

УДК 528.063.1:528.44

DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-1-22-29

ОБ ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ В КАДАСТРЕ

Николай Сергеевич Косарев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (913)706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Владимир Абрамович Падве

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (913)958-12-34, e-mail: evdapav@mail.ru

Дарья Ивановна Онищак

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант, e-mail: daria.onishchak@mail.ru

Роберт Эдуардович Багдасарян

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант, e-mail: robertik-nsk@rambler.ru

Рассматриваются вопросы точностной оптимизации определения местоположения границ земельных участков, координат объектов недвижимости и других подобных задач кадастровых работ. Моделируется некоторая типовая ситуация, возникающая при координировании характерных точек объектов недвижимости. Демонстрируется реальное падение значений средних квадратических погрешностей (СКП) положения точек «висячей» опорной межевой сети (ОМС). Решение данной задачи выполнялось с использованием синтезированного варианта алгоритма параметрической версии уравнивания измерений с учетом погрешностей координат опорной сети. Модельные параметры ОМС искажались случайными погрешностями псевдоизмерений, распределенными по нормальному закону. Каждая группа линейных или угловых псевдоизмерений сопровождалась априорной ковариационной матрицей. Варианты ситуаций, заключающиеся в фиксации пункта постановки инструмента, создавались путем регуляризации по Тихонову соответствующих ковариационных матриц. С этой целью такие матрицы умножались на единичную матрицу подходящего размера, модулируемую множителем $\alpha = 10^{-k}$. Когда показатель степени k равнялся нулю, ковариационная матрица принимала свое априорное значение, соответствующее сгенерированным нормальным характеристикам угловых и линейных измерений: $m_{\beta} = 6''$ и $m_S = 2$ мм. Если же предполагалось «отключить» влияние погрешностей соответствующих измерений, то показатель степени k назначался равным -6 . Это приводило к уменьшению влияния модулируемых элементов ковариационной матрицы в миллион раз. Такие измерения практически становились «безошибочными».

Ключевые слова: границы земельных участков, опорная межевая сеть, характерные точки, СКП положения точки, регуляризация ковариационных матриц, моделирующий множитель

Введение

В настоящее время получение достоверной информации о пространственных объектах, в том числе объектах недвижимости, является одной из приоритетных задач национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1]. Такая заинтере-

сованность федеральных органов власти в предоставлении потребителям качественных пространственных данных вполне объяснима [2, 3]. В случае возникновения реестровых ошибок в описании границ объектов недвижимости будет получена недостоверная информация о местоположении границ земельных участков, которая приведет к непра-

вильной оценке площади объектов недвижимости, а это, в свою очередь, ведет к неверному формированию налогообложения [4–7].

На сегодняшний день определение границ характерных точек объектов недвижимости регламентируется приказом Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393 «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, количества машиномест» [8].

Согласно содержанию этого документа, величина средней квадратической погрешности положения характерной точки границы земельного участка не должна превышать величины требуемого значения показателя точности определения координат характерных точек границ земельных участков, устанавливаемых [8] и приводимых в табл. 1.

В действующей нормативно-технической документации не приводятся рекомендуемые схемы определения характерных точек объектов недвижимости в комбинированном способе, поэтому любой кадастровый инженер вправе сам выбирать ту схему, по которой он будет выполнять постановку объектов на кадастровый учет.

Таблица 1

Средняя квадратическая погрешность местоположения характерной точки границы земельного участка

Категория земель и разрешенное использование земельных участков	СКП положения характерных точек, м	Размер проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков, см
1. Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов	0,10	5
2. Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного, дачного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства	0,20	7
3. Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения, за исключением земельных участков, указанных в пункте 2	2,50	35
4. Земельные участки, отнесенные к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения	0,50	9
5. Земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов	2,50	35
6. Земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса	5,00	60
7. Земельные участки, не указанные в пунктах 1–6	2,50	35

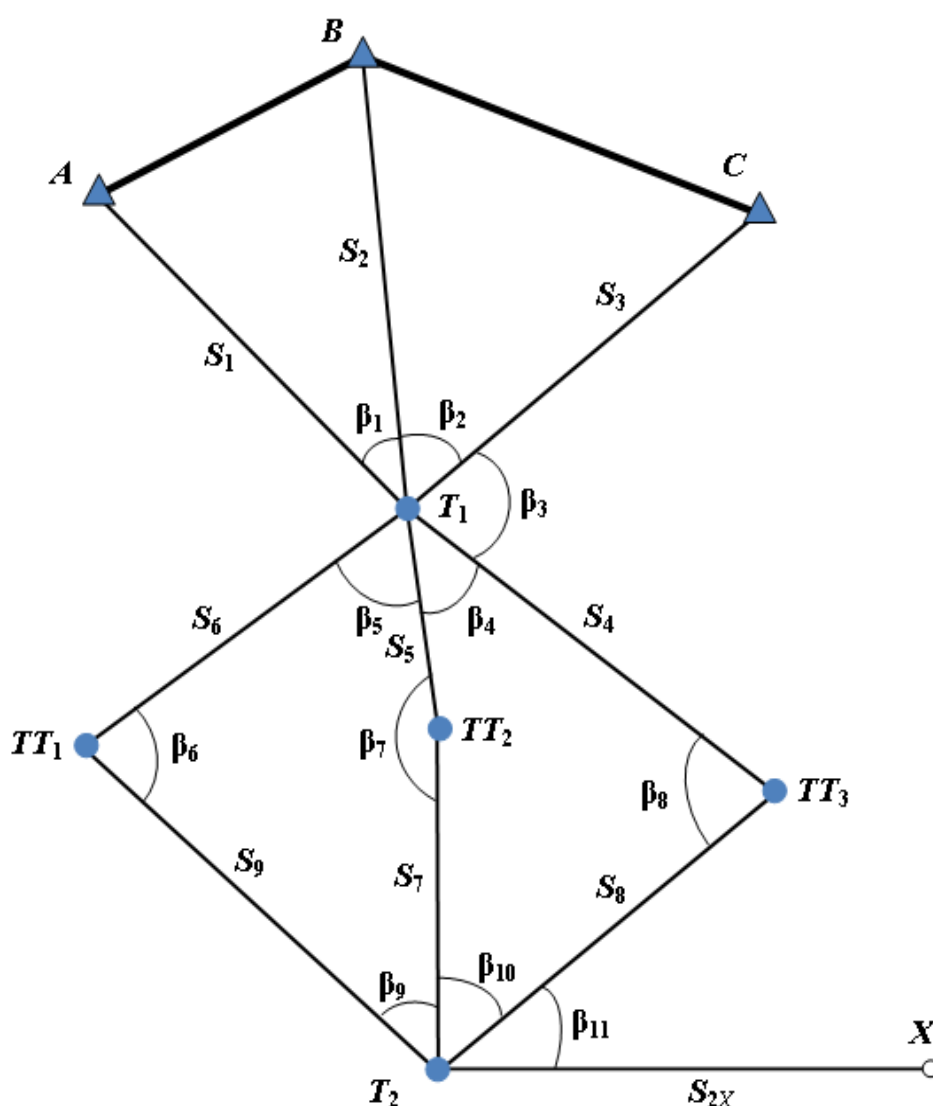
Средние квадратические погрешности положения последовательно определяемых пунктов «висячих» геодезических построений, как это следует из теории математической обработки результатов измерений, неизбежно увеличиваются.

Целью настоящей статьи является исследование на модели некоторого типового геодезического построения, используемого в кадастре, результатов уравнивания и оценки точности определения координат некоторой характерной точки объекта недвижимости. Уравнивание и оценку точности предполага-

лось выполнять как в полном объеме, так и по участкам, имитирующим последовательное продвижение исполнителя и его работу с прибором.

Методы и материалы

При постановке объектов на кадастровый учет часто используется схема создания опорной межевой сети в виде «цепочки» из последовательных линейно-угловых засечек, которые опираются на исходные пункты A, B, C , определенные с помощью ГНСС-технологий (рисунок).



Экспериментальный вариант создания опорной межевой сети:

A, B, C – исходные пункты ОМС, определенные с помощью ГНСС-технологий в режиме «статика»; T_1, T_2 и TT_i – определяемые точки ОМС, на которые устанавливается электронный тахеометр; β_i и S_i – углы и расстояния, измеренные электронным тахеометром; X – характерная точка, СКП положения которой анализируется

Определение координат характерной точки X объекта недвижимости выполняется с помощью полярной засечки после проложения «цепочки» последовательных линейно-угловых засечек. Для определения координат точки X необходимо последовательно устанавливать электронный тахеометр на все точки ОМС и выполнять требуемые угловые β и линейные S измерения, обозначенные на схеме (см. рисунок).

Моделирование псевдоизмерений для представленной схемы опорной межевой сети, а также математическая обработка таких псевдоизмерений выполнялись в электронно-вычислительной среде Excel с использованием авторского инструментария. Он включал в себя следующие блоки. Первый блок-генератор стандартных квазинормальных случайных чисел, с помощью которого вырабатывались псевдопогрешности как угловых измерений, характеризующихся СКП $m_\beta = 6''$, так и линейных – имеющих СКП $m_s = 2$ мм. Второй блок, блок уравнительных вычислений, осуществлял обработку полученных псевдоизмерений с использованием синтезированного варианта параметрического способа с учетом погрешностей опорных пунктов [13].

Результаты

В ходе экспериментов, проведенных авторами, подтвердился ожидаемый эффект нарастающего увеличения СКП положения определяемых точек по мере их удаления от исходных пунктов A, B, C . Эти пункты характеризовались трехблочной диагональной ковариационной матрицей (K_Z), представленной ниже (размерность ее элементов мм²):

$$K_Z = \begin{pmatrix} 390 & 100 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 100 & 320 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 420 & 120 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 120 & 380 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 370 & 190 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 190 & 330 \end{pmatrix}.$$

СКП положения исходных пунктов A, B и C , вычисленные по диагональным блокам этой матрицы, были близки друг к другу

по значениям и равнялись, соответственно: $m_A = 26,7$ мм, $m_B = 28,3$ мм и $m_C = 26,5$ мм.

Всего было выполнено пять экспериментов, в каждом из которых, во-первых, ковариационная матрица K_Z постоянно сохраняла свое значение, а, во-вторых, выборочно регуляризовались ковариационные матрицы измерений, моделируемых на отдельных пунктах. Регуляризация заключалась в «модулировании» соответствующей ковариационной матрицы путем умножения ее на единичную матрицу I_{pp} , сопровождаемую множителем α , равным 10^{-6} [14]. Практически такой прием «делал» вектор псевдоизмерений, который характеризовала данная ковариационная матрица, «безошибочным».

Ниже рассматриваются результаты пяти выполненных экспериментов.

Первый эксперимент иллюстрирует ситуацию, когда в предполагаемое общее уравнение включены погрешности координат пунктов A, B, C и результаты моделирования угловых и линейных измерений на всех пунктах ОМС. В табл. 2 приведены результаты первого эксперимента.

Таблица 2

СКП положения пунктов ОМС по результатам моделирования с учетом погрешностей координат исходной сети A, B, C и всех измерений

Точка	СКП положения, мм	Вклад элементов ковариационной матрицы K_Z в СКП положения точки	
		Вклад в мм	Вклад в %
T_1	21,6	21,4	99,1
TT_3	27,5	27,1	98,5
TT_2	24,6	24,3	98,8
TT_1	31,6	31,0	98,1
T_2	32,3	31,8	98,4
X	37,4	36,6	98,0

Эксперимент показал, что СКП положения характерной точки объекта недвижимости X будет определяться величиной 37,4 мм, что удовлетворяет допустимым значениям [8]. В колонке «Вклад элементов...» видно, что

влияние СКП координат пунктов A, B, C огромно и составляет 98 % от СКП положения характерной точки объекта недвижимости X .

Второй эксперимент отличался от первого тем, что влияние погрешностей координат пунктов A, B, C было «отключено». «Отключение» достигалось путем уменьшения элементов матрицы K_Z в сто миллионов раз. Оно моделировало реальную ситуацию, возникающую на новом пункте из-за свойств математического обеспечения электронных тахеометров: обнуления результатов предыдущих измерений. Погрешности измерений углов и линий кадастровой сети по-прежнему моделировались с теми же характеристиками: $m_\beta = 6''$ и $m_S = 2$ мм. В табл. 3 приведены результаты уравнивания во втором эксперименте.

Таблица 3

СКП положения пунктов ОМС по результатам моделирования без учета погрешностей координат исходной сети A, B, C

Точка	СКП положения, мм	Не учитываемый вклад элементов ковариационной матрицы K_Z в СКП положения точки
T_1	2,3	21,4
TT_3	4,2	27,1
TT_2	3,3	24,3
TT_1	5,4	31,0
T_2	5,0	31,8
X	6,8	36,6

Этот эксперимент показывает, что СКП положения характерной точки объекта недвижимости X определяется величиной 6,8 мм, то есть в 5 раз меньшей, чем в действительности. Такие результаты введут пользователя данными в заблуждение, так как эти значения находятся далеко от допустимых пределов [8].

Третий эксперимент моделировал ситуацию, когда исполнитель выполняет привязку точки T_1 , измеряя углы β_1, β_2 и расстояния S_1, S_2, S_3 (см. рисунок). При таком координировании блокируется влияние координат пунктов A, B, C . Результаты уравнивания приведены в первой строке табл. 3, из которой видно, что СКП

положения этой точки составляет 2,3 мм, реально же она грубее и составит величину $2,3 + 21,4 = 23,7$ мм.

Четвертый эксперимент отличался от третьего тем, что дополнительно на той же точке T_1 выполняются новые наблюдения на объекты TT_1, TT_2 и TT_3 (см. рисунок): три угла $\beta_3, \beta_4, \beta_5$ и три линии S_4, S_5, S_6 . Влияние погрешностей координат пунктов A, B, C по-прежнему блокируется. Влияние погрешностей координирования точки T_1 также исключаются аналогичным приемом. В табл. 4 приведены результаты уравнивания в четвертом эксперименте.

Здесь, как и выше, наблюдается завышенная оценка точности – реальные СКП новых точек грубее тех значений, которые не учитывают блокированную ковариационную матрицу K_Z и погрешности нахождения точки T_1 .

Таблица 4

СКП положения пунктов TT_1, TT_2 и TT_3 по результатам моделирования без учета погрешностей координат исходной сети A, B, C и точки T_1

Точка	СКП положения, мм	Не учитываемый вклад элементов ковариационной матрицы K_Z в СКП положения точки
T_1	0,0	21,4
TT_3	3,1	27,1
TT_2	1,3	24,3
TT_1	3,1	31,0

Пятый эксперимент рассматривает случай установки тахеометра на точку T_2 с целью определения характерной точки объекта недвижимости X . Предполагается измерение лишь угла β_{11} и линии S_{2X} (см. рисунок). Влияние погрешностей координат пунктов A, B, C , а также всех предыдущих пунктов постановки тахеометра, блокируется, как и в предыдущем случае. В табл. 5 приведены результаты уравнивания в пятом эксперименте.

Здесь мы вновь видим нарастающее влияние СКП неучитываемых погрешностей координат всех предыдущих точек постановки тахеометра.

Следует отметить важный практический нюанс. Если на базе общей основы A, B, C будет координировано несколько близких характерных точек объекта недвижимости X_i , то их взаимное положение, например, расстояние между ними, не будет зависеть от неучета погрешностей координат опорных и промежуточных пунктов, так как влияние таковых будет соизмеримым.

Таблица 5

СКП положения характерной точки объекта недвижимости X по результатам моделирования без учета погрешностей координат исходной сети A, B, C и всех пунктов ОМС

Точка	СКП положения, мм	Не учитываемый вклад элементов ковариационной матрицы K_Z в СКП положения точки
T_1	0,0	21,4
TT_3	0,0	27,1
TT_2	0,0	24,3
TT_1	0,0	31,0
T_2	0,0	31,8
X	2,5	36,6

Заключение

Выполненные эксперименты и соответствующий их анализ иллюстрируют правильность теоретических предположений о нарастающем падении точности (СКП положения точек) объектов ОМС, имеющих «твердое» основание лишь с одного края такой сети. Очевидно, следует рекомендовать развивать ОМС

таким образом, чтобы наиболее удаленные их точки дополнительно автономно определялись по другим группам исходных пунктов.

Естественно, что наилучшие результаты будут достигнуты при заключительном совместном уравнивании всех результатов измерений по созданию ОМС на кадастровом объекте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf/>.
2. Карпик А. П., Обиденко В. И., Побединский Г. Г. Исследование потребности федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации в пространственных данных // Геодезия и картография. – 2021. – Т. 82, № 2. – С. 49–63.
3. Карпик А. П., Обиденко В. И. Исследование потребностей федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации в пространственных данных : монография. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 216 с.
4. Терентьев Д. Ю. К вопросу об оценке точности площадей земельных участков // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 82–88.
5. Терентьев Д. Ю., Гиниятов И. А. Сравнительный анализ результатов оценки точности площадей земельных участков // Геодезия и картография. – 2014. – № 5. – С. 35–37.
6. Грибовский С. В. К вопросу о качестве кадастровой оценки объектов недвижимости для целей налогообложения // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2019. – № 9 (216). – С. 24–29.
7. Мирзоева А. Э., Овчинникова А. С. Особенности геодезического обеспечения кадастровой деятельности в Российской Федерации // Геодезия и картография. – 2017. – Т. 78, № 6. – С. 49–54.
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, машиноместа [Электронный ресурс] : приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии

от 23.10.2020 № П/0393. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74812016/#ixzz6lZniLAKo>

9. Аврунев Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 143 с.

10. Аврунев Е. И., Хорошилов В. С., Метелева М. В. Исследование структуры геодезического обоснования для обеспечения кадастровой деятельности в территориальном образовании // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 82–86.

11. Чуприн М. С. Проблемы оценки точности результатов измерений с применением геодезического и спутникового методов определения координат характерных точек границ объектов недвижимости // Сборник статей по итогам научно-технических конференций в 2-х частях. – М. : МИИГАиК, 2019. Вып. 10. Ч. I. – С. 164–166.

12. Аврунев Е. И. Проектирование геодезического обоснования для координатного обеспечения кадастровых работ в территориальном образовании // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 1. – С. 146–157.

13. Падве В. А. Математическая обработка и анализ результатов геодезических измерений. Ч. 2. Синтезированные и комбинированные алгоритмы точностной МНК-оптимизации и анализа результатов измерений: монография. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 134 с.

14. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. – М. : Наука, 1986. – 288 с.

Получено 14.08.2021

© Н. С. Косарев, В. А. Падве, Д. И. Онищак, Р. Э. Багдасарян, 2022

ON THE ACCURACY ASSESSMENT OF DETERMINING THE COORDINATES OF CHARACTERISTIC POINTS OF REAL ESTATE OBJECTS IN THE CADASTRE

Nikolay S. Kosarev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D, Associate Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (913)706-91-95, e-mail: kosarevnsk@yandex.ru

Vladimir A. Padve

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D, Associate Professor, Department of Applied Information Science and Systems, phone: (913)958-12-34, e-mail: evdapav@mail.ru

Daria I. Onishchak

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, e-mail: daria.onishchak@mail.ru

Robert E. Bagdasaryan

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, e-mail: robertik-nsk@rambler.ru.

The issues of accurate optimization of determining the location of the boundaries of land plots, the coordinates of real estate objects and other similar tasks during the performance and cadastral work are considered. Some typical situation that arises when coordinating the characteristic points of real estate objects is simulated. A real drop in the values of root-mean-square errors (RMSE) of the positions of the points of the "hanging" cadastral reference network (CRN) is demonstrated. The solution of this problem was performed using a synthesized version of the algorithm of the parametric version of the measurement adjustments, taking into account the coordinates errors of the reference network. The model parameters of the CRN were distorted by random errors of pseudo-measurements distributed according to the normal law. Each group of linear or angular pseudo-measurements was supported with a priori covariance matrix of a respective size. The variants of the situations, which consisted in fixating the point of establishing the instrument, were developed by regulating the respective covariance matrices, which were multiplied, where necessary, by a square unit matrix of an appropriate size, modulated with the multiplier $\alpha = 10^{-k}$. When the index of power k of base 10 was equal to zero, the covariance matrix assumed its priori value, corresponding to the generated normal characteristics

of angular and linear measurements $m_\beta = 6''$ and $m_S = 2$ mm. If it was planned to "rule out" the impact of the errors of respective measurements, the index of power k was designated to be equal to -6. That resulted in a million-fold reduction of the influence of the modulated elements of the covariance matrix. Practically, such measurements were assumed to be error-free.

Keywords: borderlines of land plots, cadastral reference network, characteristic points, RMSE of a point position, regularization of covariance matrices, modeling multiplier

REFERENCES

1. The program "Digital Economy of the Russian Federation" approved by the order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017. Retrieved from <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf/> [in Russian].
2. Karpik, A. P., Obidenko, V. I., & Pobedinskiy, G. G. (2021). Research of the need of the federal executive authorities of the Russian Federation for spatial data. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 82(2), 49–63 [in Russian].
3. Karpik, A. P., & Obidenko, V. I. (2021). *Issledovanie potrebnostey federal'nykh organov ispolnitel'noy vlasti Rossiyskoy Federatsii v prostranstvennykh dannykh [Research of the need of the federal executive authorities of the Russian Federation for spatial data]*. Novosibirsk: NSTU Publ., 216 p. [in Russian].
4. Terentyev, D. Yu. (2013). On the issue of assessing the accuracy of land areas. *Vestnik SSGA [Vestnik SSGA]*, 1(21), 45–48 [in Russian].
5. Terentyev, D. Yu., & Giniatov, I. A. (2014). Comparative analyses of the results of accuracy valuation of square lots. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 5, 35–37 [in Russian].
6. Gribovskii, S. V. (2019). To question of quality of cadastral assessment of real estate objects for the purposes of taxation. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii [Property Relations in the Russian Federation]*, 9(216), 24–29 [in Russian].
7. Mirzoeva, A. E., & Ovchinnikova, A. S. (2017). The features of geodetic maintenance of cadastral activities in the Russian Federation. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 78(6), 49–54 [in Russian].
8. Order of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography of October 23, 2020 No. P / 0393. On approval of the requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the boundaries of a land plot, requirements for accuracy and methods for determining the coordinates of characteristic points of the contour of a building, structure or object unfinished construction on a land plot, as well as requirements for determining the area of a building, structure, room, parking space. Retrieved from <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74812016/#ixzz6lZniLAKo>
9. Avrunev, E. I. (2010). *Geodezicheskoe obespechenie gosudarstvennogo kadastra nedvizhimosti [Geodetic support of the state real estate cadaster]*. Novosibirsk: SSGA Publ, 144 p. [in Russian].
10. Avrunev, E. I., Khoroshilov, V. S., & Meteleva, M. V. (2015). The investigation of geodetic control structure for provision of cadastral activity in territorial foundati. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos"emka [Izvestiya vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying]*, 5, 82–86 [in Russian].
11. Chuprin, M. S. (2019). Problems of assessing the accuracy of measurement results using geodetic and satellite methods for determining the coordinates of characteristic points of the boundaries of real estate objects. In *Sbornik statey po itogam nauchno-tekhnicheskikh konferentsiy: Vyp. 10, ch. I [Proceedings of Scientific and Technical Conferences: Issue 10, Part I]* (pp. 164–166). Moscow: Moscow State University of Geodesy and Cartography Publ. [in Russian].
12. Avrunev, E. I. (2019). Designing of Geodesic Control for Coordinate Support of Cadastral Works in Territorial Entity. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 24(1), 146–157 [in Russian].
13. Padve, V. A. (2018). *Matematicheskaya obrabotka i analiz rezul'tatov geodezicheskikh izmereniy: Ch. 2, Sintezirovannye i kombinirovannye algoritmy tochnostnoy MNK-optimizatsii i analiza rezul'tatov izmereniy [Mathematical processing and interpretation of the results of geodetic measurements: Part 2, Synthesized and combined algorithms for precision LS-optimization and analysis of measurement results]*. Novosibirsk: SSUGT Publ., 134 p. [in Russian].
14. Tikhonov, A. N., & Arsenin, V. Ya. (1986). *Metody resheniya nekorrektnykh zadach [Methods for solving ill-posed problems]*. Moscow: Nauka Publ., 288 p. [in Russian].

Received 14.08.2021

© N. S. Kosarev, V. A. Padve, D. I. Onishchak, R. E. Bagdasaryan, 2022