

УДК 528.46:711.14

DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-3-138-146

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПЛОЩАДИ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ ТРЕБУЕМОГО КООРДИНАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Виктор Николаевич Ключниченко**

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: kimirs@yandex.ru

**Геннадий Павлович Мартынов**

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры высшей математики, тел. (383)343-25-77, e-mail: martynov@ssga.ru

**Галина Ивановна Юрина**

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, зам. директора Института кадастра и природопользования, тел. (383)343-29-16, e-mail: yurina\_g@mail.ru

Статья посвящена актуальной проблеме согласования разновременных неоднородных по точности результатов координатного обеспечения земельных участков, требующих однозначного отражения в кадастре. Наиболее существенным фактором в данном случае выступает площадь земельного участка, являющаяся его основным параметром, учитываемым при определении вида разрешенного использования, значений кадастровой стоимости, земельного налога и арендной платы. Поэтому площадь требует достаточно высокой точности определения, в частности, для садовых и огороднических участков. Согласно статистическим данным, существенная часть поставленных ранее на кадастровый учет земельных участков содержит ошибки, поэтому нередки случаи, когда смежные участки накладываются друг на друга или же их площадь определена явно ошибочно. Такая ситуация требует урегулирования, в основу которого положено проведение дополнительных кадастровых работ с возможным использованием нескольких вариантов определения площадей смежных участков, в частности, рассмотренных в работе алгоритмов Герона и Брахмагупты. Данные алгоритмы не используют координаты точек границ участка, поэтому могут осуществлять определенные контрольные функции в случаях переопределения координат, сопровождающих подобные ситуации. Итогом данного исследования стали постановка и решение задачи уточнения местоположения ранее приближенно вынесенных на местность садово-огороднических земельных участков и дачных обществ в целом результатами кадастровой деятельности, охарактеризована суть и содержание использования алгоритмов Герона и Брахмагупты для расчета значений площадей, выполнен анализ и даны практические рекомендации по их использованию.

**Ключевые слова:** земельный участок, координаты характерных точек, ошибка вычисления, площадь, формулы Герона и Брахмагупты

### **Введение**

Кадастр в России интенсивно развивается благодаря своим исходным предпосылкам: содержательности, объективности и правовому статусу; разнообразию видов и форм собственности на землю; ее платности; динамике земельного рынка. В начале 1990-х гг. прошлого столетия земельные участки массово предоставлялись потенциальным дачникам с использованием проектных данных об их местоположении (являющихся базовыми

в формируемом кадастре), полученных картометрическим способом по планам и картам крупного масштаба или инструментально в условных системах координат [1–3]. В результате реальное размещение таких, возможно, даже всех составляющих дачное общество участков, не соответствует требуемой сегодня точности установления их границ в пределах 10–15 см, определяет возможные земельные споры, требует внесения корректив в ЕГРН. Последний аспект безусловно требует исправления, но его возможно прове-

сти (на практике, по-видимому, нередко так и случается) только с целью уточнения местоположения земельного участка и располагающихся на нем капитальных строений. Поэтому обязательный точный координатный контроль, осуществляемый кадастровыми инженерами при межевании отдельных участков, права на которые переходят к новым лицам (при продаже, по наследству и т. д.), позволяет исправить реестровые погрешности, но полностью сохраняет существующие границы смежных участков, не нарушая сложившийся порядок землепользования. Дополнительным фактором стабильности землепользования в этом случае послужат алгоритмы определения площадей земельных участков без использования координат граничных точек. Анализируемые авторами способы расчета площадей используют внутренние параметры земельного участка, как правило, неоднократно промеренные его собственником не только, и даже не столько для контроля, сколько для своих хозяйственных надобностей. Поэтому дополнительный расчет площади участка по формуле Герона или Брахмагупты [4–6] позволит укрепить понимание правообладателя о сути проведенных кадастровых работ по надежному закреплению границ его участка как стабильного, охраняемого государством объекта частной недвижимой собственности.

Актуальность рассмотренной в данной работе темы заключается в том, что она касается практически 40 % владельцев ранее учтенных земельных участков, которые после проведения повторных кадастровых работ вынуждены обращаться в судебные органы с заявлением об устранении реестровых ошибок, определяющих разнообразные казусы в кадастровой документации, в том числе наложения границ смежных земельных участков по вновь определенным координатам.

В решении указанной проблемы возможно использование зарубежного опыта. В его основе принцип: если не меняется правообладатель объекта, то проводить его межевание при передаче прав не требуется. Новый владелец подает декларацию в орган регистрации прав, поскольку ранее обозначенные границы, являющиеся одновременно границами смежных

участков, никто не перемещал. В декларации подтверждается предоставленная владельцу недвижимого имущества площадь земельного участка. Конфликтная ситуация, обусловленная повторными измерениями границ участка, исключаются. Дополнительные денежные затраты владельцев недвижимого имущества сводятся к минимуму.

В этой связи цель данного исследования заключается в разработке рекомендаций по выбору наиболее приемлемого варианта подтверждения правообладателями неизменности размера площади принадлежащих им земельных участков.

### ***Постановка задачи***

Законодательно установлено, что сведения о границах всех объектов, находящихся в собственности физических и юридических лиц, должны быть внесены в кадастр.

Практика подтверждает, что применение при формировании отечественного кадастра условных систем координат приводит к тому, что характерные точки границ земельного участка при повторных кадастровых работах получают другие, не совпадающие с первоначальными, координаты. При этом на местности взаимное местоположение объектов осталось неизменным. В этих условиях владелец недвижимого имущества должен иметь возможность защитить свои права, если он в течение многих лет добросовестно обрабатывал земельный участок и регулярно платил налоги. Обоснованием может и должно являться постоянство границ смежных земельных участков, отсутствие разногласий с соседями, сохранность площадей в установленных ранее границах. Следовательно, корректировать положение границ ранее учтенных земельных участков в соответствии с данными повторных геодезических определений нет необходимости. В результате изложенного можно сделать вывод о том, что в данной ситуации критерием отсутствия земельных споров правообладателей смежных земельных участков является стабильность их площадей, контроль значений которых в условиях переопределения координат возможно осуществить иными, бескоординатными способами.

**Методология,  
результаты исследования**

Ниже приведен сравнительный анализ вычисления площади земельных участков с использованием известных алгоритмов, не требующих знания координат. Цель анализа состоит в определении наиболее простого и надежного способа определения площади плоского земельного участка.

Одним из требований, предъявляемых к образуемым земельным участкам, является недопущение у них острых углов. Поэтому, как правило, земельные участки формируются четырехугольной формы с углами, существенно отличающимися от прямых углов.

В этом случае площадь подобного земельного участка может быть вычислена по длинам его диагоналей и углу, заключенному между ними, по формуле (1) [7]

$$S = 0,5 \cdot l \cdot x \cdot \sin\beta, \quad (1)$$

где  $l$  и  $x$  – длины диагоналей четырехугольника (в метрах);  $\beta$  – острый угол между диагоналями (в градусах).

На рис. 1 приведены элементы, содержащиеся в формуле (1).

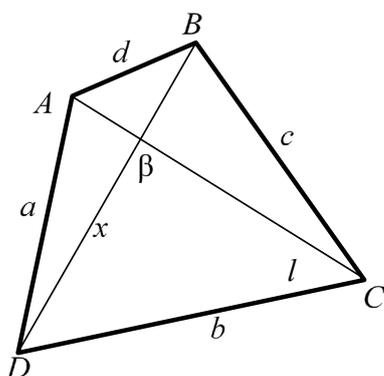


Рис. 1. Вычисление площади земельного участка по длинам его диагоналей и углу, заключенному между ними

Установим требуемую точность определения значения площади земельного участка.

Для этого возьмем полный дифференциал функции  $S$  (1) и осуществим переход к средним квадратическим ошибкам  $m_l$ ,  $m_x$  и  $m_\beta$ .

Приращение функции  $\Delta S$  можно оценить по следующей формуле (2):

$$\Delta S \approx S'_l \cdot \Delta l + S'_x \cdot \Delta x + S'_\beta \cdot \Delta\beta, \quad (2)$$

где  $S'_l$ ,  $S'_x$ ,  $S'_\beta$  – частные производные функции  $S$  согласно (1);  $\Delta l$  – приращение аргумента  $l$  функции  $S$ , метры;  $\Delta x$  – приращение аргумента  $x$  функции  $S$ , метры;  $\Delta\beta$  – приращение аргумента  $\beta$  функции  $S$ , градус.

Частные производные данной функции определяются по формуле (3)

$$\begin{cases} S'_l = x \cdot \sin\beta; \\ S'_x = l \cdot \sin\beta; \\ S'_\beta = l \cdot x \cdot \cos\beta. \end{cases} \quad (3)$$

Подставив в формулу (2) выражения аргументов (3), запишем приращение функции  $\Delta S$  в виде

$$\Delta S = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3, \quad (4)$$

где слагаемые  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$  определяются из соотношений (5):

$$\begin{cases} \Delta_1 = x \cdot \sin\beta \cdot \Delta l; \\ \Delta_2 = l \cdot \sin\beta \cdot \Delta x; \\ \Delta_3 = l \cdot x \cdot \cos\beta \cdot \Delta\beta. \end{cases} \quad (5)$$

Величины  $\Delta l$  и  $\Delta x$  вычисляются в линейных мерах (в метрах), а значение угла  $\Delta\beta$  представлено в градусах. Поэтому необходимо осуществить переход от градусной меры к радианной по формуле

$$\beta_{\text{радиан}} = \beta_{\text{градус}} \cdot \pi / 180. \quad (6)$$

Допустим, что ошибки измерения длин сторон равны  $m_l = m_x = 1$  см, а ошибка измерения угла  $m_\beta = 1^\circ$ . Тогда, принимая приращение аргументов функции  $S$  равными ошибкам измерения ( $\Delta_1 = \Delta_2 = m_l = m_x$ ) и ( $\Delta_3 = \Delta_\beta$ ), по формулам (5) определим ошибку вычисления площади земельного участка. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ошибка вычисления площади земельного участка по длинам двух диагоналей и углу, заключенному между ними

Символы формулы (5)	Числовые значения символов	
$x$	20 м	20 м
$\beta$	85°	85°
$m_x$	1 см = 0,01 м	3 см = 0,03 м
$\Delta_1$	0,1992 м <sup>2</sup>	0,5977
$l$	30 м	30 м
$\Delta_2$	0,2989 м <sup>2</sup>	0,8966
$m_\beta$	$m_\beta = 1^\circ = 0,017$ рад	$m_\beta = 3^\circ = 0,051$ рад
$\Delta_3$	0,9104 м <sup>2</sup>	2,72
$m_s$	$\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} = 1,187$ м <sup>2</sup>	2,05 м <sup>2</sup>

Ошибка вычисления площади для приведенных выше данных составляет 1,19 м<sup>2</sup> при ошибке измерения угла 1° и 2,05 м<sup>2</sup> при ошибке измерения угла 3°. Оба варианта приемлемы, поскольку относительная погрешность определения площади участка не превышает 1 %.

Из сказанного следует, что относительная ошибка определения площади земельного участка в обоих случаях не превышает предельно допустимую погрешность, установленную законодательно – 10 % [8]. Таким образом, данный способ можно рекомендовать для контроля определения площади земельного участка, понимая при этом однозначность значений подобных параметров при безошибочности исходных данных. Что касается измерительных приборов, то с точностью до трех градусов угол можно определить обычным транспортиром, а длины линий измерить рулеткой с точностью до 1–3 сантиметров.

Если сумма противоположных углов земельного участка прямоугольной формы существенно отличается от 180°, а длины противоположных сторон приблизительно равны, то для этих объектов можно применить формулу Брахмагупты [9]. Известно, что данная формула применяется при выполнении одного из следующих условий:

- 1) вокруг земельного участка можно описать окружность;
- 2) в данный земельный участок можно вписать окружность.

Таким образом, земельный участок четырехугольной формы можно вписать в окружность тогда и только тогда, когда сумма его противоположных углов равна 180° (рис. 2).

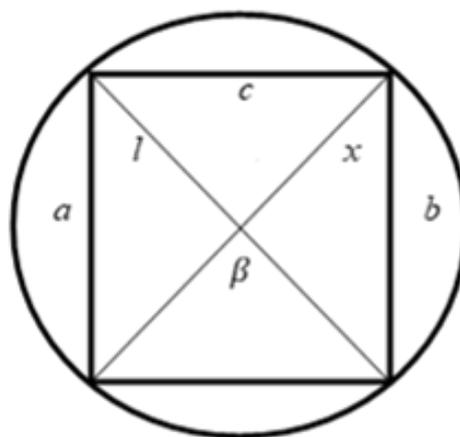


Рис. 2. Вписанный четырехугольник

Формула Брахмагупты выражает площадь вписанного в окружность четырехугольника как функцию его сторон. Если описанный четырехугольник имеет полупериметр  $p = (a + b + c + d) / 2$ , где  $a, b, c, d$  являются длинами его сторон, то площадь такого четырехугольника может быть вычислена по известной формуле

$$S = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)} . \quad (7)$$

В табл. 2 приведены результаты вычисления площади земельного участка по формуле (7).

Таблица 2

Вычисление площади земельного участка по формуле Брахмагупты

<i>a</i> , м	<i>b</i> , м	<i>c</i> , м	<i>d</i> , м	<i>p</i> , м	<i>S</i> , кв. м
30	30	20	20	50	600

Согласно сложившейся практике, садовые и огороднические земельные участки выделяются прямоугольной формы для более рационального размещения жилого помещения и вспомогательных построек

с учетом действующих требований. Для шести соток площади наиболее приемлемым считается земельный участок со сторонами 20 × 30 метров, отличающихся в большую или меньшую сторону не более пяти метров.

Если у вписанного в окружность земельного участка прямоугольной формы, приведенного на рис. 2, измерить длины диагоналей (*l* и *x*) и величину острого угла β между ними, то по формуле (1) можно вычислить его площадь. Расчет представлен в табл. 3.

Таблица 3

Определение площади земельного участка четырехугольной формы по двум диагоналям и углу, заключенному между ними

<i>a</i> , м	<i>b</i> , м	<i>c</i> , м	<i>d</i> , м	<i>l</i> , м	<i>x</i> , м	β°	sin β°	<i>S</i> , кв. м
30	30	20	20	36,06	36,06	78	0,98	637,16

Расхождения в значениях площади, полученные в табл. 2 и 3, составляют 5,8 %. Таким образом, расчеты подтверждают возможность применения обеих формул для подтверждения значения площади земельного участка в случае рассмотрения конфликта в судебном порядке. При этом строгость приведенных формул не подвергается сомнению, однако следует заметить, что чем грубее измерение длин линий и углов, тем с большей ошибкой будет получен результат.

Для земельных участков, отличных от прямоугольной формы, может быть применена формула Герона, предполагающая разбивку любой фигуры на треугольники. Для упрощения выкладок и сравнения результатов возьмем земельный участок четырехугольной формы (см. рис. 2). Площадь *S* каждого треугольника можно вычислить по формуле (8). Точность ее вычисления зависит от точности измерения длин сторон треугольников. Для треугольника со сторонами *a*, *x* и *c* получим

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-c)(p-x)}, \quad (8)$$

аналогично для треугольника со сторонами *d*, *b* и *x*:

$$S = \sqrt{p(p-d)(p-b)(p-x)}.$$

Ниже приведем расчет площади и точности ее определения для обоих треугольников (они равны) при значениях длин сторон (в метрах): *a* = 30, *c* = 20, *x* = 36,06, как показано в табл. 4.

Таблица 4

Вычисление площади треугольника по формуле Герона

<i>p</i> , м	<i>a</i> , м	<i>c</i> , м	<i>x</i> , м	<i>S</i> , м <sup>2</sup>
43,03	30	20	36,06	300,00

Из таблицы следует, что значения площади земельного участка, вычисленные по формулам Брахмагупты и Герона, совпадают. Определим ошибку вычисления площади по формуле Герона, используя известную формулу

$$m_s = 1/4S\sqrt{(A-B+C-D)^2 m^2 a + (A+B-C+D)^2 m^2 b + (A+B-C+D)^2 m^2 c}. \quad (9)$$

В данной формуле вспомогательные значения *A*, *B*, *C*, *D* вычисляются из выражений

$$A = (p-a)(p-b)(p-x);$$

$$B = p(p-x)(p-c);$$

$$C = p(p-a)(p-c);$$

$$D = p(p-a)(p-x);$$

что с использованием данных табл. 3 дает следующие значения:

$$\begin{aligned} A &= 2\,091,56\text{ м}^3; \\ B &= 6\,907,14\text{ м}^3; \\ C &= 12\,912,48\text{ м}^3; \\ D &= 3\,907,94\text{ м}^3. \end{aligned}$$

Средняя квадратическая шибка вычисления площади по формуле (9) при погрешности измерения длин линий, равной 5 см, составит

$$m_s = 1/4S\sqrt{312\,909,57\text{ м}^8} = 1,47\text{ м}^2, \quad (10)$$

а относительная ошибка вычисления площади – менее 1 %.

### Обсуждение

Ведение отечественного кадастра все еще имеет недолгий опыт, и потому возможно использование ряда формальных и неформальных процедур, успешно апробированных в зарубежных кадастрах, обеспечивающих, кстати, оперативное разрешение конфликтных ситуаций. Среди таковых – подача деклараций владельцами недвижимого имущества, позволяющих оформлять права и выявлять налогоплательщиков в кратчайшие сроки. Применение этого опыта с усилением его мотивационного характера при ведении отечественного кадастра позволит снизить влияние имеющих место недостатков и ускорить наполняемость ЕГРН актуальными сведениями об объектах, а также интенсифицировать процессы формирования налогооблагаемой базы муниципалитетов.

Проблема наложения границ земельных участков может быть полностью решена в процессе комплексных кадастровых работ. Но, на наш взгляд, эта проблема принципиальна только для всего массива подобных земельных (дачных, садовых и др.) участков, правильные границы которых необходимы при планировании прилегающих территорий, тогда как внутриквартальное обустройство имеет локальное значение, часто связанное лишь с переопределением координат и корректировкой документов. А учитывая заявительный характер ведения современ-

ного кадастра, следует сделать вывод о том, что возможные ошибки будут возникать и далее, но принципиального значения иметь не будут до тех пор, пока не будут устранены ранее внесенные в кадастр ошибки. Споры по границам ранее учтенных земельных участков, как уже отмечено, минимизированы, а возможности правообладателей сохранить свои права на объекты в прежних границах практически беспроблемны.

В ситуациях переопределения координат и неясности их последствий полезно использование алгоритмов Герона, а также авторов, обеспечивающих надежное определение площадей как показателей стабильности земельной собственности и гарантий государства в данном вопросе. Выполненные расчеты определяют рациональность и доступность их использования, соответствие требованиям землеустройства и кадастра. Это важно с учетом требований действующего земельного и гражданского законодательства, развития земельного рынка и активизации агломерационных процессов [10–15].

### Заключение

В заключении данной работы сделаем следующие выводы:

– наличие кадастровых (реестровых) ошибок в современном ЕГРН предполагает разработку устраняющих их процедур, поэтому данное обстоятельство определило настоящее исследование оценки влияния картометрически заданной системы координат на местоопределение садово-огороднических сообществ и ее влияния на точность определения площадей отдельных землепользований;

– анализ подобных ситуаций позволил сделать вывод о том, что картометрически обусловленные координатные погрешности, допущенные в начальный период формирования отечественного кадастра, существенно не искажают частную картину взаимоположения садово-огороднических землепользований, координаты которых однородны по точности и в целом обеспечивают приемлемую пространственную связность смежных объектов с погрешностью, не превышающей трех-

кратной точности используемого картографического материала;

– неопределенность координатного обеспечения, приемлемая в решении задачи местоопределения отдельных землепользований, должна быть устранена в определении положений общего комплекса землепользований – дачного общества в целом, являюще-

гося базовым объектом будущей планировки данной территории;

– определение площадей отдельных землепользований целесообразно определять с контролем на основе алгоритмов, не использующих координатных определений и одновременно подчеркивающих стабильность объектов земельной собственности.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маслов А. В., Юнусов А. Г. О точности вычисления площади по координатам точек контура // Труды МИИЗ. – 1974. – Вып. 70. – С. 19–26.
2. Михеев Д. Ш., Жозе Е. Б. О точности определения границ земельных участков // Информационный бюллетень. – 1997. – № 5 (12).
3. 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 № П/0393 от 23.10.2020 г. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Жарников В. Б. Организационно-правовой механизм рационального землепользования // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 179–188.
5. Антонович К. М., Николаев Н. А., Струков А. А. Геопространственное обеспечение землеустроительных и кадастровых работ // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 139–143.
6. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Анализ современного состояния государственного кадастра недвижимости в России // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : сб. молодых ученых СГГА (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. – С. 3–11.
7. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике. – М. : Физматгиз, 1962. – 420 с.
8. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 218-ФЗ от 13.07.2015 г. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. Медных А. Д. О формуле Брахмагупты в геометрии Лобачевского [Электронный ресурс] // Математическое просвещение. – 2012. – Вып. 16. – С. 172–180. – Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/links/bdaefb8812875801603ce752bfa911d2/mp299.pdf>.
10. О кадастровой деятельности : Федеральный закон № 221-ФЗ от 24.07.2007 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. Hernando de Soto The mystery of capital: Why capitalism triumphs in the West and fails everywhere else. – New York: Basic Books, 2003. – 288 p.
12. Zevenbergen J. Systems of Land Registration. Aspects and Effects [Electronic resource]. Nederlandse Commissie voor Geodesie Netherlands Geodetic Commission, Delft, 2002. – Mode of access : <http://ncg.knaw.nl/Publicaties/Geodesy/pdf/51Zevenbergen.pdf>.
13. Todorovski D., Zevenbergen, J. A. Responsible land administration and information in practice [Electronic resource] // FIG Working Week 2020 – RAI Amsterdam Convention Centre, Amsterdam, Netherlands, 2020. – P. 1–8. – Mode of access: <https://research.utwente.nl/en/publications/responsible-land-administration-and-information-in-practice>.
14. Grant D., Enemark S., Zevenbergen J. A., Mitchell D., McCamley G. The cadastral triangular model [Electronic resource] // Land use policy. – 2020. – Vol. 97. – P. 104758. – Mode of access: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104758>.
15. Stöcker C., Koeva M., Zevenbergen J. UAV Technology: Opportunities to Support the Updating Process of the Rwandan Cadastre [Electronic resource]. – Mode of access: [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2020/papers/ts07h/TS07H\\_stocker\\_koeva\\_et\\_al\\_10290.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2020/papers/ts07h/TS07H_stocker_koeva_et_al_10290.pdf).

Получено 08.07.2020

© В. Н. Ключниченко, Г. П. Мартынов, Г. И. Юрина, 2021

## ABOUT PLOT AREA DETERMINATION IN CASE OF REQUIRED COORDINATE SUPPORT DEFICIENCY

### *Viktor N. Klyushnichenko*

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: kimirs@yandex.ru.

### *Gennady P. Martynov*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, phone: (383)343-25-77, e-mail: martynov@ssga.ru.

### *Galina I. Yurina*

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Deputy Director of the Institute of Cadastre and Nature Management, phone: (383)343-29-16, e-mail: yurina\_g@mail.ru.

The article is devoted to the relevant problem of the adjustment of different-time and different-accuracy results of land plot coordination support which highly require cadastral registration. The most significant factor in the given case is the area of a land plot, which is its main parameter being taken into account in determination of type of permitted use, cadastral value, land tax and rent. Therefore, area determination requires rather high accuracy, in particular, for garden and vegetable garden plots. According to statistics the significant part of earlier registered land plots contains errors, that's why there are often the cases when adjacent plots overlap or their area is determined obviously incorrectly. Such situations require solutions, which are based on repeated cadastral measurements with possible use of several options for determination of adjacent plots areas, which were considered in working formulas of Heron and Brahmagupta. The given formulas do not use land plot boundary points coordinates, that's why they can perform some control functions in cases of repeated coordinate determination in such situations. The result of the present research was the formulation and solution of the problem of clarifying the location of gardening land plots and summer cottages in general that were previously approximated to the locality. The results of cadastral activities characterized the essence and content of using the formulas of Heron and Brahmagupta for calculating the values of areas, an analysis is carried out and practical recommendations for their use are given.

**Keywords:** land plot, coordinates of characteristic points, area calculation error, land area, Heron's formula, Brahmagupta's formula

## REFERENCES

1. Maslov, A. V., & Yunusov, A. G. (1974). On the accuracy of calculating the area by the coordinates of the current contour. *Trudy MIIZ [Proceedings of the Moscow Institute of Land Management Engineers]*, 70, 19–26 [in Russian].
2. Mikheev, D. Sh., & Jose, E. B. (1997). On the accuracy of determining the boundaries of land plots. *Informatsionnyy byulleten [Information Bulletin]*, 5(12) [in Russian].
3. Order of Rosreestr No. P/0393 of October 23, 2020. On approval of 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 an object of construction in progress on a land plot, as well as requirements for determining the area of a building, structure, room, machine-places. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
4. Zharnikov, V. B. (2018). Organizational and legal mechanism of rational land use. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(1), 179–188 [in Russian].
5. Antonovich, K. M., Nikolaev, N. A., & Strukov, A. A. (2012). Geospatial support of land management and cadastral works. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 2/1, 139–143 [in Russian].
6. Karpik, A. P., Vetoshkin, D. N., & Arkhipenko, O. P. (2012). Analiz sovremennogo sostoianiia gosudarstvennogo kadastra nedvizhimosti v Rossii. In *Sbornik materialov Interekspos GEO-Sibir'-2012: Sbornik*

*molodykh uchenykh SSGA [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2012: Collection of Young Scientists SSGA]* (pp. 3–11). Novosibirsk: SSGA Publ. [in Russian].

7. Vygodskii, M. Ia. (1962). *Spravochnik po elementarnoy matematike [Spravochnik po elementarnoi matematike]*. Moscow: Fizmatgiz Publ., 420 p. [in Russian].

8. Federal Law No. 218–FZ of July 13, 2015. On state registration of real estate. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].

9. Mednykh, A. D. (2012). Brahmagupta in Lobachevsky's geometry. *Matematicheskoe prosveshchenie [Mathematical Education]*, 16, 172–180. Retrieved from <http://www.mathnet.ru/links/bdaefb8812875801603ce752bfa911d2/mp299.pdf> [in Russian].

10. Federal Law No. 221–FZ of July 24, 2007. On cadastral activities. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].

11. Hernando de Soto. (2003). *The mystery of capital: Why capitalism triumphs in the West and fails everywhere else*. New York: Bsic Books, 288 p.

12. Zevenbergen, J. (2002). *Systems of Land Registration. Aspects and Effects*. Nederlandse Commissievoor Geodesie Netherlands Geodetic Commission, Delft. Retrieved from <http://ncg.knaw.nl/Publicaties/Geodesy/pdf/51Zevenbergen.pdf>.

13. Todorovski, D., & Zevenbergen, J. A. (2020). Responsible land administration and information in practice. *FIG Working Week 2020* (pp. 1–8.). RAI Amsterdam Convention Centre, Amsterdam, Netherlands. Retrieved from <https://research.utwente.nl/en/publications/responsible-land-administration-and-information-in-practice>.

14. Grant, D., Enemark, S., Zevenbergen, J. A., Mitchell, D., & McCamley, G. (2020). The cadastral triangular model. *Land Use Policy*, 97, P. 104758. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104758>.

15. Stöcker, C., Koeva, M., & Zevenbergen, J. (n. d.). UAV Technology: Opportunities to Support the Updating Process of the Rwandan Cadastre. Retrieved from [https://www.fig.net/resources/proceedings/fig\\_proceedings/fig2020/papers/ts07h/TS07H\\_stocker\\_koeva\\_et\\_al\\_10290.pdf](https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2020/papers/ts07h/TS07H_stocker_koeva_et_al_10290.pdf).

Received 08.07.2020

© V. N. Klyushnichenko, G. P. Martynov, G. I. Yurina, 2021