

НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПО КВАДРАТАМ



Издательство ГОУ ВПО ТГТУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПО КВАДРАТАМ

Методические указания для студентов, обучающихся по направлению
270800.62 – «Строительство» по профилям подготовки
«Промышленное и гражданское строительство»,
«Городское строительство и хозяйство»,
«Автомобильные дороги»



Тамбов
Издательство ГОУ ВПО ТГТУ
2011

УДК 528.422.2(076)
ББК Д123я73-5
3-482

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета

Р е ц е н з е н т

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Архитектура и строительство зданий» ГОУ ВПО ТГТУ
А.И. Антонов

С о с т а в и т е л и:

Г.В. Зеленин, Н.М. Снятков

3-482 Нивелирование поверхности по квадратам : метод. указ. /
сост. : Г.В. Зеленин, Н.М. Снятков. – Тамбов : Изд-во ГОУ
ВПО ТГТУ, 2011. – 16 с. – 80 экз.

Приведены общие сведения о проекте вертикальной планировки и методические указания для выполнения расчётно-графической работы «Нивелирование поверхности по квадратам».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 – «Строительство» по профилям подготовки «Промышленное и гражданское строительство», «Городское строительство и хозяйство», «Автомобильные дороги».

УДК 528.422.2(076)
ББК Д123я73-5

© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический
университет» (ГОУ ВПО ТГТУ), 2011

Учебное издание

НИВЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПО КВАДРАТАМ

Методические указания

СОСТАВИТЕЛИ:
ЗЕЛЕНИН Григорий Васильевич,
СНЯТКОВ Николай Михайлович

Редактор Л.В. Комбарова
Инженер по компьютерному макетированию М.С. Анурьева

Подписано в печать 31.05.2011.
Формат 60 × 84 /16. 0,93 усл. печ. л. Тираж 80 экз. Заказ № 237

Издательско-полиграфический центр ГОУ ВПО ТГТУ
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Преобразование естественных форм рельефа с целью создания необходимых условий для эксплуатации возводимых зданий и сооружений называется вертикальной планировкой. Проект вертикальной планировки является частью генерального плана строительства.

Для вертикальной планировки строительной площадки используются топографические планы масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, составленные по результатам нивелирования стройплощадки по квадратам. Такой способ нивелирования применяется на открытых участках местности со слабо выраженным рельефом, со сравнительно небольшими уклонами в пределах 0,0002...0,005 и высотой сечения рельефа 0,1...0,5 м.

Размеры разбиваемых на местности квадратов (от 10×10 м до 100×100 м) зависят от характера рельефа местности, заданной высоты сечения, площади участка под застройку и требований к точности изображения рельефа. Вершины квадратов закрепляются кольшками высотой 10 см, которые забивают так, чтобы над поверхностью земли оставалось примерно 1,5 см, а затем определяют отметки в этих точках путём геометрического нивелирования.

Вначале выбирают только основные (связующие) точки, которые войдут в опорный ход. Главным условием выбора опорных точек является их взаимная видимость, а также, чтобы из связующих точек образовался замкнутый полигон. Нивелирование связующих точек производят способом из середины и одновременно берут отсчёты по рейкам по двум сторонам (для контроля) на все ближайшие точки.

Результаты полевых наблюдений заносят в журнал – схему нивелирования, представляющую собой сетку квадратов с записями отсчётов по рейкам и обозначением номера станций нивелира.

Выполняя расчётно-графическую работу по теме «Нивелирование поверхности по квадратам», студенты должны научиться строить топографический план участка местности в горизонталях и проектировать горизонтальную площадку по имеющимся результатам нивелирования участка местности при условиях минимума земляных работ и баланса масс.

Каждый студент выполняет индивидуальный вариант задания, который выдаётся преподавателям в виде журнала-схемы нивелирования с отметкой начального репера.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

Выполнение расчётно-графической работы рассчитано на 4 часа лабораторных занятий. Первая часть задания включает обработку журнала-схемы геометрического нивелирования, составление схемы увязки превышений связующих опорных точек и построение топографического плана участка местности. Во второй части задания составляются картограмма и ведомость вычисления объёмов земляных работ.

1.2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для выполнения работы каждому студенту выдаётся полевой журнал-схема нивелирования участка местности площадью до 1 га и абрис. В журнале-схеме нивелирования предоставлена сетка квадратов со сторонами 10, 20 или 40 м, в зависимости от варианта. У вершин квадратов выписаны отчёты по рейкам (по чёрной и красной сторонам). Задана высотная отметка одной из связующих точек (репер).

Нивелирование всех точек производилось с трёх станций, причём каждые две смежные станции имеют общие связующие точки. У связующих точек, которые образуют опорный ход, подписаны по две пары отсчётов (с предыдущей и последующей станций). Остальные точки – промежуточные.

2. ОБРАБОТКА ЖУРНАЛА-СХЕМЫ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПО КВАДРАТАМ

2.1. КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

В журнале-схеме нивелирования (рис. 1) записывают отсчёты по чёрной и красной сторонам рейки, поставленной на землю (колышек), поочередно у каждой вершины квадратов.

На каждой станции после снятия отсчётов по рейке необходимо произвести контроль правильности взятия отсчётов. Контроль выполняют по разности нулей (РО). Разность отсчётов по красной и чёрной сторонам при нивелировании по абсолютной величине не должна отличаться от стандартного значения РО равного 4683 или 4783 мм более чем на 4 мм. Если это условие не выполняется, то отсчёты по рейке повторяют. Все отсчёты выписаны на схему сетки квадратов около соответствующей вершины. Например, для точки В1 разность между красным и чёрным отсчётом равен $6276 - 1593 = 4683$.

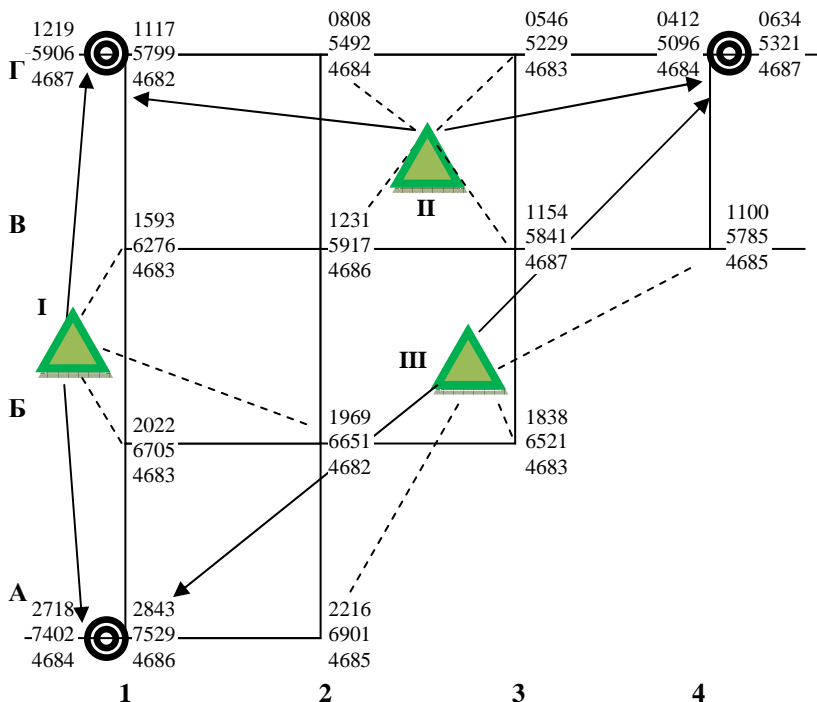


Рис. 1. Журнал-схема нивелирования

2.2. УВЯЗКА ПРЕВЫШЕНИЙ МЕЖДУ СВЯЗУЮЩИМИ ТОЧКАМ

На схеме нивелирования выделяют опорный замкнутый ход, проходящий по связующим точкам, и в результате соответствующих вычислений после увязки превышений получают отметки связующих точек.

В нашем примере опорный ход составлен из вершин А1 (на которую нивелирным ходом передана отметка $H_{A1} = 112,74$), Г1, Г4.

Отсчёты по черной и красной сторонам рейки на связующих точках выписываем в ведомость вычислений превышений (табл. 1). Превышения между связующими точками определяются как разность отсчётов на задней и передней точках хода дважды, т.е. $h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}$, $h_{кр} = a_{кр} - b_{кр}$.

1. Ведомость вычисления превышений

Определяем превышение между точками А-1 и Г1	$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}$	2718 – 1219 = 1499	+1498
	$h_{кр} = a_{к} - b_{к}$	7402 – 5906 = 1496	
Определяем превышение между точками Г-1 и Г4	$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}$	1117 – 0412 = 0705	+0704
	$h_{кр} = a_{к} - b_{к}$	5799 – 5096 = 0703	
Определяем превышение между точками Г-4 и А1	$h_{ч} = a_{ч} - b_{ч}$	0634 – 2843 = –2209	–2208
	$h_{кр} = a_{к} - b_{к}$	5321 – 7529 = –2208	
Невязка замкнутого хода: $f_h = \sum h_{ср}$			–0006
Допустимая невязка: $f_{доп} = \pm 10 \sqrt{p}$ (мм), где p – число станций хода			±0017
$f_h < f_{h\ доп} - 0006 < \pm 0017$			
Так как фактическая невязка меньше допустимой, её распределяют с противоположным знаком на все приращения поровну, т.е. по +2 мм, $S_h = -f_h / n = 6 / 3 = 2$ (мм)			
Контроль $\sum h_{испр} = 1500 + 706 - 2206 = 0$ (мм)			

Расхождения в превышениях, вычисленных по чёрной и красной сторонам рек, не должны превышать ±3 мм.

Из двух значений превышений вычисляют среднее и выписывают на схему.

Теоретически сумма средних превышений замкнутого нивелирного хода равна нулю. Невязка хода определяется как $f_{h\ изм} = \sum h_{ср}$, где n – число станций хода.

Если фактическая невязка хода меньше допустимой, то её следует распределить на все превышения поровну со знаком, противоположным знаку невязки. Поправки и исправленные превышения выписывают на схему красным цветом.

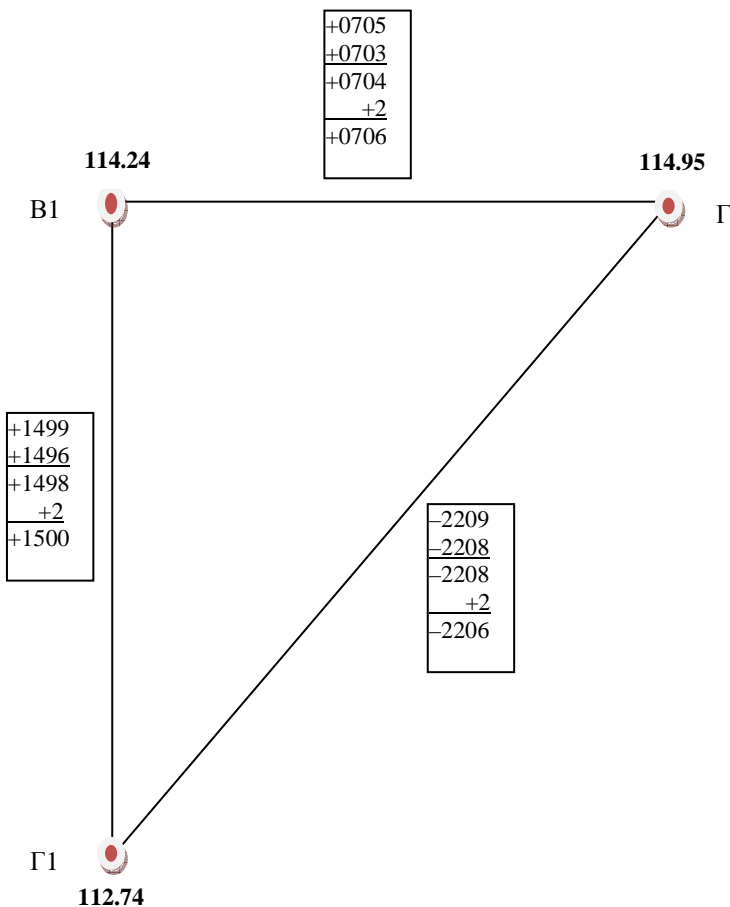


Рис. 2. Схема нивелирования связующих точек

2.3. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОТМЕТОК СВЯЗУЮЩИХ ТОЧЕК

Отметки связующих точек определяют последовательно через превышения: $H_{n+1} = H_n + h_{\text{испр}}$, где H_{n+1} – отметка последующей точки; H_n – отметка предыдущей точки; $h_{\text{испр}}$ – исправленное с учётом поправки среднее превышение между связующими точками.

Контролем правильности вычислений является получение отметки исходной точки.

Вычисленные отметки выписывают на схему нивелирования связующих точек зелёным цветом.

2.4. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОТМЕТОК ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТОЧЕК

Отметки промежуточных точек определяют через горизонт инструмента на основе опорного хода по формуле

$$H_i = \text{ГИ} - a_{\text{чи}},$$

где ГИ – горизонт инструмента (высота визирной оси прибора над уровенной поверхностью); $a_{\text{чи}}$ – отсчёт по чёрной стороне рейки, установленной на промежуточной точке.

Горизонт инструмента (ГИ) вычисляют на каждой станции опорного нивелирного хода:

I станция – $\text{ГИ}_I = H_{A1} + a_{\text{ч}} = 112,74 + 2,718 = \mathbf{115,458}$ м;

II станция – $\text{ГИ}_{II} = H_{Г1} + a_{\text{ч}} = 114,24 + 1,117 = \mathbf{115,410}$ м;

III станция – $\text{ГИ}_{III} = H_{Г4} + a_{\text{ч}} = 114,946 + 0,694 = \mathbf{115,65}$ м.

Определив горизонт инструмента для каждой станции, определяют отметки вершин квадратов, например:

$$H_{B1} = \mathbf{115,458} - 2,022 = 113,436 \text{ м};$$

$$H_{Г2} = \mathbf{115,41} - 0,808 = 114,602 \text{ м};$$

$$H_{Г3} = \mathbf{115,41} - 0,546 = 114,864 \text{ м};$$

$$H_{A2} = \mathbf{115,65} - 2,216 = 113,434 \text{ м};$$

$$H_{B3} = \mathbf{115,65} - 1,838 = 113,812 \text{ м};$$

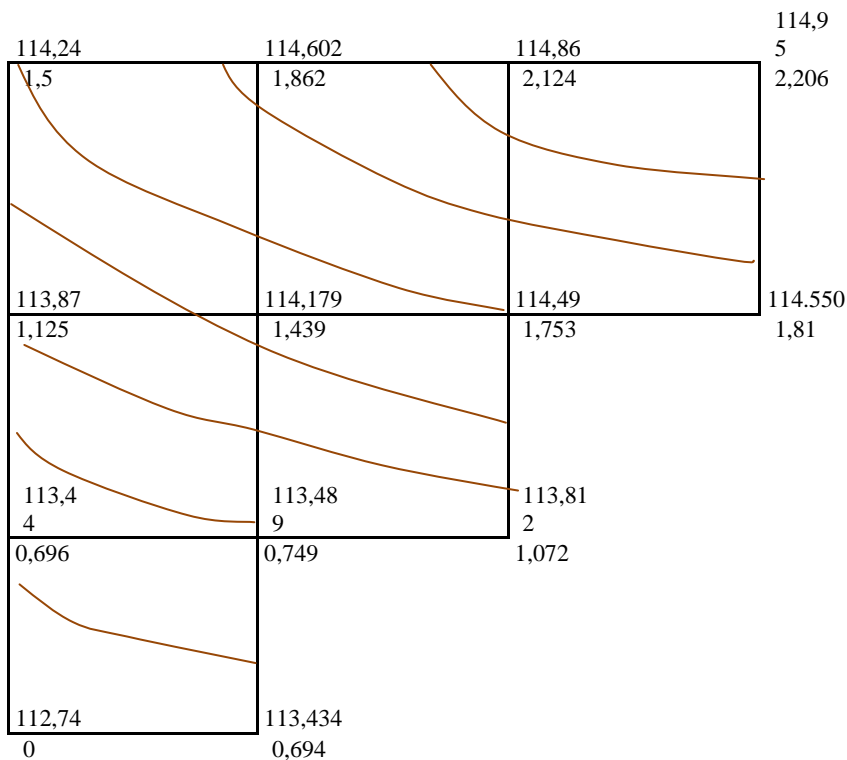
$$H_{B4} = \mathbf{115,65} - 1,1 = 114,55 \text{ м и т.д.}$$

3. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА УЧАСТКА МЕСТНОСТИ

Процесс составления плана по результатам нивелирования поверхности по квадратам аналогичен построению топографического плана по материалам тахеометрической съёмки.

После определения отметок вершин квадратов строят на листе формата А4 в масштабе 1:200 сетку квадратов и около вершин каждого квадрата выписывают отметки точек с округлением до 0,01 м.

Запись отметок располагают с правой стороны и сверху от соответствующей вершины квадратов. Строят горизонталы с высотой сечения рельефа 0,25 м методом аналитической или графической интерполяции. Сетку квадратов и отметки вычерчивают чёрной тушью, а горизонталы коричневой – толщиной 0,1 мм, каждую пятую горизонталь (утолщённую) – 0,25 мм. Отметки утолщённых горизонталей подписывают в разрывах горизонталей коричневым цветом, причём верх цифры должен быть обращён в сторону повышения ската местности (рис. 3).



М 1:200

Рис. 3. Топографический план

Метод построения горизонталей аналитической интерполяции заключается в следующем. Выберем на плане две вершины квадрата (В1и В1), принадлежащих одному скату и имеющих отметки 113,44 и 113,87. Нужно провести интерполяцию для построения горизонталей при высоте сечения равной 0,25 м. Это значит, что искомые горизонталы должны иметь отметки, выраженные числами через каждые 0,25 м, заключёнными между 113,44 и 113,87. Следовательно, между заданными точками В1 и В1 нужно найти точки, через которые пройдут горизонталы, имеющие отметки 113,50 и 113,75 м (рис. 4).

Для того чтобы достигнуть точки с отметкой 113,75, нужно от точки В1 пройти такое наклонное расстояние по прямой В1–В1, проекция которого d_1 соответствует изменению высоты на $h_1 = 113,87 - 113,75 = 0,12$ м.

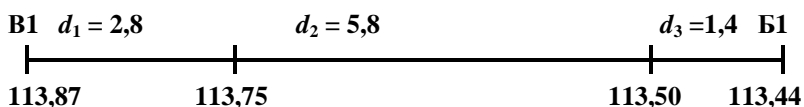


Рис. 4. Построение проекций точек с отметками 113,50 и 113,75 м

Величину d_1 вычисляем по формуле $d_1 = h_1 / i$, где i – уклон линии В1–Б1 определяется как отношение h к d .

Расстояние d от точки В1 до точки Б1 равно 10 м (сторона квадрата).

Превышение h точки В1 над точкой Б1 вычисляются как разность отметок этих точек: $h = 113,87 - 113,44 = 0,43$ м.

Тогда $i = 0,43 / 10 = 0,043$, а $d_1 = h_1 / i = 0,12 / 0,043 = 2,8$ м.

Если на линии В1–Б1 от точки В1 в масштабе плана отложить отрезок $d_1 = 2,8$ м, то будет найдена проекция точки с отметкой 113,75 м. Чтобы достигнуть следующей искомой точки, имеющей отметку 113,50 м, т.е. отличающуюся от предыдущей на высоту сечения рельефа, нужно от полученной точки пройти дальше по наклонной линии В1–Б1 такое расстояние, проекция которого d_2 соответствует изменению отметки на 0,25 м: $d_2 = h_2 / i = 0,25 / 0,043 = 5,8$ м. Отложив от точки с отметкой 113,75 отрезок $d_2 = 5,8$ м, выраженный в масштабе плана, находят проекцию точки с отметкой 113,50 м.

По аналогичной методике определяются точки, через которые пройдут горизонтали и для остальных сторон квадратов.

Графическая интерполяция основана на свойстве пучка параллельных линий делить пересекаемую прямую на части, пропорциональные промежуткам между этими линиями. Такой график называется палеткой. Изготавливается он на кальке в виде параллельных равноотстоящих линий, имеющих подписи соответственно принятой высоте сечения рельефа. График накладывается на план, затем его поворачивают так, чтобы концы интерполируемой линии расположились между линиями графика соответственно своим отметкам [2]. Места пересечения линий графика с прямой В1–Б1, видимой сквозь кальку, надо наколоть иглой. Таким образом, на прямой В1–Б1 будут получены проекции точек с отметками 113,75 и 113,50 м.

Выполнив интерполяцию тем или иным способом, проводят горизонтали, для чего точки с одинаковой высотой, расположенные на сторонах квадратов, соединяют плавными кривыми.

Если противоположные стороны того или иного квадрата имеют уклоны разного знака, о чём судят по отметкам вершин, то обязательно указывается диагональ интерполирования, которая определит вид горизонталей.

В нашем примере диагональ не нужна, так как уклоны противоположных сторон квадратов имеют одинаковые знаки.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ОТМЕТКИ

Топографический план, полученный в результате съёмки участка местности, является графической основой для составления проекта вертикальной планировки. Планировочные работы, производимые на местности землеройными машинами и механизмами в соответствии с проектом, заключаются в образовании выемок и насыпей. Наибольший экономический эффект при планировке получают тогда, когда работы производят с учётом баланса земляных работ (нулевого баланса), т.е. когда объёмы грунта насыпей и выемок равны между собой. В этом случае при планировочных работах избыточный грунт не вывозят и не перевозят недостающий, а перемещают его на планируемом участке.

В процессе проектирования планировки определяют объёмы грунта (объёмы земляных работ), которые должны быть срезаны или насыпаны. В дальнейшем, учитывая объёмы земляных работ, определяют сметную стоимость планировочных работ.

Исходными данными при проектировании горизонтальной площадки являются фактические отметки вершин квадратов, полученные в результате нивелирования. Для облегчения последующих вычислений находят условные отметки вершин этих же квадратов и выписывают их на схеме под фактическими.

$$h_{y,i} = H_i - H_{\min},$$

где H_i – отметка i -й вершины квадрата; H_{\min} – минимальная из всех отметок вершин сетки квадратов ($H_{\min} = 112,74$ м).

$$h_{y,A1} = H_{A1} - H_{\min} = 112,74 - 112,74 = 0 \text{ м}$$

$$h_{y,A2} = H_{A2} - H_{\min} = 113,434 - 112,74 = 0,694 \text{ м}$$

.....

$$h_{y,B2} = H_{B2} - H_{\min} = 0,749 \text{ м}$$

$$h_{y,B3} = H_{B3} - H_{\min} = 1,072 \text{ м}$$

.....

$$h_{y,B1} = H_{B1} - H_{\min} = 1,125 \text{ м}$$

$$h_{y,B2} = H_{B2} - H_{\min} = 1,439 \text{ м}$$

.....

$$h_{y,\Gamma1} = H_{\Gamma1} - H_{\min} = 1,500 \text{ м}$$

$$h_{y,\Gamma2} = H_{\Gamma2} - H_{\min} = 1,862 \text{ м}$$

.....

Проектную отметку горизонтальной площадки $H_{\text{пр}}$ вычисляют по формуле

$$H_{\text{пр}} = H_{\text{мин}} + (\sum h_{y1} + 2\sum h_{y2} + 3\sum h_{y3} + 4\sum h_{y4}) / 4n = 112,74 + ((1,5 + 2,206 + 1,81 + 1,072 + 0,694) + 2(1,125 + 0,696 + 1,862 + 2,124) + 3(0,749 + 1,753) + 4(1,439)) / 4 \cdot 6 = 112,74 + 1,339 = 114,079 \text{ м,}$$

где $H_{\text{мин}}$ – минимальная отметка из всех вершин сетки квадратов; $\sum h_{y1}$ – сумма условных отметок вершин, относящихся только к одному квадрату; $\sum h_{y2}$ – сумма условных отметок вершин, относящихся к двум смежным квадратам; $\sum h_{y3}$ – сумма условных отметок вершин, относящихся к трём смежным квадратам; $\sum h_{y4}$ – сумма условных отметок вершин, относящихся к четырём смежным квадратам; n – число квадратов.

$$H_{\text{пр}} = 114,079 \text{ м.}$$

4.2. СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОГРАММЫ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Для составления картограммы земляных работ, которая представляет собой графическое размещение на плане насыпей и выемок, строят сетку квадратов в масштабе 1:200. У вершин квадратов выписывают соответствующие рабочие отметки $h_{p,i}$, вычисляемые по формуле

$$h_{p,i} = H_{\text{пр}} - H_{\phi,i},$$

где $H_{\text{пр}}$ – проектная отметка горизонтальной площадки; $H_{\phi,i}$ – фактические отметки земли.

Например, для вершин А1, А2:

$$h_{p,A1} = 114,07 - 112,74 = 1,33; h_{p,A2} = 114,07 - 133,43 = 0,64 \text{ и т.д.}$$

Используя рабочие отметки, определяют положение линии нулевых работ, т.е. линии пересечения проектной горизонтальной плоскости с реальной поверхностью земли. Для этого на сетке квадратов находят точки нулевых работ. Они располагаются на тех сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки с противоположными знаками. В нашем примере такими сторонами являются Г1–В1, В1–В2, В2–Б2, В3–Б3.

Расстояния l_1 и l_2 от точек нулевых работ до вершин квадрата вычисляют по формулам

$$l_1 = ah_{p1} / (h_{p1} + h_{p2}), \quad l_2 = ah_{p2} / (h_{p1} + h_{p2}),$$

где h_{p1} и h_{p2} – значения рабочих отметок двух соседних вершин квадрата; a – длина стороны квадрата (10 м). Контроль правильности вычислений l_1 и l_2 осуществляют по формуле: $l_1 + l_2 = a$.

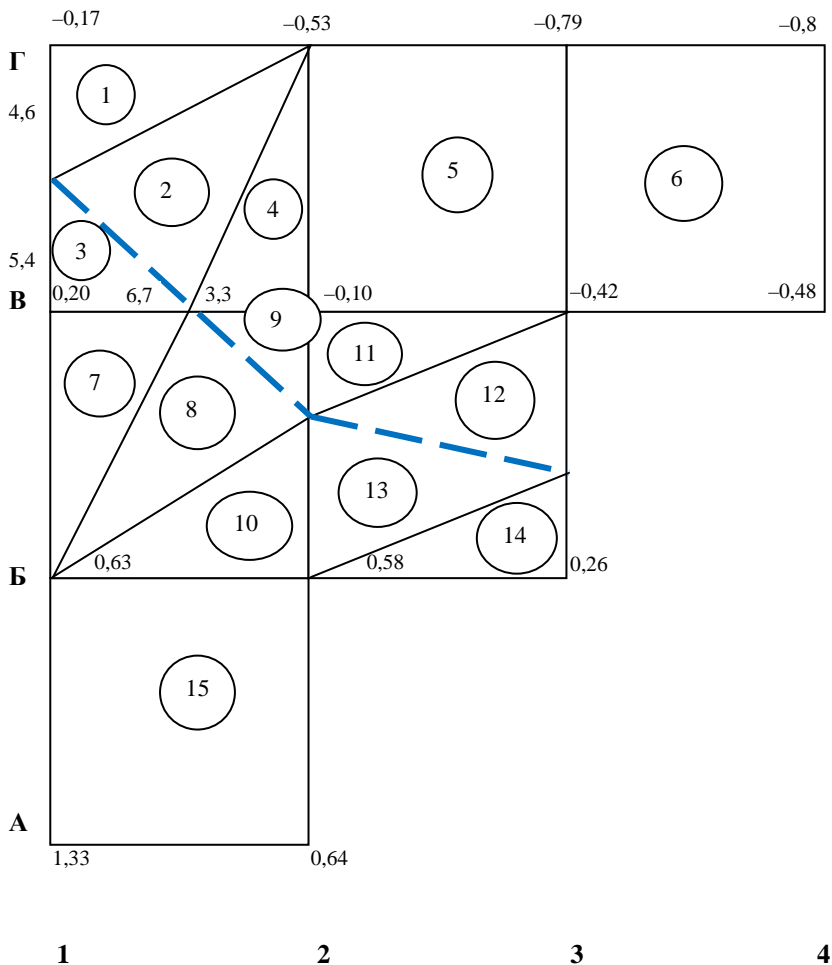


Рис. 5. Картограмма земляных работ при проектировании горизонтальной площадки

В нашем примере для точки нулевых работ на стороне Г1–В1:
 $l_1 = 10 \cdot 0,17 / 0,17 + 0,20 = 4,59$ м; $l_2 = 10 \cdot 0,20 / 0,17 + 0,20 = 5,41$ м;
 контроль: $a = l_1 + l_2 = 4,59 + 5,41 = 10$ м.

Аналогично вычисляют l_1 и l_2 для других точек нулевых работ. Значения l_1 и l_2 округляют до 0,1 м и выписывают на соответствующих сторонах квадратов. Отложив на стороне значение l в масштабе 1:200 определяют положение точки нулевых работ. Далее точки соединяют и получают линию нулевых работ, которая поделит участок на насыпь и выемку. На рисунке 4 она показана пунктирной линией.

Составление картограммы завершают обозначением фигур, являющихся основанием земляных призм. Основанием призм могут быть «полные» квадраты, вершины которых имеют рабочие отметки с одним знаком, и «переходные», по которым проходит линия нулевых работ. «Переходные» квадраты разбивают на треугольники, затем все фигуры обозначают цифрами в кружках.

При оформлении картограммы земляных работ:

- рабочие отметки выписывают красным цветом;
- линию нулевых работ с указанием расстояний, определяющих её положение на сторонах квадратов, вычерчивают синим цветом;
- участки насыпи на картограмме штрихуют или окрашивают красным цветом, выемки – жёлтым;
- все остальные построения и надписи выполняют чёрным цветом.

4.3. ВЫЧИСЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Объёмы земляных призм вычисляют по формуле: $V = S \cdot h_{\text{ср}}$, где S – площадь основания призмы (фигуры на картограмме); $h_{\text{ср}}$ – средняя рабочая отметка.

Площадь «полных» квадратов равна $S_{\text{к}} = a^2$, где a – сторона квадрата (в нашем примере $a = 10$ м); площадь треугольника равна половине произведения основания на высоту.

Объём грунта в «полном» квадрате находят по формуле

$$V = (\sum h_p / 4) S_{\text{к}},$$

где $\sum h_p$ – сумма рабочих отметок в вершинах квадрата; $S_{\text{к}}$ – площадь квадрата.

Для квадрата № 5: $V = (0,53 + 0,79 + 0,42 + 0,10) \cdot 100/4 = 46,0 \text{ м}^3$.

Объём грунта в треугольных призмах вычисляют по формуле

$$V = (\sum h_p / 3) S_{\text{тр}}$$

Например, для фигуры № 1 имеем:

$$S_{mp} = 4,6 \cdot 10 / 2 = 23,0 \text{ м}^2;$$

$$V = (0,17 + 0,53 + 0) \cdot 23 / 3 = 5,4 \text{ м}^3.$$

Результаты вычислений площадей S (м^2) и объёмов V (м^3) округляют до десятых долей, а значения средних рабочих отметок $h_{p.c.p.}$ до сотых долей метра. По мере вычисления эти данные заносятся в ведомость вычислений объёмов земляных работ (табл. 2).

Правильность вычисления площади фигур S_i контролируют при суммировании $\sum S_i = S_{\text{общ}} = 100 \cdot 6 = 600 \text{ м}^2$. В нашем случае проверка выполнена.

Расхождение суммарных объёмов выемки и насыпи

$$\Delta V = \sum V_{\text{н}} - \sum V_{\text{в}}.$$

Проверяем соблюдение баланса земляных работ

$$\Delta V = (|V_{\text{н}}| - |V_{\text{в}}|) / (|V_{\text{н}}| + |V_{\text{в}}|) \cdot 100\% = 6,8 / 257,4 = 2,6\% < 5\%.$$

2. Ведомость вычислений объёмов земляных работ

Номер фигуры	Площадь фигуры, м^2	Средняя рабочая отметка, м	Объём земляных работ, м^3	
			выемки	насыпи
1	23,0	0,23	5,3	–
2	42,4	0,18	7,6	–
3	18,1	0,07	–	1,3
4	16,5	0,21	3,5	–
5	100	0,46	46	–
6	100	0,64	64	–
7	33,5	0,27	–	9,0
8	21,5	0,21	–	4,5
9	2,4	0,03	0,08	
10	42,6	0,40	–	17,0
11	7,5	0,17	1,3	–
12	30,7	0,14	4,3	–
13	42,8	0,19	–	8,2
14	19,0	0,28	–	5,3
15	100	0,7	–	80
	$\Sigma = 600$		$\Sigma = 132,1$	$\Sigma = 125,3$

Суммарные значения V_n и V_v не должны отличаться более, чем на 5%. В нашем случае баланс соблюден.

Значения объёмов, округлённые до m^3 , выписывают на картограмме в пределах соответствующих фигур.

4.4. ОТЧЁТ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Отчёт содержит следующие документы:

- расчётно-пояснительную записку;
- журнал-схему геометрического нивелирования;
- схему увязки превышений связующих точек;
- топоплан участка местности в горизонталях;
- картограмму земляных работ;
- ведомость вычислений объёмов земляных работ.

Примечание

Журнал-схему геометрического нивелирования и схему увязки превышений связующих точек с ведомостью вычисления превышений студенты выполняют на листах формата А4. Картограмму земляных работ и ведомость вычисления объёмов земляных работ выполнить аналогично на листах формата А4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерная геодезия : учеб. для вузов / Е.Б. Ключин и др.; под ред. Д.Ш. Михеева. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2002.
2. Лабораторный практикум по инженерной геодезии : учебное пособие для вузов / В.Ф. Лукьянов, В.Е. Новак, Н.Н. Борисов и др. – М. : Недра, 1990.