

**Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Академия управления городской средой, градостроительства и печати»**

ГЕОДЕЗИЯ

Расчетно-графическая работа

Вертикальная планировка

**Санкт-Петербург
2023**

Геодезия: методические указания предназначены для студентов всех форм обучения/ сост.: А.В. Дашичева, В.И. Сазонова; СПб ГБПОУ «АУГСГиП»
– СПб., 2023. –24 с.

Расчетно-графическая работа соответствует программе дисциплин «Инженерная геодезия» и «Геодезия и картография» для направлений обучения «Строительство», «Архитектура», «Землеустройство», «Информационные системы обеспечения градостроительной деятельности».

Даны методические указания к выполнению расчетно-графических работ по обработке материалов инженерно-геодезических изысканий для вертикальной планировки строительной площадки с учетом баланса земляных работ.

Введение

Методические указания предназначены для выполнения расчетно-графической работы студентами всех форм обучения по направлениям «Строительство», «Архитектура», «Информационные системы обеспечения градостроительной деятельности», «Землеустройство».

Целью расчетно-графической работы является:

- получение навыков в вычислительной обработке результатов нивелирования поверхности;
- ознакомление студентов с основными моментами составления проекта вертикальной площадки одним из наиболее простых методов – по нивелирной сетке квадратов, горизонтальной плоскостью с нулевым балансом земляных работ.

Для выполнения расчетно-графических работ необходимо получить подписанное преподавателем задание с исходными данными. Номер варианта соответствует номеру студента по журналу учета посещаемости.

Результаты выполненных расчетов оформляются на стандартных листах формата А4. Разрешается применять вычислительные алгоритмы, не рассмотренные в данных методических указаниях. При этом выбор этих алгоритмов необходимо обосновать в письменном виде. Форма представления вычислений должна соответствовать рекомендациям, приведенным в методических указаниях.

Расчетно-графическая работа

Работа состоит из двух частей:

- подготовка исходных данных для проектирования вертикальной планировки;
- составление проекта землепользования.

1. ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ

Первая часть складывается из:

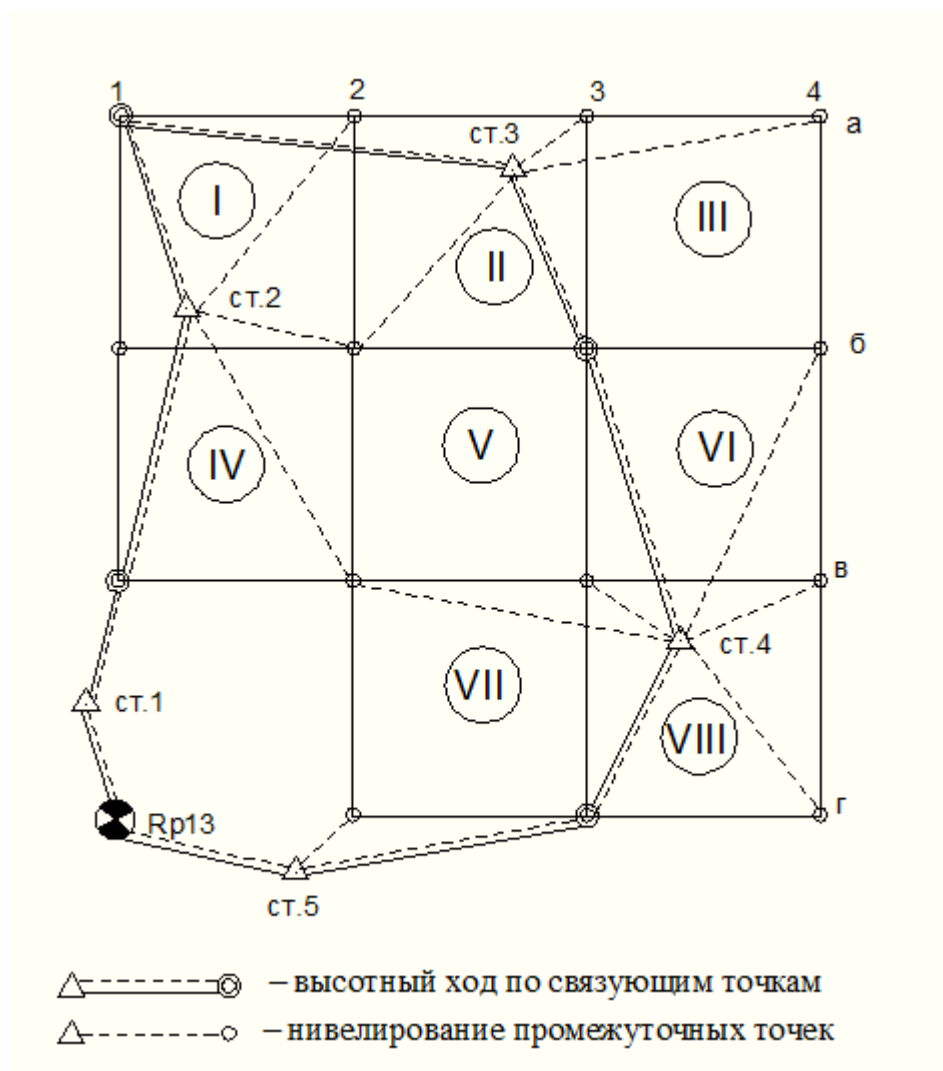
- а) обработки журнала нивелирования поверхности;
- б) составления и вычерчивания плана вертикальной съемки участка.

Рассмотрим последовательность выполнения этих работ.

1.1. Краткое описание полевых работ

Площадка, подлежащая съемке, на местности разбита на квадраты со сторонами 40 м. По вершинам квадратов произведено геометрическое нивелирование. Основной (замкнутый) ход был проложен через связующие точки по вершинам квадратов в – 1, а – 1, б – 3 и г – 3. Отчеты на этих точках производились по основной и контрольной сторонам реек.

Схема нивелирования площадки



Все остальные вершины квадратов при нивелировании являются промежуточными точками, и отчеты на них брались по основной стороне рек с следующих станций:

со станции 2 – б-1, б-2, а-2, в-2 (точки в-1 и а-1 – связующие);

со станции 3 – б-2, а-3, а-4 (точки а-1, б-3 – связующие);

со станции 4 – в-3, б-4, в-4, г-4, в-2 (точки б-3 и г-3 – связующие);

со станции 5 – г-2 (точки г-3 и Rp13 – связующие).

1.2. Обработка журнала нивелирования поверхности

1.2.1. Выписка в журнал данных нивелирования

В полевой журнал выписываются отчеты по рейкам, сделанным на связующих и промежуточных точках.

1.2.2. Вычисление превышений между связующими пикетами

Превышения (h) между связующими (задними и передними) точками хода на каждой станции вычисляются дважды: по отсчетам, сделанным по основной (черной), а затем по контрольной (красной) сторонам реек. Для этого от задних отсчетов (графа 3 журнала) необходимо вычесть передние отсчеты (графа 4), т.е.

$$h = a - b$$

Здесь a – задний, b – передний отсчеты.

Полученные превышения записывают в графу 6. Если оба превышения отличаются друг от друга не более 5 мм находят среднее значение превышения – $h_{\text{ср}}$ и записывают его в графу 7. При нахождении средних превышений в случае получения величины с десятными долями миллиметра ее округляют всегда в четную сторону.

После окончания вычислений на одной странице необходимо произвести контроль правильности вычислений – постраничный контроль. Для этого необходимо сложить все задние отсчеты, все передние отсчеты и все средние превышения (алгебраически). Полуразность сумм отсчетов должна быть равна сумме средних превышений на данной странице. За счет округления допускается отклонение ± 2 мм.

$$0,5(\sum a - \sum b) = 0,5(42620 - 42590) = 15 \text{ мм.}$$

В нашем примере сумма всех задних отсчетов $\sum a = 42620$ мм, передних $\sum b = 42590$ мм, полуразность сумм отсчетов

$$0,5(\sum a - \sum b) = 0,5(42620 - 42590) = 15 \text{ мм.}$$

Так как сумма средних превышений равна

$\sum h_{\text{ср}} = 0,5 \cdot \sum h_{\text{выч}} = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ мм}$, и не отличается от полуразности сумм отсчетов более чем на ± 2 мм, то вычисления на этой странице сделаны правильно.

Постраничный контроль делают на каждой странице журнала нивелирования.

1.2.3. Вычисление невязки замкнутого нивелирного хода

Для вычисления невязки нивелирного хода складывают все средние превышения. Для замкнутого хода эта сумма должна быть равна нулю, но из-за накопления ошибок, найденная сумма превышений будет представлена какой-то величиной, называемой невязкой нивелирного хода:

$$f_h = \sum h_{\text{ср}}$$

1.2.4. Контроль

Величина невязки f_h должна быть не более $f_{h_{\text{доп}}} = \pm 10\sqrt{n}$ мм, где $f_{h_{\text{доп}}}$ – допустимая невязка нивелирного хода, а n – число станций хода (в РГР №3 $n = 5$).

При выполнении условия $f_h \leq f_{h_{\text{доп}}}$ можно продолжить вычисления, а если нет – то вернуться к пункту 1.2.2. и проверить все последующие расчеты.

В нашем примере $f_{h_{\text{доп}}} = 10\sqrt{5} = 22$ мм, $f_h = \sum f_{h_{\text{ср}}} = 15$ мм, $f_h \leq f_{\text{доп}} = 15 \text{ мм} < 22 \text{ мм}$ – невязка допустимая, значит можно выполнять дальнейшие вычисления.

1.2.5. Распределение невязки; вычисление исправленных превышений

Найденная невязка f_h в виде поправок вводится в средние превышения. Величины поправок одинаковы (с точностью до 1 мм), а знак их обратный знаку невязки. Исправленные превышения заносят в графу 8. После этого вычисляют сумму исправленных превышений ($\sum h_{\text{испр}}$).

1.2.6. Контроль

Если сумма исправленных превышений равна 0 – вычисления продолжаются; если нет – то нужно вернуться к пункту 1.2.5 и про-

известны все вычисления вторично для выявления сделанной ошибки.

1.2.7. Вычисление отметок связующих пикетов

Отметка исходного R_p 13 берется по данным своего варианта из "Задания на РГР №№ 2, 3".

Внимательно проверьте правильность выписки исходной отметки R_p 13!

Отметки остальных связующих точек вычисляются по известной формуле: отметка последующей точки равна отметке предыдущей точки плюс исправленное превышение между ними:

$$H_n = H_{n-1} \pm h_{\text{испр}};$$

$$H_{\text{св.пер}} = H_{\text{св.зад}} \pm h_{\text{испр}}, \text{ где}$$

$H_{\text{св.пер}}$ – высотная отметка связующей передней точки;

$H_{\text{св.зад}}$ – высотная отметка связующей задней точки;

$h_{\text{испр}}$ – исправленное превышение.

$$\text{Станция 1: } H_{\text{св.зад}}(H_{R_p13}) = 24,155; h_{\text{испр}1_{\text{ст}}} = 1,334; H_{\text{св.пер}} \text{ В-1} - ?;$$

$$H_{\text{В-1}} = H_{R_p13} + h_{\text{испр}1_{\text{ст}}}; H_{\text{В-1}} = 24,155 + 1,334 = 25,489.$$

$$\text{Станция 2: } H_{\text{св.зад}} \text{ В-1} = 25,489; h_{\text{испр}2_{\text{ст}}} = 1,568; H_{\text{св.пер}} \text{ а-1} - ?;$$

$$H_{\text{а-1}} = H_{\text{В-1}} + h_{\text{испр}2_{\text{ст}}}; H_{\text{а-1}} = 25,489 + 1,568 = 27,057.$$

$$\text{Станция 3: } H_{\text{св.зад}} \text{ а-1} = 27,057; h_{\text{испр}3_{\text{ст}}} = -0,568; H_{\text{св.пер}} \text{ б-3} - ?;$$

$$H_{\text{б-3}} = H_{\text{а-1}} - h_{\text{испр}3_{\text{ст}}}; H_{\text{б-3}} = 27,057 - 0,568 = 26,489.$$

$$\text{Станция 4: } H_{\text{св.зад}} \text{ б-3} = 26,489; h_{\text{испр}4_{\text{ст}}} = -1,754; H_{\text{св.пер}} \text{ г-3} - ?;$$

$$H_{\text{г-3}} = H_{\text{б-3}} - h_{\text{испр}4_{\text{ст}}}; H_{\text{г-3}} = 26,489 - 1,754 = 24,735.$$

$$\text{Станция 5: } H_{\text{св.зад}} \text{ г-3} = 24,735; h_{\text{испр}5_{\text{ст}}} = -0,580; H_{\text{св.пер}} \text{ Рп13} - ?;$$

$$H_{R_p13} = H_{\text{г-3}} - h_{\text{испр}5_{\text{ст}}}; H_{R_p13} = 24,735 - 0,580 = 24,155;$$

Запись отметок производится в графе 10 против соответствующих пикетов, плюсовых или минусовых точек. Контролем правиль-

ности вычисления отметок связующих точек является получение в итоге отметки исходной точки.

Внимание! В нивелирном журнале отсчеты и средние превышения выражены в миллиметрах, а абсолютные отметки исходных реперов в метрах. Поэтому при вычислении значения исправленных превышений нужно перевести в метры.

1.2.8. Вычисление отметок промежуточных точек

Для вычисления отметок промежуточных точек, сначала необходимо вычислить и записать в графе 9 значение горизонта инструмента ($H_{\text{ги}}$), на тех станциях, где такие точки имеются. Горизонт инструмента представляет собой вертикальное расстояние от уровенной поверхности до луча визирования и равен либо сумме отметки задней связующей точки и отсчета на нее по основной шкале рейки, либо сумме отметки передней точки и отсчета на нее:

$$H_{\text{ги}} = H_{\text{зад}} + a = H_{\text{передн}} + б ,$$

$H_{\text{ги}}$ – высотная отметка горизонта инструмента;

$H_{\text{зад}}$ и $H_{\text{передн}}$ – высотные отметки задней и передней точек;

a , $б$ – соответственно задний и передний отсчеты по основной (черной) шкале рейки.

Обратите внимание, что в графах 3 и 4 нивелирного журнала первыми записаны отсчеты по основной (черной) шкале рейки.

В нашем примере (станция 2) $H_{\text{ги}}$

по задней точке равен – $(25,489 + 2,909) = 28,398$ м;

по передней точке – $(27,057 + 1,335) = 28,392$ м.

По среднему значению высоты горизонта инструмента

$H_{\text{ги(ср)}} = (28,398 + 28,392) : 2 = 28,395$, округленному до целых миллиметров (три знака после запятой), вычисляют отметки промежуточных точек по формуле:

$$H_{\text{пром}} = H_{\text{ги}} - c ,$$

$H_{\text{пром}}$ – высотная отметка промежуточной точки;

c – отсчет на данную промежуточную точку, и результаты записывают в графу 10 против соответствующих промежуточных точек.

Например, для станции 2:

$H_{\text{ги}} = (28,398 + 28,392) : 2 = 28,395$ м;

$H_{\text{пром } б - 1} = 28,395 - 1,812 = 26,583$ м;

$H_{\text{пром } б - 2} = 28,395 - 2,019 = 26,376$ м;

$$H_{\text{пром 6}} - 2 = 28,395 - 1,458 = 26,937 \text{ м};$$

$$H_{\text{пром В}} - 2 = 28,395 - 2,955 = 25,440 \text{ м}.$$

Журнал технического нивелирования

№ стан-ций	Наим. точек	Отсчеты по рейкам, мм			Превышения, мм			Отметки го-ризонта при-бора (ГП), м	Отметки точек Н, м	Примечание
		задние <i>a</i>	передние <i>b</i>	промежуточные <i>c</i>	вычисленные, <i>h</i> _{выч}	средние <i>h</i> _{ср}	исправленные, <i>h</i> _{испр}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Репер 13	1763 6449			+1339 +1335	−3 +1337	+1334		24,155	
	в-1		0424 5114						25,489	
2	в-1	2909 7595			+1574 +1568	−3 +1571	+1568	28,395	25,489	
	б-1			1812					26,586	
	б-2			2019					26,379	См. ст. 3
	а-2			1458					26,940	
	в-2			2955					25,443	См. ст. 4
	а-1		1335 6027						27,057	
3	а-1	1352 6043			−0567 −0569	− 3 −0565	− 0568	28,409	27,057	
	б-2			2033					26,376	См. ст. 2
	а-3			1385					27,024	
	а-4			1149					27,260	
	б-3		1919 6606						26,489	
4	б-3	1230 5920						27,718	26,489	
	в-3			2382					25,336	
	б-4			1052					26,666	
	в-4			1786					25,932	
	г-4			2726					24,992	

	В-2			2380	-1752 -1750	-3 -1751			25,438	См. ст. 2
	Г-3		2982 7670						24,735	
5	Г-3	2336 7023			-575 -579	-3 -577	-1754 -580	27,068	24,735	
	Г-2			2723					24,345	
	Репер13		2911 7602						24,155	

Постраничный контроль:

$$\sum a = 42620; \sum b = 42590;$$

$$\sum h_b = 30; \sum h_{cp} = 15 \quad \sum h_{ис} = 0;$$

$$\frac{\sum a - \sum b}{2} = \sum h_{cp}; \quad \frac{\sum h_{выч}}{2} = \sum h_{cp};$$

$$\frac{42620 - 42590}{15} = 15; \quad \frac{30}{2} = 15.$$

Допустимая невязка: $f_{h_{доп}} = 10\sqrt{n} \text{ мм},$

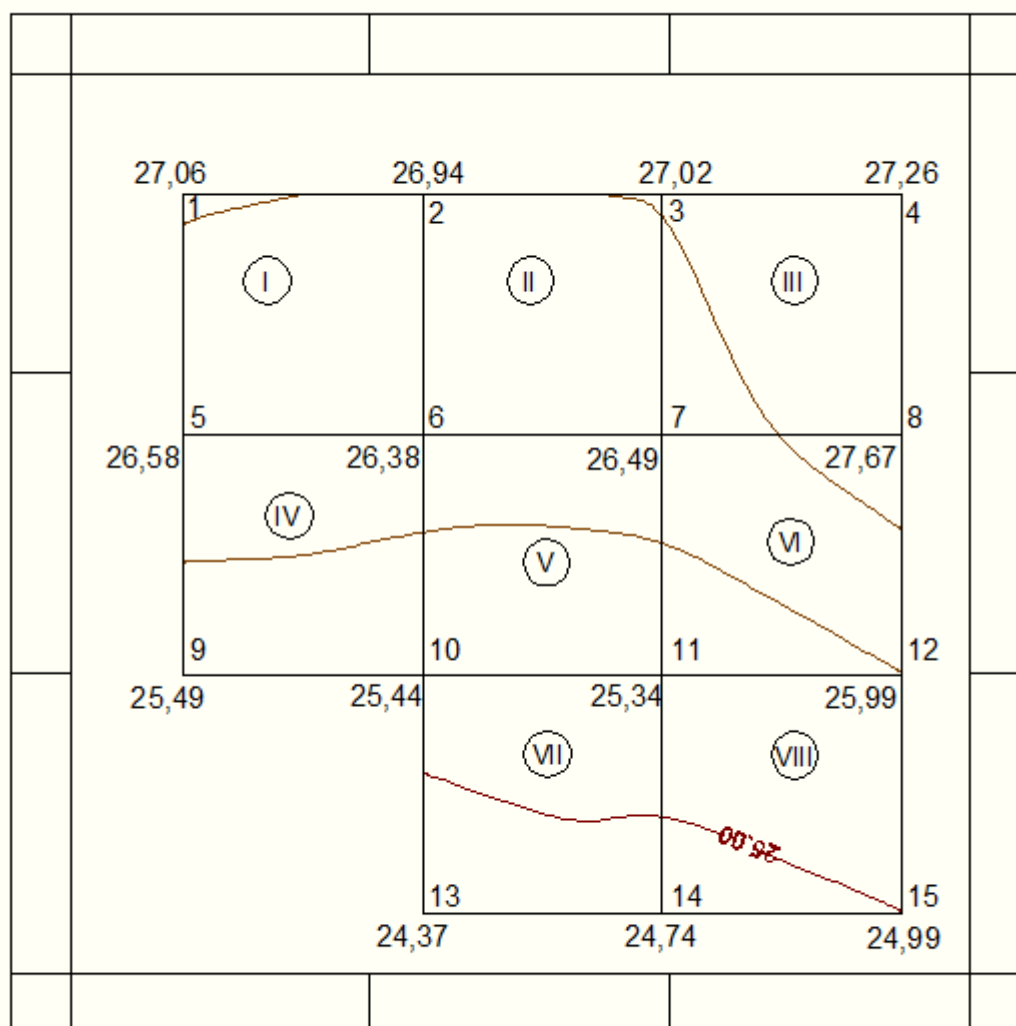
где n - число станций

$$f_{h_{доп}} = 10\sqrt{5} = 22 \text{ мм}$$

1.2.9. Составление и вычерчивание плана вертикальной съемки

1. На формате А в масштабе 1:1000 вычерчивается сетка квадратов (черным цветом).
2. Вершины квадратов нумеруются, и в каждой вершине с округлением до 0,01 м подписывается ее отметка, взятая из полевого журнала нивелирования. Сетка квадратов, номера вершин и отметки вершин квадратов вычерчиваются черным цветом.
3. Методом графической интерполяции на сторонах квадратов и заданных диагоналях находят положение горизонталей с высотой сечения рельефа через 1,0 м. Закругления горизонталей должны быть плавными.
4. Окончательно план оформляется по существующим требованиям. Горизонтالي вычерчиваются коричневым цветом, линиями толщиной 0,15 мм, в разрывах делаются подписи их высот. Горизонтали кратные 5-ти метрам утолщаются (0,25 мм). Направление ската отмечается бергштрихами. Основания цифр подписей горизонталей должны быть направлены вниз по скату.

Топографический план вертикальной съемки площадки



Масштаб 1:1000

Сплошные горизонтالي проведены через 1 метр

2. РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Так как естественная поверхность участка, на котором была произведена вертикальная съемка, не удовлетворяет требованиям, связанным с эксплуатацией сооружения, возникает необходимость преобразования этой поверхности в искусственную (т.е. проектную) поверхность. Работы, связанные с преобразованием рельефа, называются вертикальной планировкой. Вертикальная планировка решается путем перемещения земляных масс. Эти перемещения называются выемками и насыпями. Объем выемок и насыпей могут

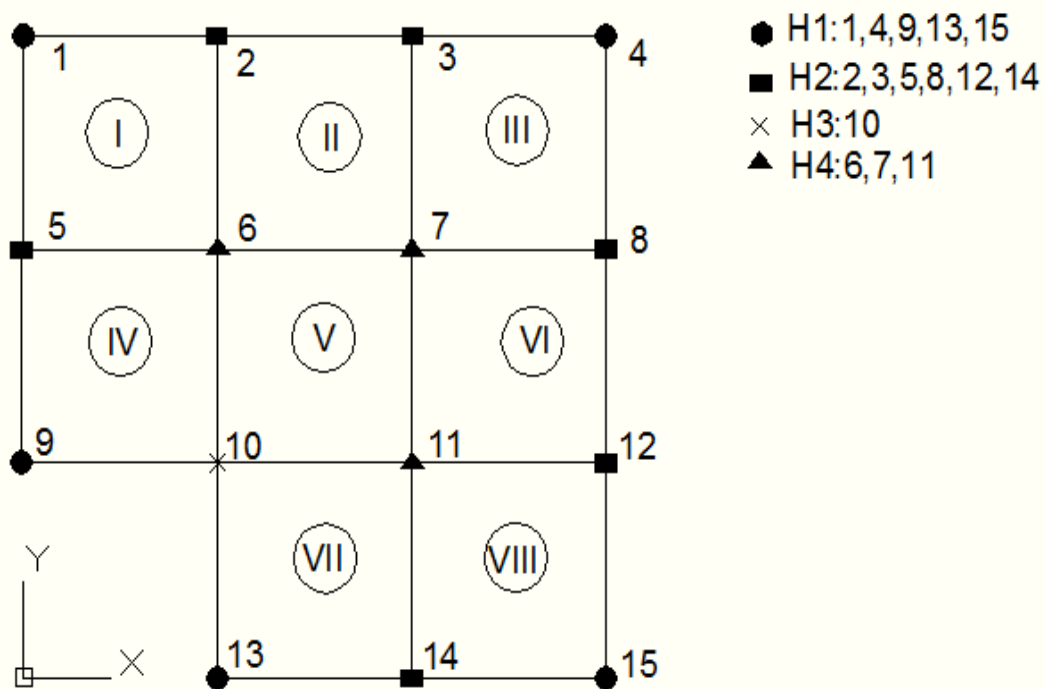
быть разными, разность их называется балансом земляных работ. Когда объемы выемок и насыпей одинаковы, говорят, что баланс земляных работ равен нулю, что земляные работы балансируются.

В данной расчетно-графической работе проектирование вертикальной планировки ведется наиболее простым методом – по нивелирной сетке квадратов. Проектная поверхность проектируется, как горизонтальная, и по высоте располагается так, чтобы земляные работы балансировались.

2.1. Составление и оформление плана вертикальной съемки площадки

На листе формата А4 в масштабе 1:1000 расчерчивается сетка квадратов. На этой сетке будет выполняться составление картограммы земляных работ – схематический план расположения видов земляных работ на участке. Квадраты должны быть пронумерованы римскими цифрами. У каждой вершины квадрата черным цветом подписываются отметка поверхности земли, взятая с плана вертикальной съемки.

Схема разбивки квадратов



2.2 Вычисление проектной отметки горизонтальной плоскости

$$H_0 = \frac{1\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4}{4n} =$$

$$= \frac{129,17 + 2 \times 157,94 + 3 \times 25,4 + 4 \times 78,21}{32} = 26,09$$

где $1\sum H_1$ – сумма отметок вершин, входящих в один квадрат;

$2\sum H_2$ – удвоенная сумма отметок вершин, входящих в два квадрата;

$3\sum H_3$ – утроенная сумма отметок вершин, входящих в три квадрата;

$4\sum H_4$ – учетверенная сумма отметок вершин, входящих в четыре квадрата;

n – число квадратов.

2.3. Вычисление рабочих отметок по перемещению грунта

На картограмме земляных работ синим цветом у каждой вершины квадрата, над отметкой земли, подписывается проектная отметка – отметка горизонтальной плоскости, балансирующей земляные работы. Затем у каждой вершины, красным цветом, с соответствующим знаком подписывается рабочая отметка ($h_{\text{раб}}$), вычисляемая по формуле:

$$h_{\text{раб}} = H_0 - H_i,$$

где H_i – отметка поверхности земли у текущей вершины квадрата.

Рабочая отметка равна разности проектной отметки и отметки поверхности земли. Знак рабочей отметки дает качественную характеристику земляных работ (плюс – насыпь, минус – выемка), а абсолютная величина ее – количественную характеристику земляных работ (высота насыпи, глубина выемки).

26,09 27,06 -0,97	26,09 26,94 -0,85	26,09 27,02 -0,93	26,09 27,26 -1,17
26,09 26,58 -0,49	26,09 26,38 -0,29	26,09 26,49 -0,40	26,09 26,67 -0,58
26,09 25,49 +0,60	26,09 25,44 +0,65	26,09 25,24 +0,75	26,09 25,99 +0,10
	26,09 24,37 +1,72	26,09 24,74 +1,35	26,09 24,99 +1,10

Рис.4. Схема вычисления рабочих отметок по перемещению грунта

2.4. Вычисление положения точек нулевых работ

Положение точек нулевых работ определяется в соответствии с рис.5.

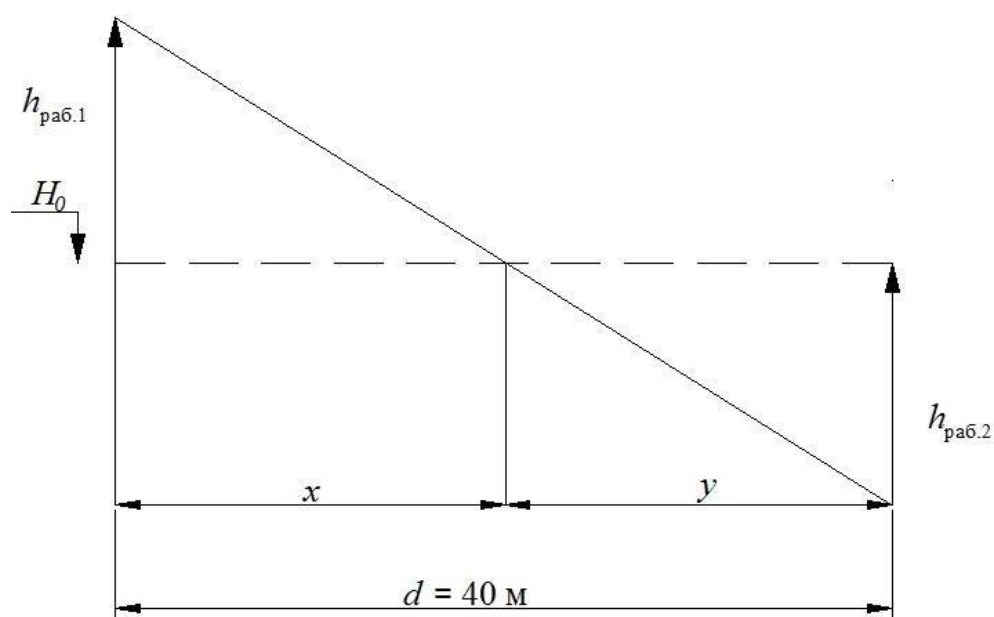


Рис.4. Схема определения положения точек нулевых работ

$$x = \frac{|h_1|}{|h_1| + |h_2|} d; \quad y = \frac{|h_2|}{|h_1| + |h_2|} d; \quad x + y = d.$$

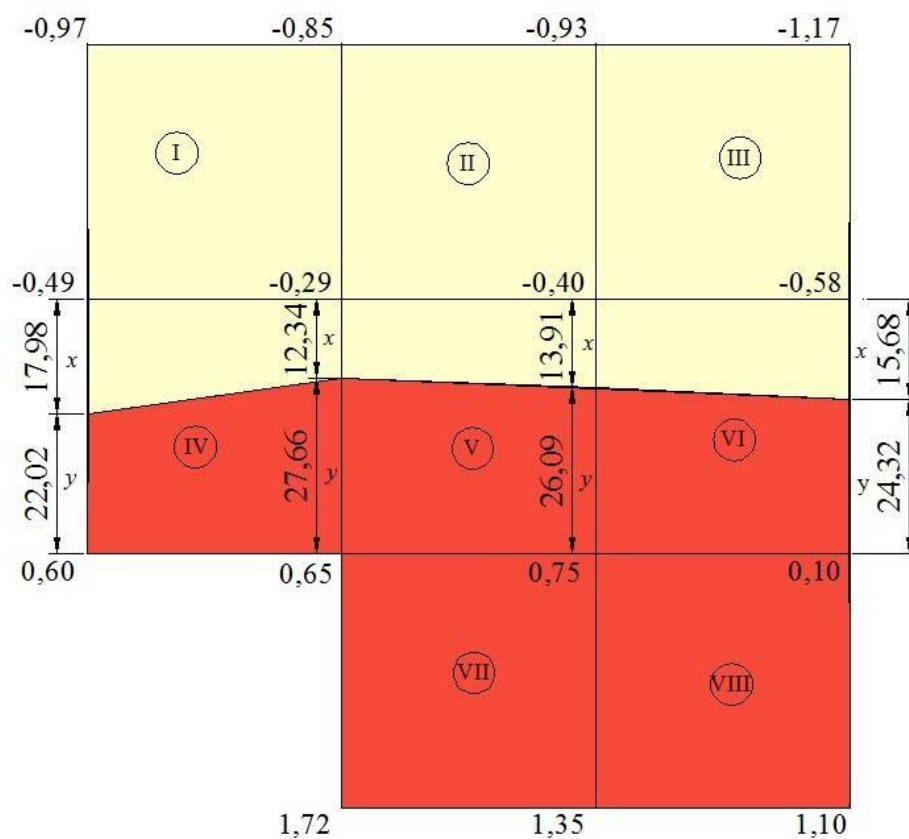


Рис.6. Картограмма земляных работ

$$1. \quad \left. \begin{aligned} X &= \frac{0,49}{0,49 + 0,60} 40 = 17,98 \\ Y &= \frac{0,60}{0,49 + 0,60} 40 = 22,02 \end{aligned} \right\} = 40.$$

$$2. \quad \left. \begin{aligned} X &= \frac{0,29}{0,29 + 0,60} 40 = 12,34 \\ Y &= \frac{0,65}{0,29 + 0,65} 40 = 27,66 \end{aligned} \right\} = 40.$$

$$3. \quad \left. \begin{aligned} X &= \frac{0,40}{0,40 + 0,75} 40 = 13,91 \\ Y &= \frac{0,75}{0,40 + 0,75} 40 = 26,09 \end{aligned} \right\} = 40.$$

$$4. \quad \left. \begin{aligned} X &= \frac{0,58}{0,58 + 0,90} 40 = 15,68 \\ Y &= \frac{0,90}{0,58 + 0,90} 40 = 24,32 \end{aligned} \right\} = 40.$$

2.5. Баланс земляных работ

Далее подсчитывается баланс земляных работ, т.е. разница между объемами насыпей и выемок по каждому квадрату в отдельности и по всему участку в целом по формулам:

Квадрат:

$$S_{\text{кв}} = d^2; h_{\text{ср(кв-та)}} = \frac{\sum \pm h}{4}; V = d^2 \frac{\sum h_{\text{ср}}}{4}.$$

Трапедия:

$$S_{\text{трап}} = \frac{a+b}{2} d; h_{\text{ср(трап)}} = \frac{h_1 + h_2}{4}; V = S(\pm h_{\text{ср}}),$$

где h – рабочие отметки вершин; d сторона квадрата.

I квадрат

$$S_{\text{кв}} = d^2 = 40^2 = 1600 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср кв-та}} = \frac{|0,97| + |0,49| + |0,95| + |0,29|}{4} = -0,65 \text{ м};$$

$$V = d^2 \frac{\sum_{\text{ср}}}{4} = 1600 \frac{2,6}{4} = 1600(-0,65) = -1040 \text{ м}^3.$$

II квадрат

$$S_{\text{кв}} = 1600 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср кв та}} = \frac{-2,47}{4} = -0,62 \text{ м};$$

$$V = 1600(-0,62) = 992 \text{ м}^3.$$

III квадрат

$$S_{\text{кв}} = 1600 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср(к-та)}} = \frac{-3,08}{4} = -0,77 \text{ м};$$

$$V = 1600(-0,77) = -1232 \text{ м}^3.$$

IV квадрат

$$S_{\text{трап1}} = \frac{17,98 + 12,34}{2} 40 = 606,4 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср1}} = \frac{|-0,49| + |-0,29|}{4} = -0,20 \text{ м};$$

$$V_1 = 606,4(-0,20) = -118 \text{ м}^3 ;$$

$$S_{\text{трап}_2} = \frac{22,02 + 27,66}{2} 40 = 994 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}_2} = \frac{0,65 + 0,60}{4} = 0,31 \text{ м};$$

$$V_2 = 994 \cdot 0,31 = 311 \text{ м}^3.$$

V квадрат

$$S_{\text{трап}_1} = \frac{12,34 + 13,91}{2} 40 = 525 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}_1} = \frac{(-0,29) + (-0,40)}{4} = -0,172 \text{ м};$$

$$V_1 = 525(-0,172) = -90,30 \text{ м}^3;$$

$$S_{\text{трап}_2} = \frac{27,66 + 26,09}{2} \times 40 = 1075 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}_2} = \frac{0,65 + 0,75}{4} = 0,35 \text{ м};$$

$$V_2 = 1075 \cdot 0,35 = 376 \text{ м}^3.$$

VI квадрат

$$S_1 = \frac{13,91 + 15,68}{2} 40 = 592 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}_1} = \frac{(-0,40) + (-0,58)}{4} = -0,245 \text{ м};$$

$$V_1 = 592(-0,245) = -145 \text{ м}^3$$

$$S_2 = \frac{26,09 + 24,32}{2} 40 = 1008 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}_2} = \frac{0,75 + 0,10}{4} = 0,212 \text{ м};$$

$$V_2 = 1008 \cdot 0,212 = 214 \text{ м}^3.$$

VII квадрат

$$S = d^2 = 40^2 = 1600 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}} = \frac{0,65 + 0,75 + 1,72 + 1,35}{4} = 1,118 \text{ м};$$

$$V = 1600 \cdot 1,118 = 1788 \text{ м}^3.$$

VIII квадрат

$$S = d^2 = 40^2 = 1600 \text{ м}^2;$$

$$h_{\text{ср}} = \frac{0,75 + 0,10 + 1,35 + 1,10}{4} = 0,825 \text{ м};$$

$$V = 1600 \cdot 0,825 = 1320 \text{ м}^3.$$

Расчет объема земляных работ

№№ кв.др.	По досыпке «+»			По снятию «-»		
	S, м ²	h _{ср} , м	V, м ³	S, м ²	h _{ср} , м	V, м ³
I	—	—	—	1600	0,65	1040
II	—	—	—	1600	0,62	992
III	—	—	—	1600	0,77	1232
IV	994	0,31	311	606	0,20	121
V	1075	0,35	376	525	0,17	89
VI	1008	0,21	212	592	0,24	142
VII	1600	1,12	1792	—	—	—
VIII	1600	0,82	1312	—	—	—

$$\sum V_{\text{м}^3} = +4003;$$

$$\sum V_{\text{м}^3} = -3616.$$

Итоговая сумма насыпи и выемки для всего участка должна быть одинаковой. Допустимая разница в м³ $\Delta V_{\text{доп.}} \leq 5\%$

$$\sum V_{\text{в}} = 3616 \text{ м}^3;$$

$$\sum V_{\text{н}} = 4003 \text{ м}^3;$$

$$\frac{\sum V_{\text{в}} - \sum V_{\text{н}}}{\sum V_{\text{в}} + \sum V_{\text{н}}} 100 = \frac{3616 - 4003}{3616 + 4003} 100 = 5\%.$$

Рекомендуемая литература

1. Инженерная геодезия под ред. П.С. Закатова – изд. «Недра», Москва, М., 2019.
2. *Хейфец Б. С.* Практикум по инженерной геодезии / Б. С. Хейфец, Б. Б. Данилевич. – изд. «Недра». – М., 2020.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	
ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ И СОСТАВЛЕНИЕ ПРОЕКТА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ	3
1. ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ	3
1.1 Краткое описание полевых работ.	4
1.2 ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ.	5
1.2.1. Выписка в журнал данных нивелирования.	5
1.2.2. Вычисление превышений между связующими пикетами.	7
1.2.3. Вычисление невязки замкнутого нивелирного хода.	7
1.2.4. Контроль.	7
1.2.5. Распределение невязки; вычисление исправленных превышений.	7
1.2.6. Контроль.	7
1.2.7. Вычисление отметок связующих пикетов.	7
1.2.8. Вычисление отметок промежуточных точек.	8
1.2.9. Составление и вычерчивание плана вертикальной съемки.	11
2.РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ	12
2.1. Составление и оформление плана вертикальной съемки площадки.	13
2.2 Вычисление проектной отметки горизонтальной плоскости.	14
2.3. Вычисление рабочих отметок по перемещению грунта.	14
2.4. Вычисление положения точек нулевых работ	15
2.5. Подсчет баланса земляных работ	17