерах и приисках/М.А. Перегудов, И.И. Пацаев, В.И. Борщ-Компониец и др.- М.,Недра, 1980. 366 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.....	4
СОЗДАНИЕ СЪЁМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ	4
МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ ЗАСЕЧКИ	4
ПРИМЕР ОЦЕНКИ ВАРИАНТОВ	10
ОБРАТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ЗАСЕЧКИ	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.....	12
ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ.....	12
СЪЁМКИ КАРЬЕРА.....	12
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:.....	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.....	20
МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ	20
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНШЕЙ.....	20
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	23