

Лекция 6. Общие сведения о государственных геодезических сетях

Все геодезические измерения и топографические съёмки, выполняемые с целью создания топографических планов и карт для обеспечения проектирования и строительства различных инженерных сооружений производят на основе закреплённых на местности точек – геодезических пунктов, для которых известны плановые координаты и высоты. Совокупность таких пунктов носит название *геодезической сети*. Геодезическую сеть делят на государственную геодезическую сеть, геодезическую сеть сгущения и съёмочную геодезическую сеть. Сети строят по принципу перехода «от общего к частному». Это означает, что вначале на большой территории строят сравнительно редкую сеть пунктов, координаты и высоты определяют с высокой степенью точности. Затем эта сеть сгущается в несколько ступеней, причём на каждой последующей ступени определение координат и высот пунктов производится с меньшей точностью, чем в предыдущей. Создание государственной геодезической сети является самостоятельным видом крупных геодезических работ. Её пункты являются исходными для построения сетей сгущения, на основе которых затем непосредственно перед производством топографо-геодезических съёмок создают на необходимых сравнительно небольших участках местности съёмочные сети. Плановое положение пунктов государственной геодезической сети определяют в единой общегосударственной системе координат, а высоты – в единой государственной системе высот. При этом геодезические пункты могут быть плановыми или только высотными или одновременно планово-высотными.

Методы построения геодезических сетей.

Плановые геодезические сети строят в основном методами *триангуляции*, *трилатерации*, *полигонометрии*, а также комбинациями этих методов. Метод триангуляции: на местности строят сеть треугольников, в каждом измеряют все углы, а в начале и в конце сети минимум две стороны (базисы). По измеренным углам и одной из сторон можно определить длины всех сторон треугольников в сети. По вычисленным сторонам и углам вычисляют плановые координаты всех пунктов сети. Метод трилатерации отличается от метода триангуляции тем, что в треугольниках измеряют не углы, а стороны. Метод полигонометрии состоит в построении на местности сети ломанных линий (ходов), в которых измеряют все линии и горизонтальные углы. Государственная плановая геодезическая сеть строится методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации и делится на сети 1, 2, 3, и 4 классов, различающиеся между собой точностью измерения углов и линий, а также размерами треугольников, длинами ходов и очерёдностью их построения. Существующая государственная плановая геодезическая сеть построена в основном методом триангуляции. На концах базисных сторон производят астрономические наблюдения для определения широты и долготы пунктов, а также азимутов базисных сторон. Пункты на которых выполнены такие астрономические наблюдения, называются *пунктами ЛАПЛАСА*. Необходимо показать рисунок (страница 44 в бордовой книге). Геодезическая сеть 2 класса строится внутри полигонов 1 класса в виде сплошной сети треугольников или в виде пересекающихся ходов полигонометрии. Длина сторон треугольников 2 класса могут иметь длину от 7 до 20 км. Сеть триангуляции сгущается в дальнейшем сетями триангуляции 3 и 4 классов, состоящими из сплошных сетей треугольников или же отдельных пунктов. Длина сторон треугольников составляет 5-8 км для 3 класса и 2-5 км для 4 класса.

Государственная высотная геодезическая сеть создаётся методом геометрического нивелирования и подразделяется на государственные нивелирные сети 1, 2, 3, 4 классов. Нивелирные сети 1 и 2 классов являются главной высотной основой, посредством которой устанавливается единая система высот. Кроме этого они используются для научных целей: определение разности уровней морей, изучение вековых движений суши и т.д. Нивелирные линии 1 класса прокладываются по направлениям, связывающим уровни всех морей и океанов, омывающих нашу страну. Измерения 1 класса выполняются с наивысшей точностью и характеризуются погрешностью передачи высоты с пункта на пункт порядка 0,5 мм на 1 км расстояния. Нивелирные линии (ходы) 2 класса начинаются и заканчиваются на пунктах нивелирования 1 класса. Они образуют замкнутые полигоны периметром до 600 км. Средняя квадратическая погрешность нивелирования 2 класса 2 мм на 1 км хода.

Геометрическое нивелирование выполняют с помощью нивелиров, создающие горизонтальную визирную ось и нивелирных реек. Сущность геометрического нивелирования заключается в определении превышения одной точки местности над другой непосредственно из

отсчётов по отвесно установленным рейкам, взятых в местах пересечения рек горизонтальным визирным лучом.

Тригонометрическое нивелирование (геодезическое) производится наклонным визирным лучом. Для измерения углов наклона используются теодолиты, кипрегели, тахеометры.

Съёмочные геодезические сети.

Плановые и высотные съёмочные сети строятся на основе пунктов геодезической опорной сети.

Плановые съёмочные сети выполняются проложением теодолитных, тахеометрических и мензульных ходов, а также триангуляционным путём.

Число пунктов съёмочных сетей определяется масштабом съёмки и должно составлять вместе с пунктами геодезической опорной сети на 1 км² территории при съёмке в масштабе 1: 5000 4 пункта, 1: 2000 – 10 пунктов, 1: 1000 – 16 пунктов.

Съёмочные сети состоят из основных пунктов и пунктов определяемых в дополнение к ним съёмочных сетей. Для каждого планшета съёмки должно быть закреплено постоянными центрами не менее 3 основных пунктов при съёмке в масштабе 1: 5000, не менее 2 – в масштабе 1: 2000 и при съёмке в масштабе 1: 1000 – 1 пункт. В открытых местностях и на территориях, где затруднены линейные измерения, основные пункты съёмочной сети определяются триангуляционным путем при помощи цепочек треугольников: прямых, обратных и комбинированных засечек: построения центральных систем, геодезических четырехугольников.

Углы треугольников не разрешается иметь, как правило, меньше 30 град. Длина сторон должна быть больше 150 м. Прямая засечка производится с трех пунктов, обратная – по четырем исходным точкам.

На закрытых участках местности основные пункты съёмочной сети целесообразно определять проложением отдельных теодолитных ходов или систем теодолитных ходов, у которых узловые точки являются пунктами геодезических опорных сетей.

Съёмочные высотные сети определяются с помощью геометрического технического и тригонометрического (геодезического) нивелирования. При высоте сечения рельефа до 1 метра, как правило, принято применять геометрическое нивелирование, при высоте сечения рельефа более 1 м – тригонометрическое нивелирование. Длина нивелирных ходов, опирающиеся на пункты нивелирования 1- 4 классов и замкнутых ходов, не должна превышать следующих величин:

высота сечения рельефа:	0,5	1,0	2,0	5,0	(м)
длина ходов технического нивелирования	3	10	15	---	(км)
длина ходов тригонометрического нивелирования -	-	2	5	----	(км)

Центры и знаки геодезических пунктов

Для установления взаимной видимости между геодезическими опорными пунктами их обозначают знаками (сигналы, пирамиды, вехи)

А для сохранения пунктов от их разрушения и изменения положения в пространстве пункты закрепляются центрами. По своему типу пункты опорной сети разделяются на грунтовые и стенные. Первые закладываются на незастроенных площадях, вторые – на застроенных территориях. В зависимости от климатических условий и вида грунта применяются центры различной конструкции.

Если видимость между опорными пунктами при наблюдении с земли устанавливается только с некоторой высоты, их обозначают пирамидами. При отсутствии видимости с земли строятся простые и сложные сигналы, у которых для наблюдения сооружаются инструментальные столики. Если высота столика не больше 12 метров, то сигнал называется простым. Сигналы, имеющие внутреннюю пирамиду высотой более 12 м, считаются сложными.

Методы съёмки подробностей.

Съёмочные работы на поверхности проводятся для целей разведки месторождений полезных ископаемых, для решения задач проектирования и строительства горных предприятий, для безопасной и эффективной эксплуатации месторождений. Съёмка местности в зависимости от применяемых инструментов и методики работ может быть нескольких видов: аэрофототопографическая, наземная стереофотограмметрическая, мензульная, теодолитная, глазомерная.

Государственная нивелирная сеть

Государственная высотная геодезическая сеть – совокупность точек, надежно закрепленных на поверхности земли, положение которых определено в единой системе высот. Она делится на классы. Нивелирные сети I и II классов являются главной высотной основой, посредством которой устанавливается единая система высот на всей территории СССР. Нивелирные сети III и IV классов служат для обеспечения топографических съемок и решения инженерных задач.

В зависимости от точности определения высот пунктов высотная сеть подразделяется на 4 класса. Сети строятся по принципу перехода от общего к частному: от сети высшего – I класса к низшему. Сеть II класса состоит из ходов, образующих замкнутые полигоны, они прокладываются преимущественно вдоль железнодорожных, шоссейных дорог, по берегам рек.

Линии нивелирования II класса прокладываются между пунктами нивелирования I класса полигонами с периметром 500...600 км.

Нивелирование I класса выполняют с наивысшей точностью. Нивелирная сеть III класса создается как в виде отдельных ходов и систем ходов (полигонов) для сгущения нивелирной сети II класса, так и в виде самостоятельной сети и привязывается к реперам нивелирования высших классов. Нивелирная сеть 4 класса создается внутри полигонов высших классов.

Невязки в полигонах или нивелирных ходах последующих классов допускают не более $\pm 5\sqrt{L}$, мм для II класса, $\pm 10\sqrt{L}$, мм для III класса и $\pm 20\sqrt{L}$, мм для IV класса, где L — периметр полигона или длина нивелирного хода в километрах. Высоты пунктов государственной нивелирной сети считают от нуля Кронштадтского футштока (Балтийская система).

В результате развития государственной геодезической сети средняя плотность пунктов плановой и высотной основы для создания съемочного геодезического обоснования в соответствии с инструкцией по топографическим съемкам должна быть доведена:

на территориях, подлежащих съемкам в масштабе 1:25000 и 1:10000, до одного пункта плановой и высотной основы на 50-60 км²;

на территориях, подлежащих съемкам в масштабе 1:5000, до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 20— 30 км² и одного пункта высотной основы на 10-15 км²;

на территориях, подлежащих съемкам в масштабе 1:2000 и крупнее, до одного пункта триангуляции или полигонометрии на 5—15 км² и одного пункта высотной основы на 5-7 км².

Контрольные вопросы

- 1) Что называется государственной высотной геодезической сетью?
- 2) Как делится нивелирная сеть?
- 3) От чего берется начало высот пунктов государственной нивелирной сети?
- 4) Какие невязки нивелирных ходов допускаются для II, III и IV класса?
- 5) Чему должна соответствовать средняя плотность пунктов в результате развития государственной геодезической сети?