



УДК 528.88



А.Б. САЙДУЛЛАЕВ
КГУСТА ИМ.Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: ROMEO-2012-89@MAIL.RU

A.B. SAIDULLAEV
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: ROMEO-2012-89@MAIL.RU

Н.Т. ЧЫМБЫЛДАЕВ
КГУСТА ИМ.Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: NURBEK_CH@MAIL.RU

N.T. CHYMBYLDAEV
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: NURBEK_CH@MAIL.RU

ЛУ СЯОЛЯН
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: LXLGCS@163.COM

LU SIAOLYAN
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: LXLGCS@163.COM

А.К. БЕКТУРОВ
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: ADILET.BEKTUROV@GMAIL.COM

A.K. BEKTUROV
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: ADILET.BEKTUROV@GMAIL.COM

А.У. ЧЫМЫРОВ
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: CHYMYROV@GMAIL.COM

A.U. CHYMYROV
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: CHYMYROV@GMAIL.COM

E.mail. ksucta@elcat.kg



ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

STUDY OF THE CONTEMPORARY CONSTRUCTION STAKEOUT METHODS

Бул макалада электрондук теодолиттерди, тахеометрлерди жана GNSS кабылдагычтарды колдонуп имараттардын жана курулмалардын долбоорлорун жер бетине жайгаштыруу үчүн маалыматтарды даярдоонун мисалы жана аткаруусу каралган.

Чечүүчү сөздөр: *жерге жайгаштыруу иштери, долбоорду натурага чыгаруу, геодезиялык жерге жайгаштыруу негизи, электрондук теодолит, электрондук тахеометр, GPS, GNSS.*

В данной статье рассмотрены пример подготовка исходных данных и использование электронных теодолитов, тахеометров и GNSS приемников при выносе проектов зданий и сооружений на местность.

Ключевые слова: *разбивочные работы, вынос проекта в натуру, геодезическая разбивочная основа, электронный теодолит, электронный тахеометр, GPS, GNSS.*

The example of preparation of stakeout data and use of electronic theodolite, total stations and GNSS receivers in staking-out building and constructions are considered in this paper.

Key words: *stakeout, staking out of building plans, geodetic control network, electronic theodolite, total station, GPS, GNSS.*

Разбивка осей отдельных точек и отметок представляет собой комплекс геодезических работ, которые обеспечивают перенос на местности проекта здания, сооружения или инженерных сетей. В ходе разбивочных работ на местности закрепляют геодезические пункты, реперы, риски или ориентиры, которые определяют размеры и форму объекта. Во время разбивочных работ углы, расстояния и превышения откладывают на местности с высокой точностью и требования к геодезическим работам очень высокие [1].

Геодезическую разбивочную основу для строительства следует создавать в виде сети закрепленных знаками геодезических пунктов, определяющих положение здания (сооружения) на местности и обеспечивающих выполнение дальнейших построений и измерений в процессе строительства с наименьшими затратами и необходимой точностью. Эту сеть надлежит создавать с привязкой к имеющимся в районе строительства пунктам геодезических сетей [2].

Работы по построению геодезической разбивочной основы для строительства следует выполнять по проекту, составленному на основе генерального плана и строительного генплана объекта. В составе проекта должны быть разбивочный чертеж, каталоги координат и отметок исходных пунктов и каталоги (ведомости) проектных координат и отметок, чертежи геодезических знаков, пояснительная записка с обоснованием точности построения геодезической разбивочной основы для строительства. Точность угловых и линейных измерений, а также определения превышений точек при построении разбивочной сети строительной площадки должны соблюдаться согласно требованиям СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве» [2]. Величины средних квадратических погрешностей (СКП) построения разбивочной сети при угловых измерениях составляют 3 с и 5 с для предприятий и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км² и для отдельно стоящих зданий (сооружений) с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м² соответственно. Требования точности угловых измерений для разбивочных сетей для других типов зданий и



сооружений (отдельно стоящие здания или сооружения с площадью застройки менее тыс. м², дороги, инженерные сети и земляные сооружения) характеризуются величиной СКП 10-30 с.

Разработку проекта геодезической разбивочной основы для строительства следует выполнять в порядке и сроки, соответствующие принятым стадиям проектирования и очередям строительства. Чертеж геодезической разбивочной основы следует составлять в масштабе генерального плана строительной площадки.

Геодезическую разбивочную основу для строительства следует создавать с учетом [2]:

- проектного и существующего размещения зданий (сооружений) и инженерных сетей на строительной площадке;
- обеспечения сохранности и устойчивости знаков, закрепляющих пункты разбивочной основы;
- геологических, температурных, динамических процессов и других воздействий в районе строительства, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качество построения разбивочной основы;
- использования создаваемой геодезической разбивочной основы в процессе эксплуатации построенного объекта, его расширения и реконструкции.
- этапом любой разбивки является создание планово-высотной разбивочной основы – системы пунктов, координаты которых определяются различными геодезическими методами (спутниковые измерения, проложение теодолитных и нивелирных ходов) с точностью, позволяющей обеспечить требуемую точность выноса в натуру. По окончании выполнения работ составляется акт и разбивочный чертеж.

Разработка проекта геодезической разбивочной основы для строительства ведется на основе исходных данных, полученных графическим, аналитическим и комбинированным (графоаналитическим) способами.

При использовании графического способа данные, необходимые для разбивки объекта на местности, определяются графически с плана: координаты и высоты точек, углы и длины линий. Этот способ не всегда удовлетворяет требованиям точности разбивочных работ.

Аналитический способ обеспечивает высокую точность получения исходных данных. На основании проекта сооружения и данных геодезического обоснования производится аналитический расчет координат точек проектируемых объектов, а также расстояний и углов для разбивки осей сооружений на местности. Этот метод широко используется при проектировании с использованием современных систем автоматизированного проектирования, таких как AutoCAD, Credo и др.

Графоаналитический способ имеет наибольшее применение при отсутствии заданных координат точек пересечений осей здания или сооружения. Часть данных определяется графически по плану, остальные необходимые величины получаются в результате вычислений. Как правило, графически по плану определяются элементы, которые необходимы для привязки объекта к существующей ситуации. Величины, определяющие взаимное расположение точек проектируемого сооружения, подсчитываются аналитически по данным проекта.

Например, на генплане имеется проект здания прямоугольной формы ABCD (рис.1). Габаритные размеры здания - 8x16 м и проложен теодолитный ход 1-2 в составе геодезической разбивочной основы. Значения координат точек 1 и 2 и дирекционного угла стороны теодолитного хода 1-2 (α_{1-2}) известны. Для того, чтобы вынести на местность основные оси здания от точек теодолитного хода 1-2 нужно графически, с плана, определить координаты одной точки здания, например, точки А (x_A, y_A). Координаты точек В, С и D подсчитываются аналитически по заданным проектом габаритам здания и ориентированию осей AD и BC.



Для выноса в натуру, например, точки А от точки 1 и стороны 1-2 теодолитного хода по способу полярных координат необходимо подсчитать расстояние d_{1-A} и угол β_{1-A} . Очевидно, что угол β равен разности дирекционных углов:

$$\beta_{1-A} = \alpha_{1-2} - \alpha_{1-A}.$$

Необходимые величины: расстояние d и дирекционный угол α_{1-A} подсчитываются путем решения обратной геодезической задачи по формулам:

$$\operatorname{tg} \alpha_{1-A} = \Delta y / \Delta x, \quad d'_{1-A} = \Delta x / \cos \alpha_{1-A}, \quad d''_{1-A} = \Delta y / \sin \alpha_{1-A}, \quad d_{1-A} = (d'_{1-A} + d''_{1-A}) / 2,$$

где Δx и Δy - приращения координат точек 1 и А: $\Delta x = x_A - x_1$, $\Delta y = y_A - y_1$.

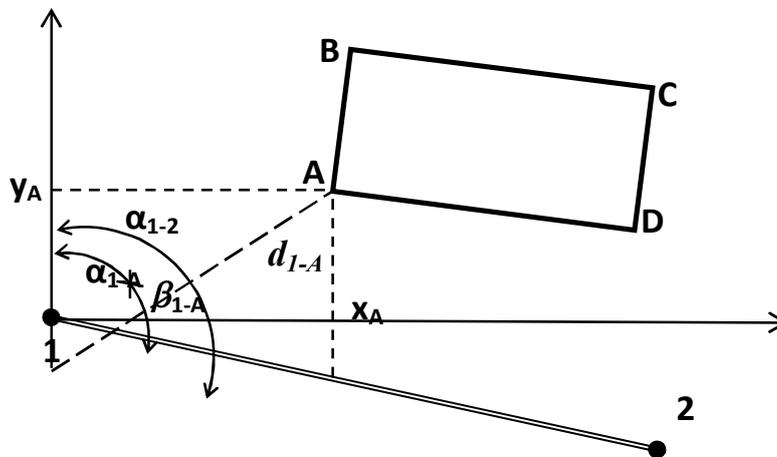


Рис. 1. Схема определения исходных данных для выноса осей графоаналитическим способом

На разбивочном чертеже подписывается величина угла β_{1-A} и среднее значение расстояния d_{1-A} . Значения d'_{1-A} и d''_{1-A} не должны различаться более чем на 1-2 см. Аналогичные расчеты выполняются для точек В, С и D здания.

После определения исходных данных разбивку осей здания или сооружения на местности можно вести электронным теодолитом, электронным тахеометром или GPS/GNSS приёмником геодезического класса точности.

Для выноса проекта в натуру с помощью электронного теодолита применяется способ полярных координат с использованием исходных данных - расстояний d_i и углов β_i , определенных графическим, аналитическим или графоаналитическим способом. Для выноса точки А устанавливают электронный теодолит на точке 1 теодолитного хода геодезической разбивочной основы. После нивелирования он ориентируется путем наведения на точку 2 и последующим обнулением горизонтального угла. Далее выполняется разбивка точки А с использованием измерительной ленты или лазерной рулетки по расстоянию d_{1-A} и горизонтальному углу β_{1-A} . В этом случае вынос отметки точки А в натуру может выполняться геометрическим нивелированием с помощью электронного теодолита.

При выносе проекта в натуру с помощью электронного тахеометра способом координат необходимо установить инструмент на точке 1 геодезической разбивочной основы и ориентировать путем наведения и измерения координат точки 2 теодолитного хода. Далее необходимо ввести координат точек А, В, С и D осей здания с использованием команд в меню тахеометра.



При выносе проекта в натуру с использованием электронного тахеометра способ определения координат необходимо установить инструмент на точке 1 геодезической разбивочной основы с координатами x_1 и y_1 . Далее следует ориентировать его путем наведения пересечения сетки нитей на отражатель, установленный на точке 2 теодолитного хода и вводом координат x_2 и y_2 в память инструмента с последующим измерением.

После ориентирования электронного тахеометра следует процесс выноса точки А по координатам x_A и y_A на местность ручным или автоматическим наведением инструмента на отражатель на вежу, передвигаемому по команде выполняющего измерения геодезиста. Современные модели электронных тахеометров позволяют использовать технологию «подсказки» инструмента в виде звуковых или числовых показателей на дисплее по введенным координатам x_A и y_A (Рис.2).



Рис. 2. Дисплей электронного тахеометра при выносе точек в натуру

Точность выноса угловых, линейных и высотных измерений зависит от вида проектированных зданий, сооружений, строительных конструкций (Таблица 1).

Таблица 1 - Требование точности к геодезическим измерениям при выносе проекта в натуру [2]

Характеристика зданий, сооружений, строительных конструкций	Величины СКП построения внешней и внутренней разбивочных сетей здания (сооружения) и других разбивочных работ		
	линейные измерения	угловые измерения, с	определение превышения на станции, мм
1	2	3	4
Металлические конструкции с фрезерованными контактными поверхностями; сборные железобетонные конструкции, монтируемые методом самофиксации в узлах; сооружения высотой св. 100 до 120 м или с пролетами св. 30 до 36 м	$\frac{1}{15000}$	5	1
Здания св. 15 этажей, сооружения высотой св. 60 до 100 м или с пролетами св. 18 до 30 м	$\frac{1}{10000}$	10	2
Здания св. 6 до 15 этажей, сооружения высотой св. 15 до 60 м или с пролетами св. 6 до 18 м	$\frac{1}{5000}$	20	2,6
Здания до 5 этажей, сооружения высотой до 15 м или с пролетами до 6 м	$\frac{1}{3000}$	30	3
Конструкции из дерева; инженерные сети, дороги, подъездные пути	$\frac{1}{2000}$	30	5
Земляные сооружения, в том числе	$\frac{1}{1000}$	45	10



Характеристика зданий, сооружений, строительных конструкций	Величины СКП построения внешней и внутренней разбивочных сетей здания (сооружения) и других разбивочных работ		
	линейные измерения	угловые измерения, с	определение превышения на станции, мм
1	2	3	4
вертикальная планировка	1000		

Спутниковые методы измерений являются передовыми технологиями по сравнению с традиционными. Высокая точность координат, полученных в результате спутниковых измерений, может достигаться за счет применения дифференциального метода, позволяющего исключать множество ошибок [3].

С развитием GPS/GNSS технологии появлялись новые методики (режимы) спутниковых наблюдений. Одной из передовых технологий GNSS является режим RTK (real time kinematic), позволяющий получать координаты определяемых точек в реальном времени с сантиметровой точностью. Применение режима RTK позволяет существенно повысить производительность и сократить время при выносе объектов в натуру, но при высокоточных работах (1 см и точнее) спутниковые методы не применяются и в этом случае работу легче выполнить традиционными способами на геодезической разбивочной основе.

Спутниковые наземные вспомогательные системы (SBAS) обеспечивают точность и надежность определенному региону с помощью наземных станций и спутников и такая услуга на территории Кыргызстана уже доступна. В настоящее время в производство внедрен «KYRPOS» – Центр управления референсными станциями сети GNSS станций в системе координат Кург-06. Центр управления контролирует работу 13 постоянно действующих референсных станций, 6 из которых покрывает Чуйскую долину, 5 – Ферганскую долину и 2 установлены в Иссык-Кульской области. Все станции имеют Интернет-соединение с центральным сервером и обеспечивают кадастровые и геодезические GPS/GNSS съемки в самых густонаселенных районах республики. Использование постоянных референц-станций в качестве наземных вспомогательных систем позволяет использовать технологию сетевого режима RTK с использованием международных систем координат или новой Национальной системы координат Кург-06 [4].

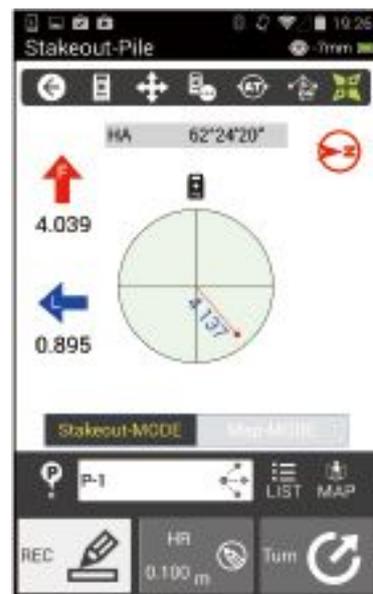


Рис. 3. Дисплей контролера GNSS приемника при выносе точек в натуру

При отсутствии сервиса сетевого режима RTK необходимо использовать базовую станцию в виде второго GNSS приемника с радиомодемом или чипом GSM для приема данных измерений и передачи дифференциальных поправок к роверу.

При выносе проекта в натуру с помощью GNSS приемников не требуется использование геодезической разбивочной основы и ориентирования инструмента. Но рекомендуется использовать имеющихся точек геодезической разбивочной основы для контроля точности разбивочных работ с использованием спутникового позиционирования. Для начала работы необходимо запустить и настроить GNSS



приемников в виде ровера и базовой станции при необходимости. Далее необходимо ввести координат точек А, В, С и D осей здания с использованием команд в меню контроллера приемника в порядке, похожем при использовании электронного тахеометра. Современные модели GNSS приемников также позволяют использовать технологию «подсказки» инструмента в виде звуковых или числовых показателей на дисплее контроллера (Рис.3).

Тем не менее, применение технологии GNSS в Кыргызстане испытывает некоторые ограничения в области инженерной геодезии. Одними из них можно считать определения высот точек измерений, связанных с особенностями определения абсолютных высот с помощью спутниковых систем позиционирования. Сегодня можно сказать, что технология ГНСС в Кыргызстане используется, в основном в решении задач земельного кадастра и Геоинформационных систем (ГИС), для высокоточного позиционирования на двухмерной горизонтальной плоскости, так как нет разработанных научных и методологических основ для измерений нормальных абсолютных высот точек [5]. В связи с этим вынос отметок точек проекта от реперов на местность или на монтажный горизонт выполняется с использованием традиционных геодезических инструментов – нивелиров, теодолитов или тахеометров.

Список литературы

1. Михайлов А.Ю. Геодезическое обеспечение строительства [Текст] / А.Ю. Михайлов. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 274 с.
2. СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве». Госстрой СССР, [Текст] - 1985.
3. Чымыров А.У. GNSS в строительной отрасли Кыргызстана [Текст] / А.У.Чымыров // Журн. Вестник КГУСТА. – 2012. - Выпуск 3 (37). - с. 121-125.
4. Чымыров А.У. Кыргызская Национальная система координат - “Кург-06” и Центр управления GNSS сетью - “КургPOS” [Текст] / А.У.Чымыров, А.Абдиев // Материалы Международной ГИС конференции Центральной Азии «Взаимосвязанные регионы: сообщества, хозяйства и окружающая среда», 2-3 мая 2013г. - Алматы, Казахстан, с. 85-90 (на английском языке).
5. Чымыров А.У. Исследование применения GNSS технологий в определении нормальных высот в условиях Кыргызстана [Текст] / А.У.Чымыров // Журн. Вестник КГУСТА им. Н.Исанова. – 2014. - Выпуск 4 (46). - с. 41-47.