

## КООДИНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ СПОСОБОМ ЭЛЕКТРОННОЙ ТАХЕОМЕТРИИ

*Евгений Ильич Аврунев*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры кадастра и территориального планирования, тел. (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

*Александра Андреевна Кудряшова*

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, обучающийся, тел. (983)129-11-44, e-mail: 21807A@mail.ru

В статье рассматривается проблематика современного состояния вопроса по координатному обеспечению землеустроительной и кадастровой деятельности. На примере кадастрового квартала города Новосибирска рассматривается координирование объектов недвижимости способом электронной тахеометрии с прямой и без прямой оптической видимости между исходными пунктами, а также на расстояние до 1 км и больше 1 км. Приводятся данные зависимости среднеквадратической ошибки взаимного положения пунктов от расстояния хода электронной тахеометрии и видимостью на исходные пункты. В результате сравнения полученных точностных параметров геозапроектированного геодезического построения с нормативными значениями делается заключение о целесообразности применения данного способа.

**Ключевые слова:** объекты недвижимости, координирование, электронная тахеометрия, государственный кадастровый учёт, наземные измерительные технологии, характерные точки

## COORDINATION OF REAL ESTATE OBJECTS USING ELECTRONIC TOTAL STATIONS

*Evgeny I. Avrunev*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cadastre and Territorial Planning, phone: (383)344-31-73, e-mail: kadastr204@yandex.ru

*Alexandera A. Kudryashova*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, phone: (983)129-11-44, e-mail: 21807A@mail.ru

The article deals with the problems of the current state of the issue of coordinate support of land management and cadastral activities. Using the example of the cadastral quarter of the city of Novosibirsk, we consider the coordination of real estate objects by the method of electronic total station with direct and without direct optical visibility between the starting points, as well as at a distance of up to 1 km and more than 1 km. The data of the dependence of the root-mean-square error of the relative position of the points on the distance of the electronic total station and the visibility to the starting points are given. Because of comparing the obtained accuracy parameters of the geo-designed geodetic construction with the standard values, a conclusion is made about the feasibility of using this method.

**Keywords:** real estate objects, coordination, electronic total station, state cadastral registration, ground-based measurement technologies, characteristic points

Представление технического плана в соответствии с ФЗ №218 «О государственной регистрации недвижимости» [6] является одним из оснований для про-

ведения процедуры государственного кадастрового учёта. Данный документ содержит основные сведения об объектах недвижимости. Графическая часть плана должна указывать на местоположение здания или сооружения на участке земли. Именно для описания такого местоположения необходимы координаты объекта недвижимости.

Чтобы зафиксировать координаты здания и сооружения, необходимо определить координаты характерных точек контура указанных объектов. Так как под характерными точками понимаются места изменения направления прямых линий, для здания такими точками будут любые изменения контура объекта – углы, выступающие элементы и т.д.

На основании технического плана в отношении вновь построенных зданий и сооружений будет проведена процедура кадастрового учета, после чего объекту присваивается кадастровый номер, а сведения о нем вносятся в ЕГРН.

Общие требования к точности и методам определения координат характерных точек регламентированы в Приказе Росреестра от 23.10.2020 N П/0393 [7].

В настоящее время существует достаточно большое количество способов координирования, детально рассмотренное во многих научно-технических статьях и монографиях [1-5]. Однако способу электронной тахеометрии, основанному на применении, традиционных наземных измерительных технологий, по нашему мнению, уделено не достаточного внимания.

Достоинством данного способа координирования является возможность одновременного координирования характерных точек, закрепляющих на местности контур объекта недвижимости, и построение геодезического съёмочного обоснования. Наиболее технологичным этот способ становится при применении безотражательных электронных тахеометров, позволяющих при минимальной трудоемкости и с высокой точностью координировать углы объектов капитального строительства.

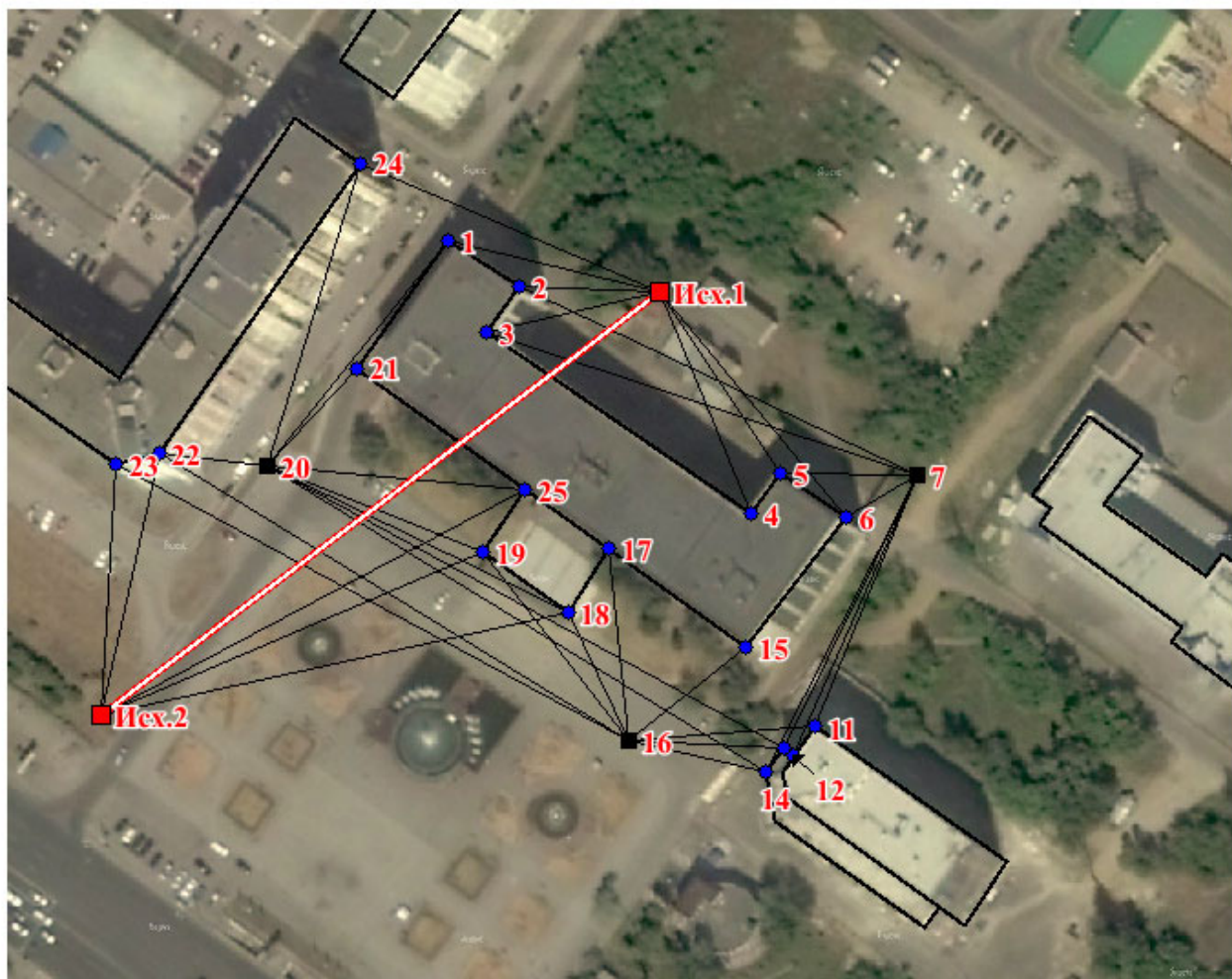
Схема построения хода электронной тахеометрии показана на рис. 1.



Рис. 1. Схема построения хода электронной тахеометрии

Проектирование данной схемы было проведено в кадастровом квартале 54:35:073100 города Новосибирска в программе MapInfo на зарегистрированной растровой подложке в виде космоснимка, взятой на кафедре кадастра и территориального планирования.

Принцип построения на местности хода электронной тахеометрии представлен на рис. 2, где на кадастровый квартал 54:35:073100 города Новосибирска выполнен проект такого способа координирования.



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

- Исходные пункты;
- Связующие точки теодолитного хода, являющиеся одновременно характерными точками местности, которые необходимо закоординировать;
- Промежуточные точки теодолитного хода, которые являются местами установки электронного тахеометра;
- Измеряемые элементы электронной тахеометрии (углы и длины линий);
- Прямая оптическая видимость между исходными пунктами.

Рис. 2. Схема хода электронной тахеометрии

Методика построения на местности хода электронной тахеометрии заключается в следующем:

1. По выполненным измерениям с исходного пункта 1 выполняется вычисление координат промежуточных точек ( $X_1; Y_1; X_2; Y_2; X_3; Y_3; X_4; Y_4; X_5; Y_5; X_6; Y_6; X_{24}; Y_{24}$ ) с использованием алгоритма прямой геодезической задачи;

2. Со связующей точки 7 (месте установки электронного тахеометра) выполнение измерений на промежуточные точки (2; 3; 5; 6) и с использованием алгоритма уравнивания обратной линейно-угловой засечки вычисление координат этой связующей точки ( $X_7; Y_7$ );

3. Выполнение измерений со связующей точки 7 на новые промежуточные характерные точки (11; 12; 13; 14) и вычисление их координат;

4. Аналогично выполняется все запроектированные измерения до того момента, когда тахеометр устанавливается на исходный пункт 2;

5. Контроль точности выполненных измерений заключается в сравнении координат исходного пункта 2, которые приведены в каталоге, и его значений, полученных по ходу электронной тахеометрии.

Исследование точности параметров хода электронной тахеометрии выполнялось в строгом соответствии с методом наименьших квадратов на специализированном программном обеспечении, разработанном на кафедре кадастра и ТП [2].

Оптимальным вариантом построения хода электронной тахеометрии является ситуация, когда между исходными пунктами отсутствует прямая оптическая видимость с отсутствием возможности выполнить измерение примычных углов. В этом случае схема построения хода электронной тахеометрии будет выглядеть следующим образом, рис. 3.

Нормативно правовыми документами установлено, что для земель населенных пунктов СКО определения характерной точки составляет 10 см относительно ближайшего пункта ГО. В качестве нормативных показателей, на основе которых проходит оценка точности подготовленного проекта, использовались такие значения, предложенные в диссертации [8] для проекта трехступенчатого геодезического съёмочного обоснования  $m_B = 6''$  и  $m_L = 0,4\text{см}$ .

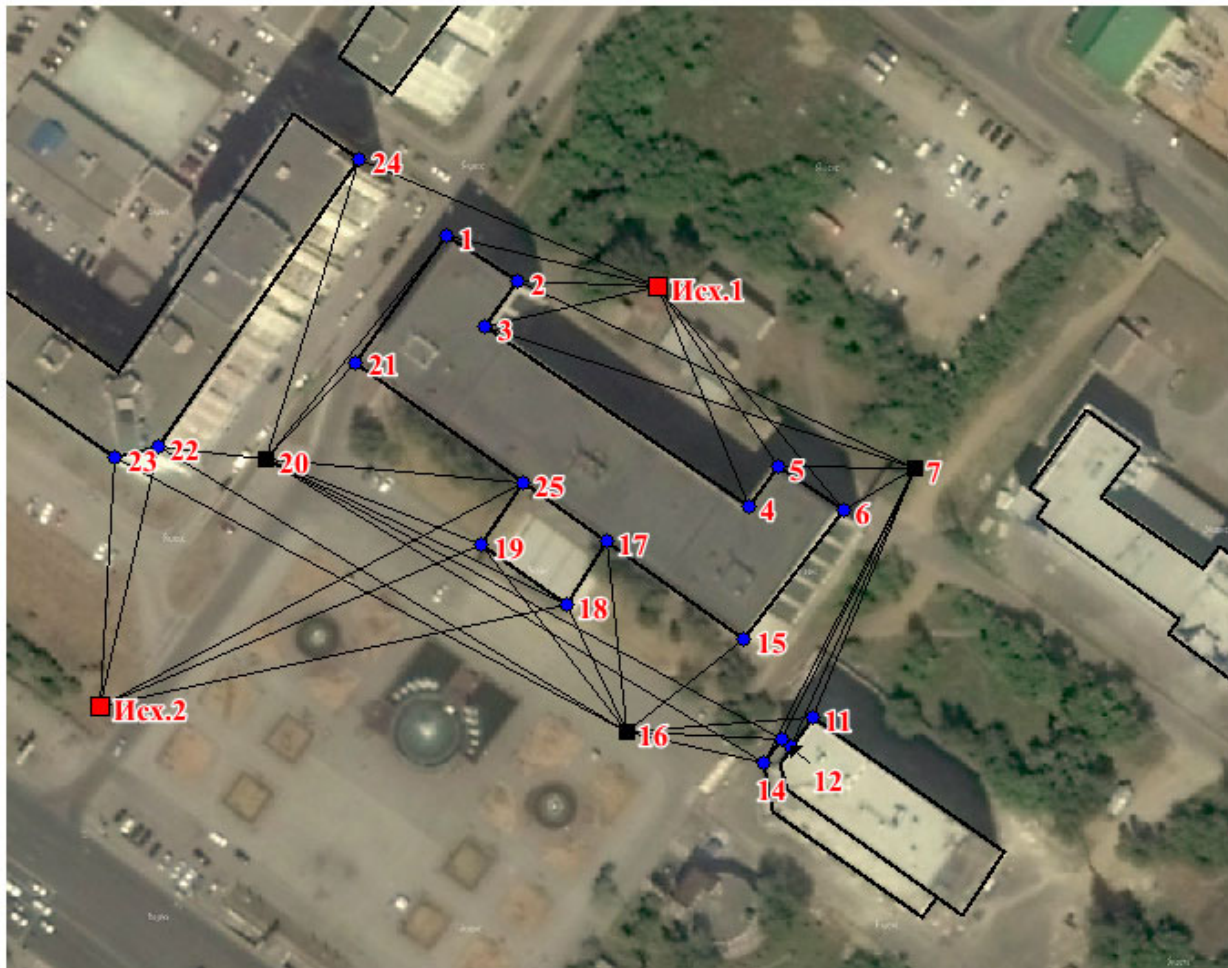
Оценка точности параметром геодезического обоснования проводилась в программе «Logos». Были получены следующие результаты для хода электронной тахеометрии до 1 км с прямой оптической видимостью и без прямой оптической видимостью:

– В ходе электронной тахеометрии с прямой оптической видимостью и без точки установки электронного тахеометра определяются практически с одной точностью и составляют  $m = 0,3\text{см}$ ;

– Наиболее грубо в ходе электронной тахеометрии с видимостью на исходные пункты определяется характерная точка ОКС, 15 СКО которой составляет  $m = 0,5\text{см}$ ; в варианте без видимости, также наиболее грубо определяется 15 точка с СКО  $m = 0,6\text{см}$  (понижение точности до 20%);

– Наибольшая СКО взаимного положения характерных точек как в варианте с видимостью так и без характерная для линии 17 – 11 и составляет 0,5см (точность не изменилась);

– При использовании электронного тахеометра с точностными характеристиками  $m_{\beta}=6''$  и  $m_L=0,4\text{см}$  СКО параметров хода примерно определяются точностью линейных измерений используемого технологического измерительного средства, при этом понижение точности определяемых параметров в случае координатной привязки составляет менее 15%.

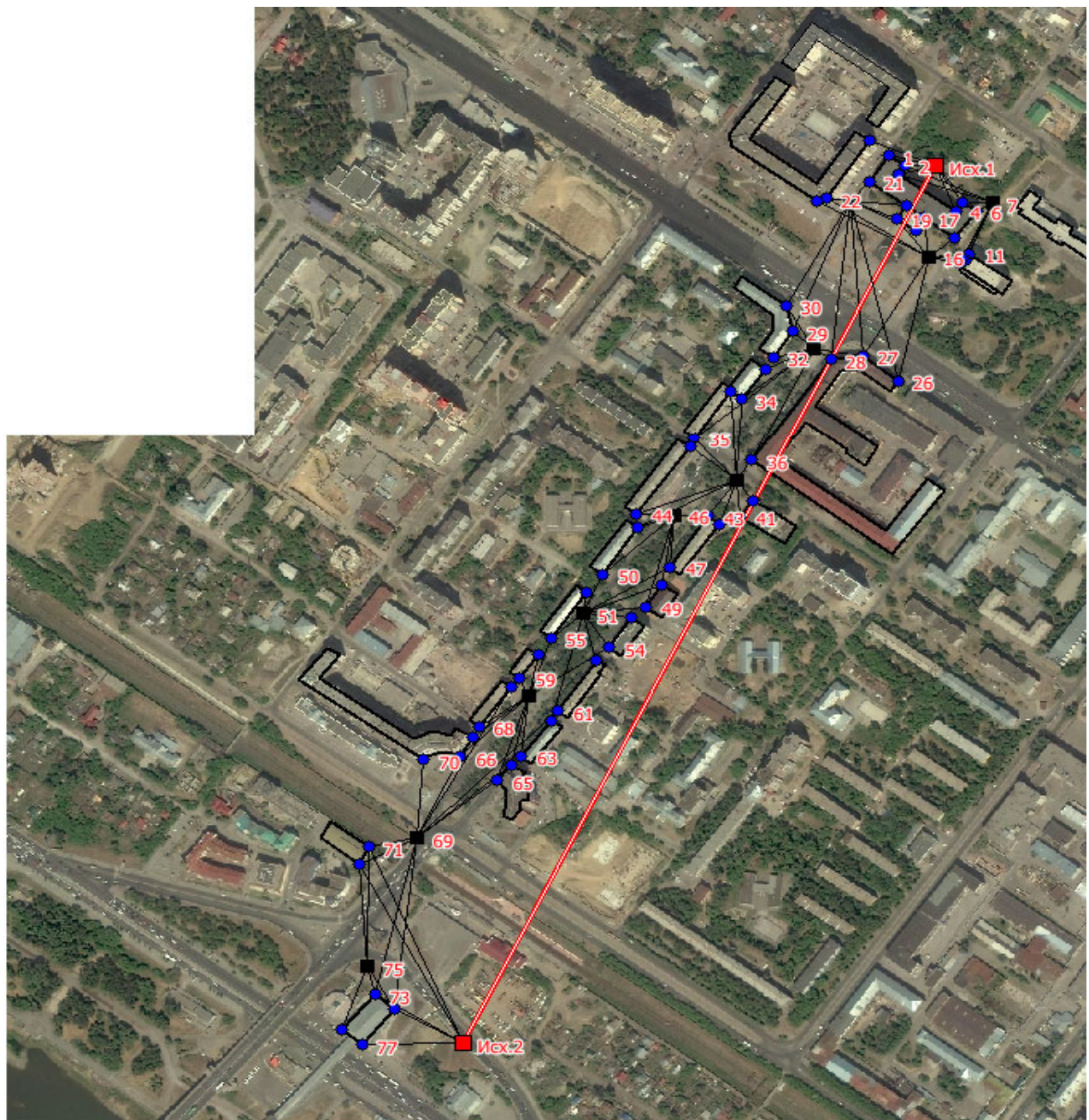


**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

- Исходные пункты;
- Связующие точки теодолитного хода, являющиеся одновременно характерными точками местности, которые необходимо закоординировать;
- Промежуточные точки теодолитного хода, которые являются местами установки электронного тахеометра;
- Измеряемые элементы электронной тахеометрии (углы и длины линий);
- Линия

Рис. 3. Схема хода электронной тахеометрии с координатной привязкой

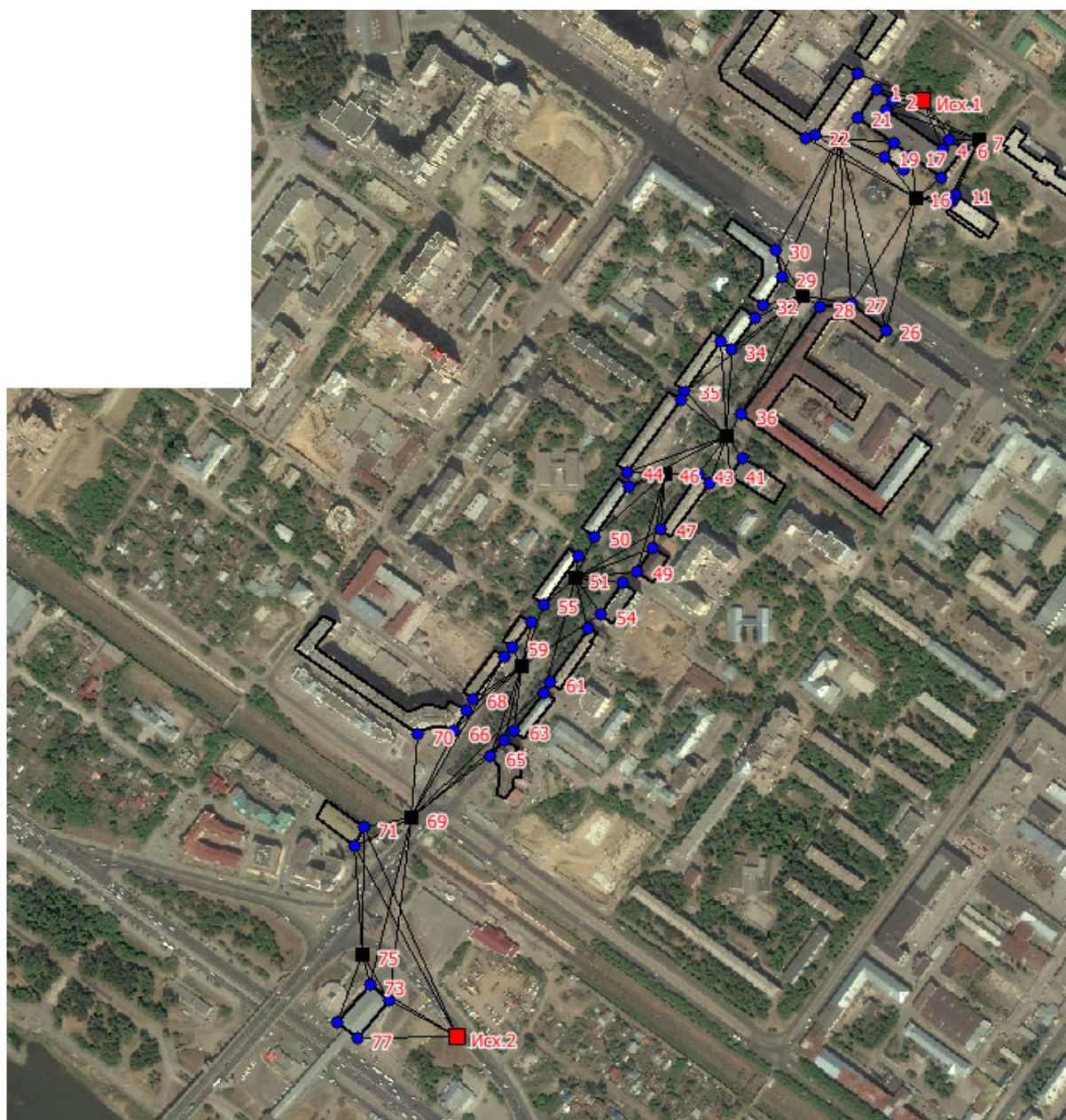
На рис. 4–5 представлена ситуация, когда длина хода превышает расстояние 1 км.



Условные обозначения:

- Исходные пункты
- Связующие точки теодолитного хода, являющиеся характерными точками местности, которые необходимо закоординировать
- Промежуточные точки теодолитного хода, которые являются местами установки электронного тахеометра
- Измеряемые элементы электронной тахеометрии;
- Прямая оптическая видимость между исходными пунктами;

Рис. 4. Схема хода электронной тахеометрии на расстоянии больше 1 км с прямой оптической видимостью



Условные обозначения:

- Исходные пункты
- Связующие точки теодолитного хода, являющиеся характерными точками местности, которые необходимо закоординировать
- Промежуточные точки теодолитного хода, которые являются местами установки электронного тахеометра
- Измеряемые элементы электронной тахеометрии;

Рис. 5. Схема хода электронной тахеометрии на расстоянии больше 1 км без прямой оптической видимости

В программе «Logos» проводилась математическая обработка результатов хода электронной тахеометрии на расстоянии больше 1 км с прямой опти-

ческой видимостью и без прямой оптической видимости, были получены результаты:

– В ходе электронной тахеометрии на расстоянии 1 км с прямой оптической видимостью точки установки электронного тахеометра определяются с точностью от 0,4 до 1,6 см, в среднем  $m=0,95$  см; без видимости точность варьируется с 0,5 до 1,8 см, в среднем  $m=1,18$  см;

– Наиболее грубо в ходе электронной тахеометрии на расстоянии больше 1 км с прямой оптической видимостью определяется характерная точка 62 СКО которой составила  $m=2,0$ см; без видимости СКО составила  $m=2,1$ см (понижение точности составило 5%);

– Наибольшая СКО взаимного положения характерных точек на расстоянии больше 1 км с прямой оптической видимостью характерна для линии 69 – 60 и составила 1,50см, без видимости характерна также линия 69 – 60, где СКО составила 1,55см (понижение точности составило 3%);

– При использовании электронного тахеометра с точностными характеристиками  $m_{\beta}=6''$  и  $m_L=0,4$ см на расстоянии больше 1 км с прямой оптической видимостью и без понижение точности определяемых параметров составляет не более 5%.

На рис. 6 представлена диаграмма зависимости СКО взаимного положения пунктов от расстояния хода электронной тахеометрии и видимостью на исходные пункты.

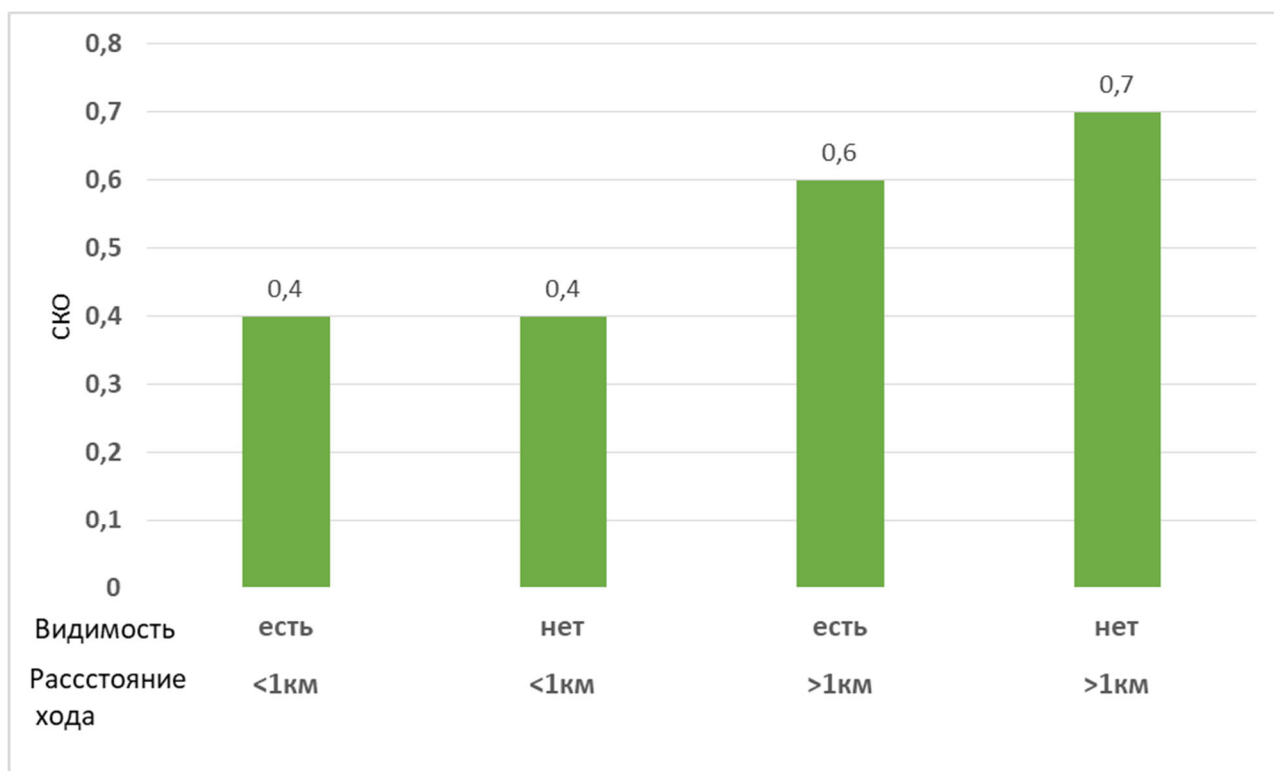


Рис. 6. Диаграмма зависимости СКО взаимного положения пунктов от расстояния хода электронной тахеометрии и видимостью на исходные пункты



Анализируя полученные данные математической обработки хода электронной тахеометрии на расстоянии хода до 1 км и больше 1 км, с прямой оптической видимостью на исходные пункты и без прямой оптической видимостью были сделаны следующие выводы:

- На длине хода электронной тахеометрии больше 1 км способ угловой привязки не имеет принципиального значения, поскольку не особо сказывается на СКО взаимного положения смежной точки;
- Независимо от длины хода способ угловой привязки не имеет значения;
- При увеличении длины полученного хода отмечается понижение точности определения координат;
- При увеличении хода в 2 раза ошибка увеличилась в 2 раза, а это означает, что СКО взаимного положения пунктов изменяется в прямолинейной зависимости от длины хода;
- Предельная длина хода электронной тахеометрии 4 км;

Полученные значения точностных параметров соответствуют предлагаемым нормативным требованиям при координировании объектов недвижимости в территориальном образовании [6] и, следовательно, этот способ может быть рекомендован кадастровым инженерам для выполнения геодезических работ при осуществлении кадастровой деятельности.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев, Е. И. Проблемы кадастровой деятельности / Е. И. Аврунев, А. И. Каленицкий, В. Н. Ключниченко // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 99–103.
2. Аврунев, Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости / Е. И. Аврунев. – Новосибирск : СГГА, 2010.
3. Аврунев Е. И., Метелева М. В. О совершенствовании системы координатного обеспечения государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 60–66.
4. Карпик, А. П. Электронное геопространство – сущность и концептуальные основы / А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий // Геодезия и картография. – 2009. – № 5. – С. 41–44.
5. Карпик, А. П. Сущность геоинформационного пространства территорий как единой основы развития государственного кадастра недвижимости / А. П. Карпик, В. С. Хорошилов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 1. – С. 134–136.
6. Метелева М.В. Разработка и исследование методики координатного обеспечения кадастровой деятельности в территориальных образованиях. [Электронный ресурс]: текст автореферата – <https://www.rsl.ru>
7. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: федер. закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места [Электронный ресурс]: Приказ Росреестра от 23.10.2020 П/0393. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Пинигина А.А., Аврунев А.А. Координирование объектов недвижимости способом электронной тахеометрии [Электронный ресурс]: <http://nir.sggait.ru/wp-content/uploads/2020/11/Avrunev-Pinigina-KOORDINIROVANIE-OBEKTOV-NEDVIZHIMOSTI.pdf>. -2020-С.1-10.

© Е. И. Аврунев, А. А. Кудряшова, 2021