[Нивелирование поверхности](http://www.drillings.ru/niverpoverh) — один из способов топографической съемки, при котором на местности по определенному правилу располагают точки, высоты которых определяют геометрическим нивелированием. Наибольшее практическое применение имеет метод квадратов и метод магистралей с поперечными профилями. Создание плана по результатам нивелирования по квадратам начинают с разбивки в заданном масштабе сетки квадратов, у каждой выписывают округленную до сантиметра высоту. Согласно абрису наносят и вычерчивают в условных знаках ситуацию, а затем путем интерполирования горизонталями изображают рельеф.

Топографическую съемку небольших участков равнинной местности с небольшим количеством контуров при высоте сечения рельефа через 0,1; 0,25; 0,5 м выполняют нивелированием поверхности по квадратам, прямоугольникам, характерным линиям рельефа и т. п. Отметки пикетов во всех способа определяют точек.

При нивелировании по квадратам геометрическим нивелированием, различие состоит в методе определения планового положения и мерным прибором на местности разбивают сетку квадратов, в вершинах квадратов забивают колышки. Сначала строят квадраты со сторонами 100, 200 или 400 м, а затем получая более мелкие квадраты со сторонами 40 м при съемке в масштабе 1:2000, 20 м — при съемке в масштабе 1:1000 и 1:500. При разбивке квадратов выполняют съемку ситуации. Результаты съемки фиксируют в абрисе (рис. 1).

Рис. 1. Абрис нивелирования поверхности по квадратам (стрелками показано направление скатов).

Нивелир устанавливают так, чтобы с меньшего количества станций выполнить съемку всего участка. Установив нивелир на станции I, берут отсчет по рейке, поставленной на опорной высотной точке (например на Рп I) и вычисляют:

ГП = Нрn + а,

где Нрn — отметка репера; а — отсчет по рейке, установленной на репере.  У номеров вершин квадратов выписывают отсчеты по рейкам, установленным на них, в абрисе штриховыми линиями показывают, на какие вершины квадратов выполнено нивелирование с данной станции. Отметки вершин квадратов вычисляют по формуле:

Нi = ГП - а

Подобным образом выполняют нивелирование и с других станций с обязательным определением ГП на каждой станции по опорным высотным пунктам или связующим точкам. С каждой последующей станции нивелируют несколько связующих точек, при этом (см. рис. 1.27) а1+ b2 = а2 + b1,  расхождение между этими суммами не должно превышать 10 мм.

Нивелирование по параллельным линиям.

При нивелировании по параллельным линиям прокладывают параллельные магистральные ходы, часто по характерным линиям рельефа, по обе стороны от каждого хода разбивают перпендикулярные линии (поперечники). По ходам и поперечникам через 40 м при съемке в масштабе 1:2000 и 20 м — при съемке в масштабах 1:1000 и 1:500 закрепляют пикеты и снимают ситуацию. Высоты пикетов определяют геометрическим нивелированием.

Разбивка и нивелирование поверхности по квадратам полярным способом.

Для разработки проектов вертикальной планировки традиционно применяется способ нивелирования поверхности по квадратам. На первом этапе на местности выполняют построение сетки квадратов при помощи теодолита и мерной ленты. На границе участка строят прямоугольник (или квадрат), на сторонах которого закрепляют вершины квадратов через заданные интервалы, а положение вершин в середине участка находят на пересечении створов, проходящих через соответствующие вершины на внешней границе. Все вершины заполняющих квадратов закрепляют кольями. На втором этапе выполняют геометрическое нивелирование вершин

квадратов.

Первоначальная разбивка, как правило, служит только для выполнения съемки: до начала строительных работ проходит значительный период времени, разбивка частично или полностью утрачивается и требует восстановления.

Методика предусматривает долговременное закрепление только двух основных взаимно перпендикулярных осей площадки. Положение вершин квадратов определяется полярным способом. За исходную ось полярных координат может быть принята одна из основных закрепленных осей, а в качестве полюса – пересечение осей.

Для сравнения результатов с результатами, приведенными в [1], на местности выбрана открытая площадка со спокойным рельефом размером 80 × 80 м. Измерения выполнены теодолитом 2Т30П с уровнем при зрительной трубе и рейкой РН-3. После разбивки и закрепления основных осей за полярную была принята ось 3 – 3, за полюс 0 – центр площадки. На рис. 1 приведена схема разбивки сетки квадратов полярным способом.

Значения полярных углов и расстояний, соответствующих сетке квадратов со сторонами 20 м, вычислены заранее (до производства работ) и записаны на схеме в вершинах квадратов.

На местности расстояния от полюса до вершин квадратов определялись нитяным дальномером теодолита с отсчетами по рейке до десятых долей сантиметра. Для определения положения вершин по каждому направлению визирования выставлялась веха за пределами границы площадки. Рабочий - реечник, двигаясь от теодолита к вехе шагами, отсчитывал расстояние до искомой вершины и устанавливал рейку. Отметим, что перед началом работы реечнику необходимо определить среднюю длину шага и запомнить число шагов, соответствующее длине стороны и диагонали квадрата. Приблизительное определение сравнительно небольших расстояний (в нашем случае до 60 м) парами шагов является известным примером в геодезических работах. Наблюдатель у теодолита корректировал положение рейки по линии визирования и определял дальномерное расстояние до нее. Если измеренное расстояние отличалось от теоретического значения более чем на ±0,5 м, положение рейки вновь корректировалось по расстоянию и створу. Практика показала, что требуемая точность достигается за одно-два приближения. Одновременно с окончательным определением планового положения наблюдатель выполнял нивелирование вершины квадрата. Рельеф местности позволил выполнить высотную съемку всех вершин при горизонтальном положении визирной оси зрительной трубы. Однако в общем случае (при больших уклонах местности и превышениях) требуется тригонометрическое нивелирование.

Последовательность определения положения и нивелирования вершин была следующей: первоначально взяты вершины по направлениям диагоналей площадки Г/4, Д/5; Б/4, А/5; Б/2, А/1; Г/2, Д/1, при этом угловые

точки площадки Д/5, А/5, А/1 и Д/1 были закреплены. Затем последовательно, начиная с точек на полярной оси

(О – Д/3), были определены положения и высотные отметки остальных вершин квадратов. Положение вершин на границах площадки дополнительно контролировалось визуально по створам между угловыми точками. Ра-

бота выполнена бригадой в составе четырех человек. На рис. 2 приведена схема высотных отметок в вершинах квадратов.

На схеме записаны значения отметок, которые определены изложенным способом, и ниже – традиционным способом. Вычислены расхождения в значениях отметок.

Рис. 2 Схема высотных отметок в вершинах квадратов

Среднее квадратическое расхождение по высотным отметкам составило 1,9 см, по положению вершин в

плане – 0,15 м (для сравнения – в работе [1] соответственно 1,4 см и 0,12 м). Такие погрешности вполне допус-

тимы при изображении рельефа на топоплане.

В заключение отметим, что условия открытой местности позволили выполнить съемку с одной станции

(полюса). В данных условиях разбивка и нивелирование сетки квадратов полярным способом по затратам вре-

мени оказались экономичнее традиционного способа на 35 %.

Полученные результаты подтверждают возможность эффективного применения полярного способа при

составлении проектов вертикальной планировки и определении объемов земляных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Соустин, В.Н. Нивелирование сетки квадратов без закрепления вершин / В.Н. Соустин // Геодезия и

картография. 2000. № 5. С. 16 – 19.

Рассмотрим методику камеральной обработки материалов нивелирования площади поверхности по квадратам. Размер площади 20х20 м, состоящей из девяти квадратов. Сторона квадратов 10х10 м. Нивелирование этой площади выполнено с одной станций методом геометрического нивелирования

Нивелирование площади поверхности способом квадратов

Нивелир устанавливают в любую точку, расположенную внутри площадки. За точку съемочного обоснования принимается точка с известной абсолютной отметкой. Нивелирование на току съемочного обоснования и вершины квадратов производится с одной станции, методом геометрического нивелирования (отсчеты снимаются только по черной стороне рейки). Отсчеты, произведенные по рейке записываются на схеме сети квадратов. По полученным результатам вычисляют горизонт инструмента по формуле:

ГИ = Н16 + b16,

Где Н16 - абсолютная отметка точки 16; b16 - отсчет по рейке в точке 16

Затем через горизонт инструмента вычисляются абсолютные отметки точек вершин квадратов:

Hi = ГИ - Сi

Где Hi -абсолютная отметка вершины квадрата; Сi - отсчет по рейке для соответствующей вершины

Полученные отметки записываются на схеме сети квадратов к соответствующим вершинам

Построение сетки квадратов выполняют при помощи теодолита и ленты. Для этой цели по границе участка строят прямоугольник, на сторонах которого закрепляют вершины квадрата через заданные интервалы

Основной квадрат разбивают на заполняющие со сторонами 10 м. Вершины основного квадрата закрепляют колышками со сторожками, а заполняющие - колышками без сторожков

Камеральная обработка материалов нивелирования площади поверхности

По данным нивелирования площади поверхности способом квадратов составляют план площадки в горизонталях в масштабе 1:500 с сечением рельефа через 0,25 м.

Последовательность выполнения заключается в следующем

1. На листе чертежной бумаги формата 22 в масштабе 1:500 вычерчивают сетку квадратов со сторонами 20 м, подписывают номера горизонтальных и вертикальных линий и выписывают отсчеты по черной стороне рейке

2. В масштабе 1:500 составляют план, подписывают вычисленные отметки у вершин квадратов и строят горизонтали поверхности земли с сечением через 0,25 м при помощи палетки или миллиметровки. Каждую четвертую горизонталь утолщают (0,2 мм) и подписывают в разрыве; основания цифр должны быть направлены в сторону понижения рельефа

Проектирование горизонтальной и наклонной площадок (вертикальная планировка)

Под вертикальной планировкой подразумевается преобразование естественного рельефа при строительстве в горизонтальную или наклонную площадки путем выполнения земляных работ по специальному проекту вертикальной планировки.

1. Для проектирования горизонтальной площадки вычисляют среднюю отметку всего участка по известным отметкам вершин квадратов по формуле

где N - число квадратов; H1, H2, H4 - отметки вершин квадратов, относящихся к одному, двум и четырем квадратам. Результаты заносят в таблицу.

Среднюю отметку Н 0 вычисляют с точностью до 0,01 м. Рабочие отметки всех вершин квадратов получают как разности отметок поверхности земли в вершинах квадратов и отметки Н 0.

h раб = Н n - H 0.

Отрицательная рабочая отметка указывает на насыпь грунта в данной точке, а положительная - на выемку. Рабочие отметки подписываются красной тушью под отметками поверхности земли и с помощью их строят линию нулевых рабочих отметок, называемую линией нулевых работ. Точки нулевых рабочих отметок можно определить графоаналитическим или графическим способами.

P Графоаналитический способ заключается в вычислении расстояний х до точек нулевых рабочих отметок (нулевых работ), а затем в графическом определении на плане по х положения искомой точки на стороне квадрата или его диагонали. Расстояние до точек нулевых работ определяют по известной формуле:

;

Для контроля

где d - сторона квадрата (здесь d = 10 м); h л ,h п - рабочие отметки вершин квадрата, расположенные слева и справа от точки нулевых работ. Величины х и d-x, вычисленные по формулам, должны составлять в сумме величину d.

P Графический способ состоит в определении положения точки нулевых работ путем графических построений. Получив таким образом ряд нулевых работ, соединяют их плавной пунктирной линией красного цвета, которая будет являться линией нулевых работ. Она разделяет площадку на участки выемки и насыпи. Участок насыпи показывают штриховкой

Например, откладывая в заданном направлении от вершин квадрата в противоположные направления рабочую отметку выемки (0,06) и рабочую отметку насыпи (-0,09) в масштабе и соединив полученные точки, найдем искомую точку С или m, которые являются точками нулевых работ (рис.)

После вычисления рабочих отметок и построения линии нулевых работ подсчитывают объемы земляных работ

2. Для проектирования наклонной площадки принимают уклон I = 0,05 c севера на юг. Проектную отметку начальной линии принимают равной Н 0. Эту линию располагают посередине площадки

Зная проектную отметку начальной линии Н 0 и заданный уклон I проектируемой наклонной площадки, вычисляют проектные отметки Н к вершин всех квадратов по формуле

H k = H 0 +( I a)

Где а - горизонтальное расстояние между начальной и определяемой точками.

Учитывая направления уклона I, знак «+» относится к точкам, лежащим выше начальной. А знак «-« - к точкам, лежащим ниже ее

Затем вычисляют рабочие отметки вершин всех квадратов как разность между отметками поверхности земли H n в вершинах квадратов и вычисленными проектными отметками Н к

H раб = H n - Н к

**Нивелирование поверхности** создают для детализированного изображения рельефа местности на строй площадках больших сооружений, промплощадках горных компаний, на участках открытых горных работ, для проектирования осушительных и оросительных систем и т. д. В зависимости от нрава рельефа и ситуации местности, а также от площади нивелируемой поверхности используют разные методы нивелирования: по квадратам, параллельных линий, магистралей (полигонов) и др., из которых наибольшее распространение получил метод нивелирования по квадратам. Данный метод используют при топографической съемке открытых участков местности со размеренным рельефом в больших масштабах (1:500—1:5000) с малой (0,1—0,5 м) высотой сечения рельефа с целью составления проекта вертикальной планировки и подсчета размеров земельных работ. С учетом нрава рельефа, требуемой точности его изображения, трудности и назначения строящегося сооружения разбивают сети квадратов со сторонами от 10 до 100 м. При разбивке сетки квадратов поначалу традиционно строят внешний полигон в виде квадрата либо прямоугольника . Для этого вдоль границы снимаемого участка на местности закрепляют опорную линию АВ и на ней откладывают мерной лентой длины сторон квадратов (А-1, 1-2, ..., 5-В). Потом в точках А и В поочередно устанавливают теодолит и восставляют перпендикуляры АС и BD к полосы АВ. Для контроля измеряют длину полосы CD, которая не обязана различаться от длины полосы АВ наиболее чем на 1 : 2000 ее длины. На перпендикулярах и полосы CD также откладывают длины сторон квадратов. Вершины полигона ABDC и точки на его сторонах закрепляют грунтовыми реперами. Разбивка квадратов снутри полигона выполняется по створам линий 1—1, 2—2, ..., 5—5. Контроль разбивки выполняется вешением точек по перпендикулярным створам а—а, б—б, в—в. Вершины квадратов (пикеты) закрепляют колышками. При необходимости на сторонах квадратов в точках перегиба рельефа местности закрепляют плюсовые точки. При длинах сторон внешнего полигона до 300 м разбивку заполняющих квадратов комфортно делать длинноватыми тросами, размеченными через расстояния, равные длине стороны квадрата. Одновременно с разбивкой пикетов делается съемка ситуации линейными промерами от сторон квадратов до соответствующих точек контуров и местных предметов. Результаты съемки заносят в абрис, на котором также демонстрируют стрелками направление скатов. Перед началом нивелирования на листе плотной бумаги вычерчивают схему квадратов, которая является сразу и полевым журнальчиком нивелирования. Порядок нивелирования квадратов зависит от их размера и критерий местности..