

Геодезическое обеспечение кадастровых работ на территории единых недвижимых комплексов

Е. И. Аврунев¹, И. В. Городилов^{1}, Д. Д. Цыпляков²*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация

² Общество с ограниченной ответственностью «Производственная Компания
МостВекторГрупп», г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: gorodilovigor@yandex.ru

Аннотация. Важнейшей характеристикой объектов недвижимости, которые необходимо поставить на государственный кадастровый учет, а затем зарегистрировать права является их местоположение, которое определяется на основании координат характерных точек. Она определяется на основании современных спутниковых GNSS-определений или с использованием наземных измерительных технологий. Особенное значение геодезическое обеспечение как для определения местоположения объектов недвижимости, так и для определения деформационных характеристик объектов капитального строительства, приобретает для единых недвижимых комплексов, которые в том числе, например, расположены на земельных участках, принадлежащих бывшим заводам и крупным перерабатывающим комплексам. Следовательно, наличие и сохранность геодезического обоснования на таких территориях, а так же технологическая схема их построения, представляет важную научно-техническую задачу, имеющую принципиальное значение при регулировании земельно-имущественных отношений в соответствующих территориальных образованиях.

Ключевые слова: геодезическое обоснование, ход полигонометрии, обратная линейно-угловая засечка, единый государственный реестр недвижимости, единые недвижимые комплексы, объекты недвижимости, кадастровые работы, координаты, характерные точки, постоянно действующие базовые станции

Geodetic support of cadastre works on the territory of single real estate complexes

E. I. Avrunev¹, I. V. Gorodilov^{1}, D. D. Tsyplakov²*

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Limited Liability Company "Production Company MostVectorGroup, Novosibirsk,
Russian Federation

* e-mail: gorodilovigor@yandex.ru

Abstract. The most important characteristic of real estate objects that must be put on the state cadastral register, and then register the rights, is their location, which is determined on the basis of the coordinates of characteristic points. It is determined on the basis of modern satellite GNSS definitions or using ground-based measurement technologies. Geodetic support, both for determining the location of real estate objects and for determining the deformation characteristics of capital construction objects, is of particular importance for single immovable complexes, which, for example, are located on land plots belonging to former factories and large processing complexes. Consequently, the presence and safety of geodetic substantiation in such territories, as well as the technological scheme of their construction, is an important scientific and technical problem, which is of fundamental importance in the regulation of land and property relations in the corresponding territorial entities.

Keywords: geodetic justification, polygonometry progress, linear-angular inverse intersection, unified state register of real estate, unified real estate complexes, real estate objects, cadastral works, coordinates, characteristic points, permanent base stations

Введение

На территории Российской Федерации, в настоящее время, имеют место земельные участки, на которых расположены объекты недвижимости, принадлежащие бывшим или действующим заводам и крупным обрабатывающим комплексам, которые в силу развития рыночных отношений и программы приватизации, реализованной в девяностых годах прошлого столетия, приобрели различную форму собственности. Неслучайно, поэтому, в действующем российском законодательстве, регламентирующем ведение единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) и выполнение кадастровых работ [1, 2], появилось такое определение как единый недвижимый комплекс (ЕНК). Это новый объект недвижимости, который необходимо поставить на государственный кадастровый учет (ГКУ) и, соответственно, зарегистрировать права, составляющих его элементов.

Вместе с этим на таких земельных участках расположены объекты капитального строительства (ОКС), которые являются элементами (ЕНК) и контур которых, так же необходимо закоординировать и внести в ЕГРН. Кроме этого, поскольку ОКС построены достаточно давно с большой долей вероятности могут иметь место деформации и предельно допустимые напряжения силовых элементов их конструкции, что при определенных ситуациях может привести к катастрофическим последствиям и человеческим жертвам.

Таким образом, геодезическое обоснование (ГО), создаваемое на территориях ЕНК, должно обеспечивать решение всех перечисленных выше вопросов, а технологическая схема его создания – минимальную трудоемкость при выполнении кадастровых работ [3].

Решение поставленных научно-технических задач

Создание геодезического обоснования на территории ЕНК, на примере “Асиновского лесопромышленного парка” (рис. 1), выполнялось с использованием комбинированной технологии, основанной как на современных спутниковых GNSS-технологиях, так и традиционных наземных измерительных технологиях.

Созданное геодезическое обоснование состоит из трех ступеней. Первая ступень: Исходная геодезическая сеть, построенная с использованием GNSS-технологий, в результате применения которых определены координаты четырех исходных пунктов (R1, R2, R3, R4), которые расположены в местах, обеспечивающие им долговременную сохранность и наилучшую радиотехническую видимость на группировку GPS и ГЛОНАСС спутников. При этом между базовыми станциями R1 и R2, а также между R3 и R4, была обеспечена прямая оптическая видимость. Это необходимо, во-первых, для дальнейшего применения традиционных наземных измерительных технологий (вторая ступень ГО), а, во-вторых, для контроля точности спутникового позиционирования.



Рис. 1. Единый недвижимый комплекс –
“Асиновский лесопромышленный парк”

Применение GNSS-технологий, заключалось в использовании режима RTK, когда все четыре определяемых пункта первой степени привязывались к одной исходной базовой станции ПДБС. В качестве спутникового приемника использовался Topcon GR-5, который характеризуется следующей инструментальной точностью $m_{GNSS}=3,0\text{мм}+0,5\text{мм}\cdot L_{(\text{км})}$. Следовательно, при значениях базовых векторов при привязке пунктов первой степени (базовых станций) к ПДБС около $L=10\text{км}$, точность спутникового позиционирования составит $m_{GNSS}=8,0\text{мм}$.

Схема привязки базовых станций приведена на (рис. 2).

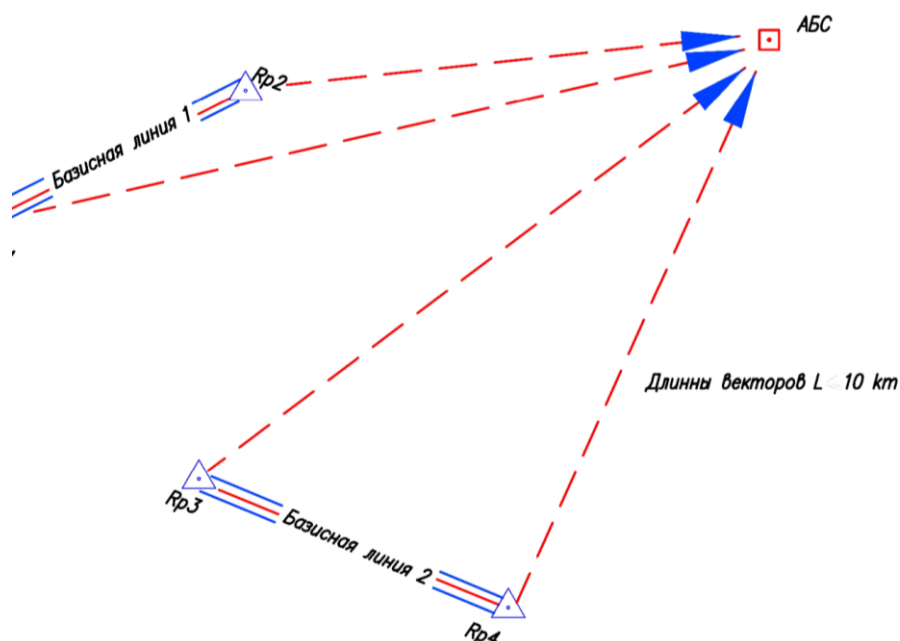


Рис. 2. Схема создания первой степени геодезического обоснования с использованием GNSS-технологий

Отметим, что, к сожалению, режим РТК является по своему содержанию без контрольной измерительной технологией. Поэтому для контроля точности спутникового позиционирования предусмотрены контрольные линейные измерения ($L_{\text{КОНТ}}$), выполненные с использованием наземного измерительного технологического средства, - электронного тахеометра Leica FlexLine TS02 plus, который характеризуется следующей инструментальной точностью $m_L=1,5\text{мм}+0,2\text{мм}\cdot L_{(\text{км})}$. Поскольку длины базисных линий составляю около 0,2 км, то точность линейных измерений составит $m_L=1,5\text{мм}$.

Уравнения, позволяющие выполнить контроль точности спутникового позиционирования, представлены следующей формулой:

$$\begin{aligned} \Delta_1 = L_{R1-R2} - S_{R1-R2} = L_{R1-R2} - \sqrt{(X_{R1} - X_{R2})^2 + (Y_{R1} - Y_{R2})^2} &\leq \frac{m_{\text{НОРМ}}}{\sqrt{n}} = \frac{10\text{см}}{\sqrt{3}} = 5,8\text{см}, \\ \Delta_2 = L_{R3-R4} - S_{R3-R4} = L_{R3-R4} - \sqrt{(X_{R3} - X_{R4})^2 + (Y_{R3} - Y_{R4})^2} &\leq \frac{m_{\text{НОРМ}}}{\sqrt{n}} = \frac{10\text{см}}{\sqrt{3}} = 5,8\text{см}, \end{aligned} \quad (1)$$

где n – число ступеней геодезического обоснования, $m_{\text{НОРМ}}$ – нормативная точность определения координат характерных точек, зависящая от категории земель, на которой находится ЕНК.

Если выполняется критерий (1), то точность создания первой ступени ГО может считаться соответствующей требованиям современного земельно-имущественного законодательства. При использовании ГО не только для кадастровых работ, но и так же и для разбивочных работ объектов капитального строительства на территории ЕНК, то в качестве $m_{\text{НОРМ}}$ следует использовать нормативную точность, обусловленную требованиями соответствующих СНИП. Для нашего варианта, в соответствии с конструкцией ОКС было принято $m_{\text{НОРМ}}=2\text{см}$. Тогда точностной критерий (1) будет выглядеть следующим образом:

$$\begin{aligned} \Delta_1 = L_{R1-R2} - S_{R1-R2} = L_{R1-R2} - \sqrt{(X_{R1} - X_{R2})^2 + (Y_{R1} - Y_{R2})^2} &\leq \frac{m_{\text{НОРМ}}}{\sqrt{n}} = \frac{2\text{см}}{\sqrt{3}} = 1,2\text{см}, \\ \Delta_2 = L_{R3-R4} - S_{R3-R4} = L_{R3-R4} - \sqrt{(X_{R3} - X_{R4})^2 + (Y_{R3} - Y_{R4})^2} &\leq \frac{m_{\text{НОРМ}}}{\sqrt{n}} = \frac{2\text{см}}{\sqrt{3}} = 1,2\text{см}, \end{aligned} \quad (2)$$

Вторая ступень геодезического обоснования построена с использованием традиционной наземной измерительной технологии в виде одиночного полигонометрического хода при помощи электронного тахеометра Leica FlexLine TS02 с инструментальной точностью измерения горизонтальных и вертикальных углов соответственно $m_\beta=5''$ и $m_\gamma=5''$. Выбор такой измерительной технологии обусловлен в первую очередь проблемами с осуществлением радиотехнической видимости на ПДБС, в связи с ее удаленностью от места расположения ЕНК и наличием большого числа ОКС на ее территории.

Условия для размещения пунктов полигонометрического хода:

1. Пункты должны быть расположены в местах, обеспечивающие им долговременную сохранность;

2. Между пунктами полигонометрии должна быть обеспечена прямая оптическая видимость;

3. Наземные пункты полигонометрии должны быть продублированными специальными светоотражающими марками, наклеенными на стены объектов капитального строительства;

4. По возможности пункты полигонометрии должны быть расположены в местах, обеспечивающих прямую оптическую видимость на характерные точки, закрепляющие на местности границы земельных участков и контура объектов капитального строительства, которые необходимо закоординировать.

Схема создания второй ступени геодезического обоснования в виде полигонометрического хода представлена на (рис. 3). Отличительной особенностью этого хода является то обстоятельство, что все наземные пункты продублированы стенными марками, наклеенными на стены ОКС (A1-A28, B15). Такая схема построения позволяет, во-первых, создать надежную координатную основу для решения всех научно-технических задач, обозначенных во введении, и позволяющих обеспечить градостроительные и кадастровые работы на территории ЕНК.

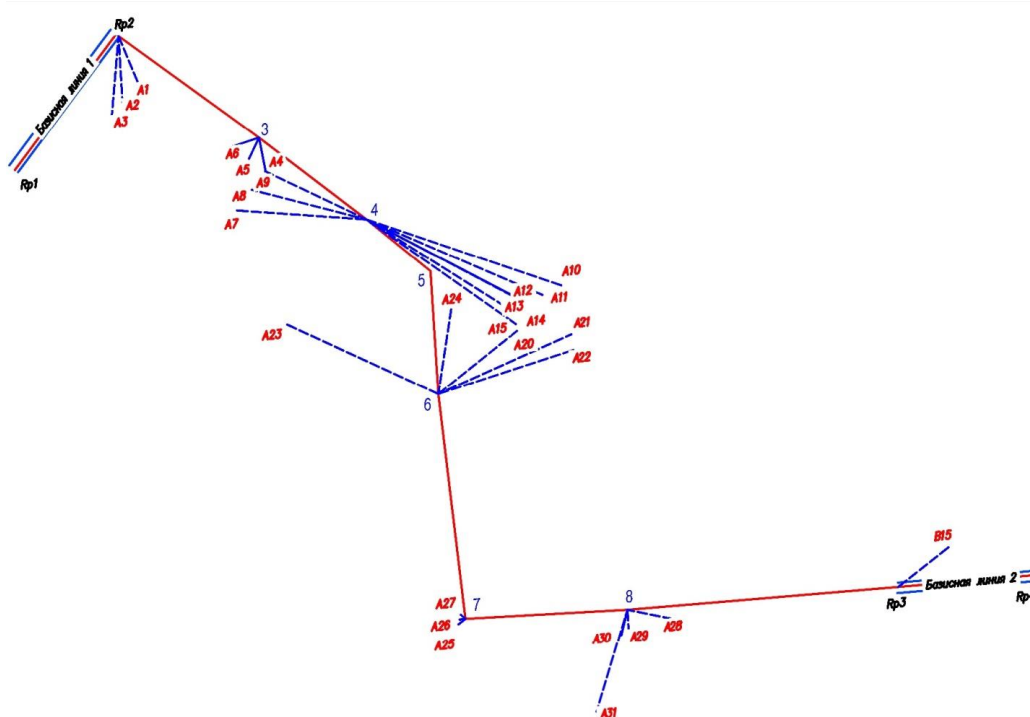


Рис. 3. Схема второй ступени геодезического обоснования, созданного с использованием традиционной наземной измерительной технологии на территории “Асиновского лесопромышленного парка”

Исходными пунктами для построения такого хода полигонометрии являются пункты первой ступени (R1-R4), а контроль точности выполненных измерений осуществляется на основании трех геометрических условий (условие дирекционных углов и двух координатных условий). Отметим, что в соответствии

с критериальными уравнениями (1) и (2) точность положения пункта полигонометрического хода в наиболее слабом месте (его середине), исходя из принципа равного влияния, не должна быть грубее для кадастровых работ $m_{НОРМ}=5,8\text{см}$, а для градостроительства - $m_{НОРМ}=1,2\text{см}$. Следовательно допустимые координатные невязки в ходе полигонометрии для кадастровых работ $f_{ДОП}=11,6\text{ см}$, а соответственно для градостроительства $f_{ДОП}=2,4\text{ см}$.

Учитывая особую ответственность при использовании пунктов второй ступени в качестве исходных для выполнения разбивки инженерных сооружений выполнять уравнивание геодезических измерений необходимо в строгом соответствии с методом наименьших квадратов с использованием программного комплекса CREDO и сплошной оценкой точности определения координат всех пунктов хода.

Следует отметить, что определение координат стенных марок, которые дублируют наземные центры полигонометрии, являются бесконтрольными. Поэтому при выполнении измерений и их математической обработке следует проявлять особую тщательность и аккуратность.

Использование пунктов второй ступени заключается в определении координат характерных точек, закрепляющих на местности границы земельных участков, и вынесения в натуру основных и вспомогательных осей ОКС. Наиболее оптимальной геодезической фигурой для этих целей, по мнению авторов статьи, является обратная угловая засечка с использованием безотражательного электронного тахеометра Leica FlexLine TS02 plus.

Принципиальная схема такого способа построения третьей ступени геодезического обоснования представлена на (рис. 4). Важным вопросом для такого геодезического построения является число исходных пунктов второй ступени. По предварительным исследованиям, выполненными авторами этой статьи, минимальное число исходных пунктов для такого способа построения должно обеспечивать одно избыточное измерение.

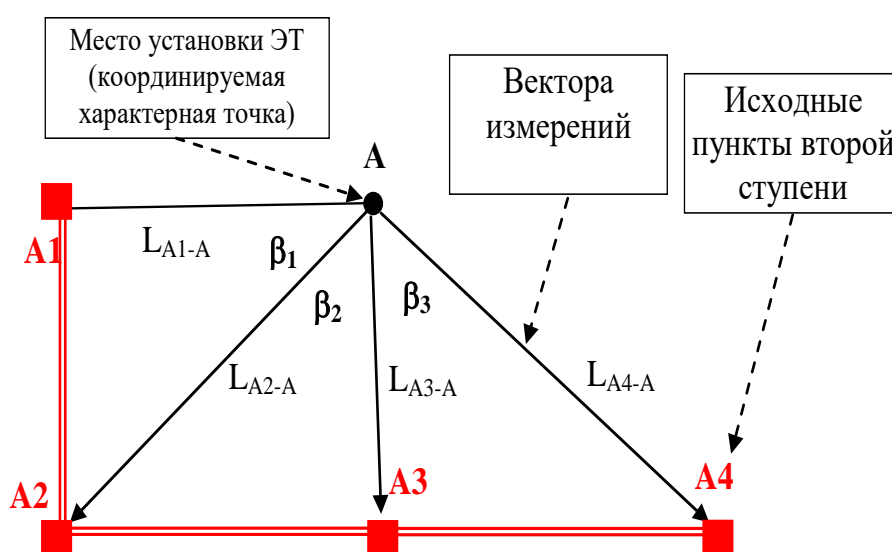


Рис. 4. Принципиальная схема обратной линейно-угловой засечки

Число избыточных измерений, применительно к рассмотренному варианту построения геодезической фигуры, вычисляется с использованием следующего уравнения:

$$r = n - t = 7 - 2 = 5, \quad (3)$$

где n – число всех измерений 4; t – число определяемых параметров (координат характерной точки).

Оптимальное число избыточных измерений по нашему мнению составляет три, которое достигается в результате построения обратной линейно-угловой засечки с тремя исходными пунктами.

Заключение

Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в данной научно-технической статье, позволяют сделать следующие выводы:

– для геодезического обеспечения градостроительных и кадастровых работ, выполняемых на территории единого недвижимого комплекса, рекомендуется создавать трехступенчатое геодезическое обоснование с использованием, как современных спутниковых GNSS-технологий, так и традиционных наземных измерительных технологий;

– первую ступень ГО предлагается создавать с использованием спутниковых GNSS-технологий с использованием, в том числе, режима RTK, для варианта, когда в поле радиотехнической видимости спутникового приемника находится только одна исходная станция ПДБС;

– для контроля точности создания первой ступени ГО предлагается использовать предложенные критерии (1 и 2) реализующие контрольные измерения, выполненные наземным измерительным технологическим оборудованием;

– вторую ступень ГО предлагается создавать с использованием традиционных наземных измерительных технологий в виде стандартного одиночного полигонометрического хода с дублированием наземных центров стенными светоотражающими марками, наклеенными на стены ОКС:

– для контроля точности создания второй ступени предлагается использовать координатные невязки, допустимые значения которых целесообразно установить для кадастровых работ $f_{\text{доп}}=11,6$ см, а соответственно для градостроительства $f_{\text{доп}}=2,4$ см.;

– третью ступень ГО целесообразно создавать с использованием исходных стенных марок второй ступени и безотражательным электронным тахеометром, способом обратной линейно-угловой засечки и оптимальным числом исходных пунктов в количестве трех.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О кадастровой деятельности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24.07.2007 №221-ФЗ (ред. от 11.06.2021) (с изменениями и дополнениями вступ. в силу с 28.10. 2021г.) – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> © КонсультантПлюс.

2. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 13.07.2015 №218-ФЗ (ред. от 02.07.2021) (с изменениями и дополнениями вступ. в силу с 28.10. 2021г.) – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> © КонсультантПлюс.

3. Аврунев, Е. И., Горобцов С.Р., Геодезическое обеспечение кадастровых работ [Текст] / Е. И. Аврунев, Горобцов С.Р. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021г. – 212с.

© Е. И. Аврунев, И. В. Городилов, Д. Д. Цыпляков, 2022