

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ



УДК 528.44

DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-1-135-145

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНЫХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Евгений Ильич Аврунев

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

Актуальность. В настоящее время наиболее технологичным способом спутникового позиционирования, позволяющим определить в установленной системе координат местоположение недвижимого имущества, является режим РТК, которому, однако, присущи некоторые существенные недостатки. Поэтому действующими нормативно-правовыми документами определены требования по необходимости при координировании использования режима «статика», более трудоемкого, но обладающего возможностью контроля точности спутниковых определений.

Цель. Предложить технологическую схему эффективного определения координат характерных точек, закрепляющих на местности границы земельных участков и объектов капитального строительства в режиме РТК с контролем точности спутникового позиционирования.

Методы. Теория математической обработки результатов геодезических измерений с элементами математической статистики и метода наименьших квадратов.

Результаты: предложена технологическая схема, позволяющая эффективно использовать режим РТК с контролем точности спутникового позиционирования.

Ключевые слова: кадастровый квартал, территориальное образование, кадастровый инженер, единый государственный реестр недвижимости, объект недвижимости, земельные участки, объекты капитального строительства, геодезическое обоснование, исходные пункты, характерные точки, режим «статика», режим РТК, статистический критерий, средняя квадратическая ошибка.

Введение

Важнейшей характеристикой, определяющей содержание кадастровой информации в межевых и технических планах, является местоположение объектов недвижимости в территориальном образовании. В настоящее время определение координат характерных точек, закрепляющих на местности границы земельных участков (ЗУ) и объекты капитального строительства (ОКС), выполняется с ис-

пользованием спутниковых технологий в режиме РТК, который обеспечивает наименьшую трудоемкость выполнения геодезических определений [1–4]. Наиболее эффективная реализация такой технологии возможна при наличии в территориальном образовании активных базовых станций (АБС), которые в режиме реального времени позволяют кадастровому инженеру, при наличии только одного спутникового приемника, определять координаты характерных точек, необходимых для подготовки межевого или технического плана [5, 6].

Вместе с тем, в соответствии с нормативно-правовыми документами, координаты характерных точек должны быть надежно привязаны не менее чем к трем пунктам геодезического обоснования (ГО), которые на местности закрепляют систему координат, необходимую для осуществления градостроительной деятельности и ведения Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). Это требование существенным образом увеличивает трудоемкость выполнения геодезических определений, обуславливая нарушение кадастровыми инженерами нормативно установленной технологии.

Постановка проблемы

При осуществлении функций государственного земельного надзора по инструментальному контролю границ ЗУ или при возникновении земельных споров между смежными правообладателями земельных участков при определенных обстоятельствах могут возникать противоречия между координатными определениями, выполненными кадастровыми инженерами в режиме РТК, и определением местоположения в режиме «статика», выполненным государственным инспектором или судебным экспертом. Наиболее ярко эта проблема возникает при попытке восстановить утраченные границы ЗУ.

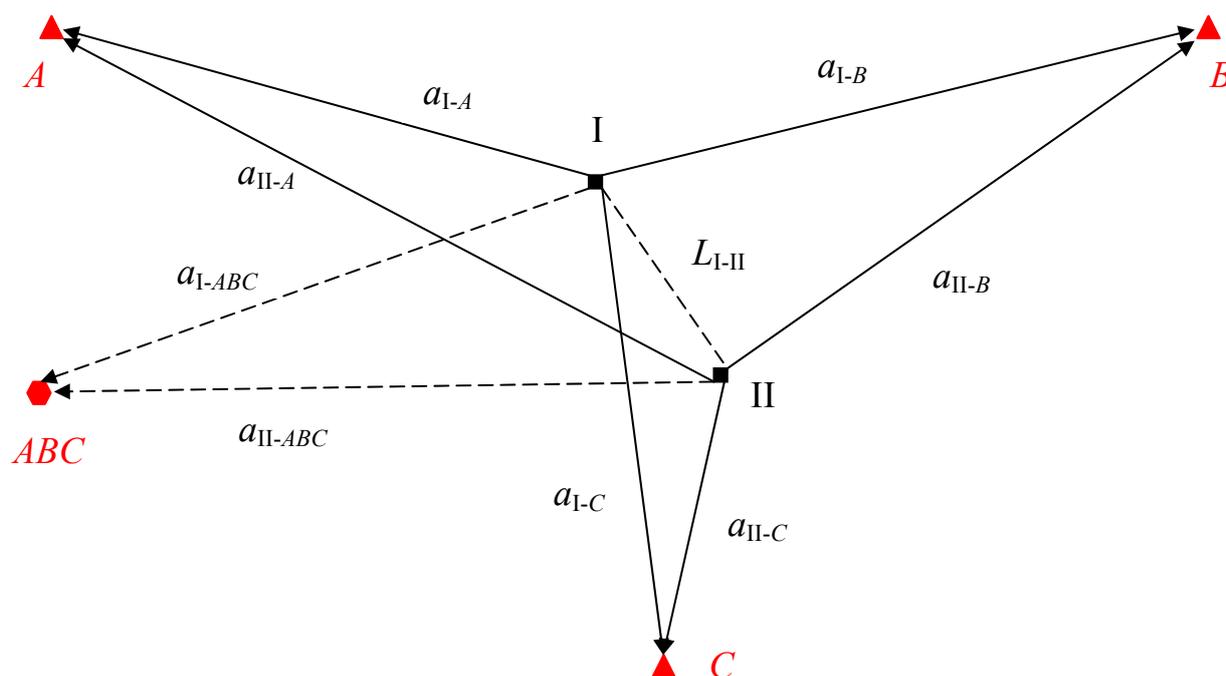
Кроме того, режим РТК характеризуется отсутствием контроля спутниковых определений и невозможностью контролировать стабильность самой АБС, что при ее расположении на здании, находящемся в зоне активного тектонического и антропогенного воздействия, также приводит к искажению кадастровой информации. Этот отрицательный аспект создания геопространства территориального образования будет негативно влиять на формирование в Российской Федерации 3D-кадастра, являющегося в настоящее время фундаментальной основой дальнейшего устойчивого развития цифровой экономики [7–16].

Таким образом, сформулируем основные недостатки режима РТК, определяющие вероятность возникновения существенного искажения кадастровой информации об объектах недвижимости в кадастровом квартале:

- 1) отсутствует контроль точности координирования объектов недвижимости;
- 2) отсутствует контроль стабильности в пространстве АБС;
- 3) в кадастровом квартале, где располагаются закоординированные в режиме РТК объекты недвижимости, нет надежного закрепления координатной системы.

Алгоритм решения проблемы

Решение поставленных научно-технических задач предлагается осуществить с использованием комбинированной ГНСС-технологии, которая заключается в передаче системы координат от исходных пунктов геодезического обоснования (ГО) в кадастровый квартал (КК) территориального образования (ТО) в режиме «статика» и дальнейшем координировании объектов недвижимости (ОН) в режиме RTK [16, 17]. Принципиальная схема использования комбинированной ГНСС-технологии представлена на рис. 1.



- ▲ исходные пункты ГО
- ABC
- определяемые пункты второй ступени ГО
- ← базовые векторы, определенные в режиме «статика» для передачи системы координат в КК относительно исходных пунктов геодезического обоснования
- ← --- базовые векторы, определенные в режиме RTK относительно ABC
- контрольная длина линии, измеренная наземным измерительным средством, используемая для оценки точности ГНСС-технологии

Рис. 1. Модифицированный лучевой вариант построения второй ступени геодезического обоснования

Наличие второй ступени, координаты пунктов которой определены в режиме статика, обуславливает выполнение требований нормативно-правовых документов по определению местоположения объектов недвижимости на местности, а наличие измеренной контрольной длины линии L_{I-II} и выполнение

статистического критерия определяет выполнение требований к точности передачи координат в кадастровый квартал относительно исходных пунктов ГО

$$\Delta = L_{I-II} - \sqrt{(X_I^{CP} - X_{II}^{CP})^2 + (Y_I^{CP} - Y_{II}^{CP})^2} \leq t \cdot m_{НОРМ}, \quad (1)$$

где $m_{НОРМ}$ – нормативная точность (СКО) построения второй ступени геодезического обоснования; t – статистический коэффициент перехода от СКО к предельным значениям, принимаемый $t = 2$; X^{CP} , Y^{CP} – координаты определяемых пунктов, вычисленные как среднее арифметическое по результатам определения базовых векторов относительно трех исходных пунктов ГО.

Уравнение (1) определяет реальную точность создания на местности второй ступени ГО, которая обязательно должна быть отражена кадастровым инженером в межевом или техническом плане.

Наличие в кадастровом квартале не менее двух пунктов второй ступени определяет возможность использования любых способов координирования объектов недвижимости, включая (несмотря на отмеченные выше существенные недостатки), спутниковые измерительные технологии в режиме РТК.

Для исключения негативных факторов и разрешения кадастровым инженерам использовать этот технологический способ определения местоположения недвижимого имущества предлагается с пунктов второй ступени в режиме РТК повторно определять их координаты и на основании статистического критерия делать заключение о стабильности в пространстве АБС и корректности ее координатной привязки к исходным пунктам геодезического обоснования:

$$\Delta_X = \begin{bmatrix} \Delta_{X_1} = X_I^{CP} - X_I^{РТК} \\ \Delta_{X_2} = X_{II}^{CP} - X_{II}^{РТК} \end{bmatrix}; \quad \Delta_Y = \begin{bmatrix} \Delta_{Y_1} = Y_I^{CP} - Y_I^{РТК} \\ \Delta_{Y_2} = Y_{II}^{CP} - Y_{II}^{РТК} \end{bmatrix};$$

$$\Delta = \begin{bmatrix} \sqrt{\Delta_{X_1}^2 + \Delta_{Y_1}^2} \leq 0,11 \cdot m_{НОРМ} \\ \sqrt{\Delta_{X_2}^2 + \Delta_{Y_2}^2} \leq 0,11 \cdot m_{НОРМ} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Невыполнение критерия (2), основанного на принципе «ничтожного влияния», определяет необходимость принятия следующих научных гипотез:

1) точность координирования в режиме РТК не соответствует требованиям выполнения кадастровых работ;

2) привязка АБС к системе координат, в которой было выполнено уравнение ГО и ведется ЕГРН, выполнена некорректно или АБС утратила стабильность и изменила свое местоположение в пространстве.

Проверку первой выдвинутой гипотезы целесообразно осуществлять на основании статистического критерия:

$$\Delta = L_{1-П} - \sqrt{(X_I^{RTK} - X_{II}^{RTK})^2 + (Y_I^{RTK} - Y_{II}^{RTK})^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}}, \quad (3)$$

выполнение которого определяет соответствие точности спутниковых определений в режиме РТК требованиям нормативно-правовых документов.

Для подтверждения второй гипотезы необходимо сформировать векторы расхождений по формуле

$$\Delta_X = \begin{bmatrix} \Delta_{X_1} = X_I^A - X_I^{RTK} \\ \Delta_{X_2} = X_I^B - X_I^{RTK} \\ \Delta_{X_3} = X_I^C - X_I^{RTK} \\ \Delta_{X_4} = X_{II}^A - X_{II}^{RTK} \\ \Delta_{X_5} = X_{II}^B - X_{II}^{RTK} \\ \Delta_{X_6} = X_{II}^C - X_{II}^{RTK} \end{bmatrix}; \Delta_Y = \begin{bmatrix} \Delta_{Y_1} = Y_I^A - Y_I^{RTK} \\ \Delta_{Y_2} = Y_I^B - Y_I^{RTK} \\ \Delta_{Y_3} = Y_I^C - Y_I^{RTK} \\ \Delta_{Y_4} = Y_{II}^A - Y_{II}^{RTK} \\ \Delta_{Y_5} = Y_{II}^B - Y_{II}^{RTK} \\ \Delta_{Y_6} = Y_{II}^C - Y_{II}^{RTK} \end{bmatrix}; \Delta = \begin{bmatrix} \Delta_1 = \sqrt{\Delta_{X_1}^2 + \Delta_{Y_1}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_2 = \sqrt{\Delta_{X_2}^2 + \Delta_{Y_2}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_3 = \sqrt{\Delta_{X_3}^2 + \Delta_{Y_3}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_4 = \sqrt{\Delta_{X_4}^2 + \Delta_{Y_4}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_5 = \sqrt{\Delta_{X_5}^2 + \Delta_{Y_5}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_6 = \sqrt{\Delta_{X_6}^2 + \Delta_{Y_6}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

вычислить оценку их математического ожидания

$$M_{\Delta_X} = \frac{\sum \Delta_{X_i}}{n}; \quad M_{\Delta_Y} = \frac{\sum \Delta_{Y_i}}{n}, \quad (5)$$

а затем определить и оценить все несмещенные значения:

$$\Delta_X^H = \begin{bmatrix} \Delta_{X_1}^H = \Delta_{X_1} - M_{\Delta_X} \\ \Delta_{X_2}^H = \Delta_{X_2} - M_{\Delta_X} \\ \Delta_{X_3}^H = \Delta_{X_3} - M_{\Delta_X} \\ \Delta_{X_4}^H = \Delta_{X_4} - M_{\Delta_X} \\ \Delta_{X_5}^H = \Delta_{X_5} - M_{\Delta_X} \\ \Delta_{X_6}^H = \Delta_{X_6} - M_{\Delta_X} \end{bmatrix}; \Delta_Y^H = \begin{bmatrix} \Delta_{Y_1}^H = \Delta_{Y_1} - M_{\Delta_Y} \\ \Delta_{Y_2}^H = \Delta_{Y_2} - M_{\Delta_Y} \\ \Delta_{Y_3}^H = \Delta_{Y_3} - M_{\Delta_Y} \\ \Delta_{Y_4}^H = \Delta_{Y_4} - M_{\Delta_Y} \\ \Delta_{Y_5}^H = \Delta_{Y_5} - M_{\Delta_Y} \\ \Delta_{Y_6}^H = \Delta_{Y_6} - M_{\Delta_Y} \end{bmatrix}; \Delta^H = \begin{bmatrix} \Delta_1^H = \sqrt{\Delta_{X_1}^2 + \Delta_{Y_1}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_2^H = \sqrt{\Delta_{X_2}^2 + \Delta_{Y_2}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_3^H = \sqrt{\Delta_{X_3}^2 + \Delta_{Y_3}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_4^H = \sqrt{\Delta_{X_4}^2 + \Delta_{Y_4}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_5^H = \sqrt{\Delta_{X_5}^2 + \Delta_{Y_5}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \\ \Delta_6^H = \sqrt{\Delta_{X_6}^2 + \Delta_{Y_6}^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Выполнение критериев (6) для всех компонентов несмещенных векторов определяет вероятность того, что оценка математического ожидания (5) является системным сдвигом АБС относительно принятой системы координат для ведения ЕГРН и должна быть введена во все спутниковые определения координат характерных точек земельных участков и объектов капитального строительства.

Если статистический критерий (6) выполняется для компонентов векторов относительно двух исходных пунктов, а относительно третьего это условие не выполнено, то с вероятностью $\beta = 0,95$ можно принять гипотезу об изменении местоположения этого исходного пункта в пространстве. Это определяет необходимость исключения данного исходного пункта из схемы математической обработки результатов измерений.

Заключительным контролем точности спутникового позиционирования является сравнение измеренных контрольных длин линий L_{i-j} между характерными точками, закрепляющими на местности границы объектов недвижимости, со значениями, вычисленными по их координатам, которые получены в режиме РТК:

$$\Delta_{\text{КОНТ}} = L_{i-j} - \sqrt{(X_i^{\text{РТК}} - X_j^{\text{РТК}})^2 + (Y_i^{\text{РТК}} - Y_j^{\text{РТК}})^2} \leq t \cdot m_{\text{НОРМ}}, \quad (7)$$

где i, j – номера характерных точек, определяющих на местности границы ЗУ и ОКС.

Выполнение статистического критерия (7) определяет принятие гипотезы о соответствии точности определения местоположения объектов недвижимости целям и задачам ведения ЕГРН в территориальном образовании.

Предлагаемая схема координирования объектов недвижимости в режиме РТК в кадастровом квартале ГО приведена на рис. 2.

Технологическая схема предлагаемого модифицированного режима РТК состоит из следующих технологических операций:

1) внутри кадастрового квартала закрепляется не менее двух пунктов второй ступени геодезического обоснования и в режиме «статика» определяются их координаты относительно трех исходных пунктов ГО;

2) используя измеренную длину линии L_{I-II} и вычисленные координаты $(X_I, Y_I, X_{II}, Y_{II})$, на основании статистического критерия (1) делается заключение о точности спутникового позиционирования и возможности использования режима «статика» как эталонного для тестирования режима РТК;

3) на основании сравнения результатов спутникового позиционирования в двух режимах с использованием критерия (2) делается заключение о соответствии точности режима РТК и возможности его использования при координировании объектов недвижимости;

4) при невыполнении критерия (2) выдвигаются альтернативные гипотезы, для подтверждения которых необходимо использовать критерии (3) и (4);

Заключение

Разработанная технологическая схема позволяет использовать наиболее эффективный способ спутниковых определений в режиме РТК при координировании на местности границ земельных участков и объектов капитального строительства. Технологические операции, необходимые для реализации этой схемы, приведенные статистические критерии и уравнения для математической обработки предлагается внести в соответствующие нормативно-правовые документы, регламентирующие выполнение кадастровых работ на территории Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аврунев Е. И. Геодезическое обеспечение государственного кадастра недвижимости : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 143 с.
2. Карпик А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография. – Новосибирск : СГГА, 2002. – С. 15–44.
3. Карпик А. П. Основные принципы формирования геодезического информационного пространства // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 73–78.
4. Karpik A. P., Avrunev E. I., Truhanov A. E. To the question of geodetic and cartographic provision of cadastral register // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, No. 18. – P. 39601–39602.
5. Проблемы и перспективы развития активных спутниковых геодезических сетей в России и их интеграция в ITRF / В. С. Вдовин, В. В. Дворкин, А. П. Карпик, Л. А. Липатников, С. Д. Сорокин, Г. М. Стеблов // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 6–27.
6. Карпик А. П., Осипов А. Г., Мурзинцев П. П. Управление территорий в геоинформационном дискуссе : монография. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с.
7. Обиденко В. И., Побединский Г. Г. Изменение метрических параметров объектов на территории Российской Федерации при переходе к ГСК-2011 // Геодезия и картография. – 2016. – № 10. – С. 12–21.
8. Карпик А. П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4. – С. 3–7.
9. Карпик А. П., Хорошилов В. С. Сущность геоинформационного пространства территорий как единой основы развития государственного кадастра недвижимости // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 134–136.
10. Initial Registration of 3D Parcels [Электронный ресурс] / E. Dimopoulou, S. Karki, R. Miodrag, J. P. Almeida, C. Griffith-Charles, R. Thompson, S. Ying, P. Oosterom // 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_16.pdf.
11. Araujo A. L., Oliveira F. H. Overlapping Characterization of Spatial Parcels in Brazil: Case in Florianopolis [Электронный ресурс] // 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_32.pdf.
12. Seredovich V. A., Avrunev E. I., Plyusnina E. S. Rproposals On Mathematical Prosessing Improvement of Geodetic Measurements For Geodetic Monitoring of Engineering Constructions. // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, No. 24. – P. 45553–45557.
13. China Construction of Geometric Model and Topology for 3d Cadastre – case Study in Taizhou, Jiangsu [Электронный ресурс] / Yuan Ding, Changbin Wu, Nan Jiang, Bingqing Ma,

Xinxin Zhou // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch. – New Zealand, May 2–6, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_06.pdf (accessed 10 November 2017).

14. Thompson R. J., Van Oosterom P., Soon K. H. Mixed 2D and 3D Survey Plans with Topological Encoding [Электронный ресурс] // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch. – New Zealand, May 2–6, 2016. Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_17.pdf (accessed 10 October 2017).

15. Stoter J., Ploeger H., Roes R., Van der Riet E., Biljecki F., Ledoux H. First 3D Cadastral Registration of Multi-level Ownerships Rights in the Netherlands [Электронный ресурс] // FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch. – New Zealand, May 2–6, 2016. – Режим доступа: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_37.pdf (accessed 10 October 2017).

16. Карпик А. П., Варламов А. А., Аврунев Е. И. Совершенствование методики контроля качества спутникового позиционирования при создании геоинформационного пространства территориального образования // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 185–188.

17. Аврунев Е. И., Метелева М. В. О совершенствовании системы координатного обеспечения государственного кадастра недвижимости // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 60–66.

Получено 17.01.2019

© Е. И. Аврунев, 2019

USE OF ACTIVE BASIC STATIONS IN THE PERFORMANCE OF CADASTRAL WORKS WITH RESPECT TO REAL ESTATE OBJECTS

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: (913)901-38-23, e-mail: avrynev_ei@ngs.ru

Relevance: Currently, the most technological way of satellite positioning, which allows to determine the location of real estate in the established coordinate system, is the RTK mode, which, however, has some drawbacks. That's why current normative documents determine the requirements for using the static mode if necessary, which is mode labour-consuming but provides the opportunity to control satellite accuracy.

Objective: to propose efficient technological scheme for determination of reference points, fixing boundaries of land parcels and capital construction objects in the RTK mode with accuracy control of satellite positioning.

Methods: theory of mathematical processing of geodetic measurements with elements of mathematical statistics and the method of least squares.

Results: proposed technological scheme, which allows to effectively use the RTK mode with the control of the accuracy of satellite positioning.

Key words: cadastral block, territorial entity, cadastral engineer, Unified State Register of Real Estate, property object, land parcels, capital construction object, geodetic control, initial points, reference points, statistic mode, RTK mode, statistic criteria, root mean square error.

REFERENCES

1. Avrunev, E. I. (2010). *Geodezicheskoe obespechenie gosudarstvennogo kadastra nedvizhimosti [Geodetic support of the state real estate cadastre]*. Novosibirsk: SSGA Publ., 143 p. [in Russian].
2. Karpik A. P. (2002). *Metodologicheskie i tekhnologicheskie osnovy geoinformacionnogo obespecheniya territorij [Methodological and technological bases of geoinformation support of territories]* (pp. 15–44). Novosibirsk: SSGA Publ. [in Russian].
3. Karpik, A. P. (2013). Main principles of geodetic information environment formation. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aehrofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4/S, 73–78 [in Russian].
4. Karpik, A. P., Avrunev, E. I., & Truhanov, A. E. (2015). To the question of geodetic and cartographic provision of cadastral register. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(18), 39601–39602. Retrieved from <http://www.republication.com>.
5. Vdovin, V. S., Dvorkin, V. V., Karpik, A. P., Lipatnikov, L. A., Sorokin, S. D., & Steblov, G. M. (2018). Current State and Future Development of Active Satellite Geodetic Networks in Russia and Their Integration into ITRF. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(1), 6–27 [in Russian].
6. Karpik, A. P., Osipov, A. G., & Murzincev, P. P. (2010). *Upravlenie territorij v geoinformacionnom diskuse [Territorial administration in the geoinformation discuss]*. Novosibirsk: SSGA Publ., 280 p. [in Russian].
7. Obidenko, V. I., & Pobedinskiy, G. G. (2016). Change of metric parametres of objects in territory of the Russian Federation at transition to SSC-2011. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 10, 12–21 [in Russian].
8. Karpik, A. P. (2014). Current state and problems of territories GIS support. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aehrofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4/S, 3–7 [in Russian].
9. Karpik, A. P., & Khoroshilov, V. S. (2012). The essence of territories geoinformation environment as a uniform basis for state property cadastre development. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aehrofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 2/1, 134–136 [in Russian].
10. Dimopoulou, E., Karki, S., Miodrag, R., Almeida, J. P., Griffith-Charles, C., Thompson, R., Ying, S., & Oosterom P. (2016). Initial Registration of 3D Parcels. In *5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens, Greece. Retrieved from http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_16.pdf.
11. Araujo, A. L., & Oliveira, F. H. Overlapping (2016). Characterization of Spatial Parcels in Brazil: Case in Florianopolis. In *5th International FIG 3D Cadastre Workshop*. Athens, Greece. Retrieved from http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_32.pdf.
12. Seredovich, V. A., Avrunev, E. I., & Plyusnina, E. S. (2015). Proposals on Mathematical Processing Improvement of Geodetic Measurements for Geodetic Monitoring of Engineering Constructions. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(24), 45553–45557. Retrieved from <http://www.republication.com>.
13. Yuan Ding, Changbin Wu, Nan Jiang, Bingqing Ma, & Xinxin Zhou. (2016). China Construction of Geometric Model and Topology for 3d Cadastre – case Study in Taizhou, Jiangsu. *FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, May 2–6*. New Zealand. Retrieved from http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_06.pdf (accessed November 10, 2017).
14. Thompson, R. J., Van Oosterom, P., & Soon, K. H. (2016). Mixed 2D and 3D Survey Plans with Topological Encoding. *FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster Christchurch, May 2–6*. New Zealand. Retrieved from http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_17.pdf (accessed October 10, 2017).
15. Stoter, J., Ploeger, H., Roes, R., Van der Riet, E., Biljecki, F., & Ledoux, H. (2016). First 3D Cadastral Registration of Multi-level Ownerships Rights in the Netherlands. *FIG Working Week*

2016 *Recovery from Disaster Christchurch, May 2–6*. New Zealand. Retrieved from http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_37.pdf (accessed October 10, 2017).

16. Karpik, A. P., Avrunev, E. I., & Varlamov, A. A. (2014). Improving methods for quality control of satellite positioning when creating geo-space territorial education. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aehrofotos"emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 4/S, 182–186 [in Russian].

17. Avrunev, E. I., & Meteleva, M. V. (2014). Improvement of coordinates support of state property cadastre. *Vestnik SGGA [Vestnik SSGA]*, 1(25), 60–66 [in Russian].

Received 17.01.2019

© E. I. Avrunev, 2019