

Сопоставление различных методов измерения площадей

В. И. Клещевникова ^{1*}, А. А. Школьникова ², Е. А. Дмитриева ³, А. П. Иванова ⁴

¹⁻⁴ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 69

Аннотация

В данной статье представлены известные и малораспространенные методы измерения фактической площади земельных участков, основанные на использовании различных геодезических приборов и применении компьютерных программ, и приведено сопоставление этих методов. Для проведения сравнительного анализа были рассмотрены как методы измерения фактической площади земельных участков, применяемые непосредственно на местности, так и методы, в основе которых лежит обработка спутниковых снимков и карт. В статье содержится краткое описание каждого метода, учитывающее их основные особенности, а также выявлены достоинства и недостатки применения этих методов. Для сравнения эффективности методов была дана оценка их точности путем определения процентного расхождения значения площади, полученного конкретным методом, со значением, принятым за эталон. По результатам исследования создана итоговая таблица.

Ключевые слова:

геодезия, кадастровая геодезия, фактическая площадь земельных участков, методы определения фактической площади земельных участков, измерение площади земельных участков, границы участков, тахеометр, GPS-навигатор

Содержание

1.	Введение	8
2.	Обзор литературы	8
3.	Цели и задачи	8
4.	Методы измерений	9
5.	Выводы	10

Контактный автор:

- 1*. +7 (911) 784-03-98, varyaki@mail.ru (Варвара Игоревна Клещевникова, студент)
2. +7(964) 327-27-53; annashkolnikova@inbox.ru (Анна Андреевна Школьникова, студент);
3. +7(911) 980-66-56; gen.97@yandex.ru (Евгения Александровна Дмитриева, студент);
4. +7 (921) 413-01-29; i.nastya96@mail.ru (Анастасия Павловна Иванова, студент).

1. Введение

Фактическая площадь земельного участка – информация, необходимая для множества различных областей человеческой деятельности. Актуальными данными по этому вопросу должны располагать органы государственной власти, юридические и физические лица [1]. С развитием государственной системы налогообложения измерение площадей приобрело экономический характер [2]. Так одним из самых перспективных направлений сегодня стала кадастровая геодезия [3], занимающаяся определением границ и параметров участков с последующим занесением в специальную базу (реестр). В России тема измерения площадей земли очень актуальна, так как в последние годы развернулась активная приватизация земельных участков. Для того, чтобы осуществить приватизацию, необходимо провести межевание земли с определением площади данного участка, которая и определит налог на земельную собственность. Также, для рационального планирования процесса возведения зданий и сооружений, нужно располагать наиболее достоверными сведениями о площади эксплуатируемого участка.

Поэтому важной задачей геодезии на сегодняшний день является повышение точности и эффективности работ по определению площадей [4-7].

Современная геодезия предлагает несколько способов разрешения данной задачи

2. Обзор литературы

Тема измерения площадей земельных участков, несмотря на ее высокую значимость в строительстве и землепользовании, рассматривается в научных публикациях довольно редко. Большинство статей, посвященных изучению этого вопроса, старше десяти лет. Это может говорить о том, что современные методы измерения площадей несильно изменились и основаны на применяемых ранее.

В основном все методы измерения площади, описываемые в статьях [8-11], сводятся к определению координат точек участка (межевых знаков) некоторым способом (зачастую говорится о построении теодолитного хода) и последующим вычислением площади по найденным значениям. То есть принципиальная разница этих методов состоит в способе выбора точек, координаты которых требуется найти. Так в работе [9] данный участок разбивается на элементарные фигуры, и задачей является определить координаты их вершин. А в статье [10] определяются координаты углов поворота.

Последующий расчет, проводимый на базе найденных координат, можно осуществлять аналитическим методом [12]. Для этого применяют матрицу обратных весов, использование которой достаточно трудоемко.

В статье А.В. Виноградова [13] рассматривается несколько способов определения площади участка на основе составленных ранее карт рельефа данной местности: в программе ГИС, по длинам горизонталей, по длинам отрезков прямоугольной сетки. Все представленные способы являются трудоемкими. Однако в статье [14] отмечается эффективность проведения геодезических измерений с помощью программы ГИС.

В настоящее время уровень развития современной техники позволяет получить необходимые результаты измерения площадей, не производя дополнительные камеральные расчеты. Так в источниках [15-19] говорится о целесообразности использования электронных тахеометров и GPS-навигаторов, а в работе Антоновича К.М. и Струкова А.А. приводятся результаты сравнения расстояний между пунктами эталонного полигона, измеренных традиционными и спутниковыми методами геодезии [20].

Также с появлением спутниковой системы приобрели популярность методы, для применения которых необходимы особые изображения, например, спутниковые снимки. Так о возможности использования этих изображений на практике рассказывается в статьях [21-23].

Тем не менее, на данный момент не проводилось исследования, которое бы включало в себя сравнительный анализ сразу нескольких наиболее часто используемых методов измерения площадей земельных участков. Уникальность данной работы состоит в выявлении достоинств и недостатков основных наиболее распространенных сегодня методов и эффективных, но мало известных методов, а также решении проблемы оптимального выбора для различных условий.

3. Цели и задачи

Целью данной работы является сравнение значений, полученных путем различных методов измерения площадей, а также определение достоинств и недостатков каждого из них на примере измерения площади озера Полюстровского парка города Санкт-Петербурга.

Для достижения поставленной цели потребовалось решение следующих задач:

- Несколько раз измерить площадь озера каждым из способов
- Принять площадь, полученную с помощью тахеометрической съемки, за эталон
- Найти процентное расхождение величин площадей, полученных другими способами, от величины площади тахеометра
- Сравнить все методы измерения
- Проанализировать полученные данные и на их основе сделать выводы

4. Методы измерений

Для получения ключевых для данной работы значений площадей озера производились работы на местности, где с помощью тахеометра и двух навигаторов выполнялись измерения, при которых осуществлялся обход озера при расстоянии ближайшем к водной поверхности. Измерения данными методами велись не менее трех раз. Также проводились камеральные работы с применением современных компьютерных программ, таких как «Пиксель», AutoCAD, и электронного и механического планиметров. Для установления значения площади в выше перечисленных способах использовалась спутниковая карта, которая является аналогом традиционной топографической карты и представляет собой основу ГИС [24].

Для исследования было выбрано озеро, находящееся в Полюстровском парке города Санкт-Петербурга. Его относительно небольшие размеры и сложная форма позволили наглядно оценить точность и эффективность использования каждого метода.

Полученные значения сравнивались со значением, принятым за эталон по формуле:

$$\delta = \frac{\delta_{\text{э}} - \delta_{\text{пр}}}{\delta_{\text{э}}}, \quad (1)$$

Где δ – относительная погрешность; $\delta_{\text{э}}$ – эталонное значение; $\delta_{\text{пр}}$ – экспериментальное значение.

Измерение площади участка тахеометром

Основным способом измерения площади на местности является использование современных тахеометров. В данной работе использовался электронный тахеометр Pentax W-825NX. Для осуществления задачи по определению площади озера необходимо выбирать станции так, чтобы все точки уреза воды были видны с каждой из них, а также учитывать чувствительность прибора к температуре и другим погодным факторам. После выбора мест, удовлетворяющих этим условиям (рис.1), вежу с отражателем перемещали по периметру озера с шагом от 2 до 5 м, производя необходимые измерения. С каждой станции обход озера совершался дважды. Затем, с помощью программного обеспечения тахеометра, была вычислена площадь озера.



Рис. 1. Расположение станций.

Таб. 1. Результаты измерений

	I станция	II станция
1 измерение	$S_{1.1}=14660,965 \text{ м}^2$	$S_{2.1}= 14660,468 \text{ м}^2$
2 измерение	$S_{1.2}=14661,408 \text{ м}^2$	$S_{2.2}=14661,227 \text{ м}^2$
Среднее значение	$S_{\text{ср}}=14661,017 \text{ м}^2$	

Среднее значение было принято за эталон.

Измерение площади участка GPS-навигаторами

Альтернативным способом измерения площади на местности стало использование GPS навигаторов Garmin 78S и Garmin Etrex 30. В каждом из приборов существует встроенная функция по измерению площадей. Процесс измерения заключается в обходе озера по контуру. Каждым навигатором было совершено по три обхода.

Таб. 2. Результаты измерений

	Garmin 78S	Garmin Etrex 30
1 измерение	$S_{1.1}=14935 \text{ м}^2$	$S_{2.1}=14690 \text{ м}^2$
2 измерение	$S_{1.2}= 14859 \text{ м}^2$	$S_{2.2}= 14700 \text{ м}^2$
3 измерение	$S_{1.3}= 14181 \text{ м}^2$	$S_{2.3}= 14846 \text{ м}^2$
Среднее значение	$S_{\text{ср } 1}=14658,33 \text{ м}^2$	$S_{\text{ср } 2}=14745,33 \text{ м}^2$

Процентное расхождение между значениями и эталоном – 0,02% и 0,6% соответственно.

Измерение площади участка в AutoCAD

Одним из способов измерения площади по спутниковой карте является использование программы AutoCAD. Для этого изображение импортируется в программу, и с помощью функций панели «рисование» определяется площадь. Изображение загружается в таком масштабе, чтобы результат был численно равен площади озера в квадратных метрах. Итак, $S_{\text{авт}}=14719.7199 \text{ м}^2$. Процентное расхождение с эталоном – 0,4%.

Таб. 3. Результаты измерений

	AutoCAD
1 измерение	$S_1=14833.1393 \text{ м}^2$
2 измерение	$S_2= 14580.7682 \text{ м}^2$
3 измерение	$S_3= 14745.2523 \text{ м}^2$
Среднее значение	$S_{\text{авт}}=14719.7199 \text{ м}^2$

Измерение площади участка в «Пикселе»

Также, спутниковое изображение можно использовать для измерения площади в программе «Пиксель», позволяющей посчитать количество черных пикселей на изображениях формата BMP. Перед началом работы подбирается спутниковое изображение местности определенного масштаба (в данном случае 1:2500). Далее определяется площадь одного пикселя. Для этого с помощью программы подсчитывается количество пикселей в изображении известной площади, к примеру, черного квадрата со стороной 5 см. Таким образом выявляется площадь одного пикселя $S_{\text{пикс}}=56,96 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$. Следующим шагом является редактирование изображения в программе Paint, где вырезается контур озера, закрашиваемый в черный цвет. Далее отредактированное изображение загружается в программу, в которой находится количество пикселей $k=39399$. Итак, $S_{\text{изобр}}=39399 \cdot 56,96 \cdot 10^{-5}=22,44 \text{ см}^2$, а при переводе в масштаб местности $S_{\text{п}}=14025 \text{ м}^2$.

Процентное расхождение между значением, полученным в «Пикселе» и эталонным значением – 4,3%.

Измерение площади участка планиметром

Еще одним способом, связанным с использованием изображения со спутника, является измерение площадей с помощью планиметра. В работе использовались два различных планиметра: электронный PLANIX 5 и полярный ПП-М УХЛ42. Для измерения выбирается изображение в таком масштабе, при котором отчетливо видны границы озера. Первоначально определяется цена деления планиметра. Для этого измеряется площадь известной фигуры, в нашем случае, площадь квадрата со сторонами 10x10 см. Получившаяся цена деления – 329,358 м²/дел. Затем для определения площади каждым прибором не менее трех раз обводится контур озера. Среднее значение, полученное электронным планиметром $S_{\text{эл}}=14902 \text{ м}^2$, а полярным $S_{\text{пол}}=15003 \text{ м}^2$.

Таб. 4. Результаты измерений

	PLANIX 5	ПП-М УХЛ42
1 измерение	$S_{1.1}=14906 \text{ м}^2$	$S_{2.1}=15003 \text{ м}^2$
2 измерение	$S_{1.2}=14899 \text{ м}^2$	$S_{2.2}=14998 \text{ м}^2$
3 измерение	$S_{1.3}=14901 \text{ м}^2$	$S_{2.3}=15008 \text{ м}^2$
Среднее значение	$S_{\text{эл}}=14902 \text{ м}^2$	$S_{\text{пол}}=15003 \text{ м}^2$

Процентное расхождение между этими значениями и эталоном – 1,64% и 2,33% соответственно.

5. Выводы

Таким образом, считая значение площади, полученное тахеометром эталонным, видно, что наиболее точным является метод использования GPS навигаторов. Несмотря на достаточно высокую точность данных приборов, в обращении с ними есть ряд преимуществ и недостатков. Если тахеометр – сложный в использовании и дорогостоящий прибор, чувствительный к факторам окружающей среды, GPS навигаторы менее дорогостоящие, проще в эксплуатации и менее чувствительны к погодным условиям, а также в отличие от тахеометров могут использоваться и в плохо просматриваемой местности. Эти результаты хорошо согласуются с результатами более ранних работ [6].

Достаточно точным является механический способ измерения площадей – использование планиметров. Точность результатов зависит от многих факторов: точности определения постоянной планиметра, цены

деления, конфигурации участка, состояния прибора, деформации бумаги и т. д. Менее точными оказались результаты камеральных измерений. В то время как отличие результатов GPS навигатора от эталонного были менее 1%, результат, полученный в программе AutoCad отличается на 0,4%, а результат, полученный в программе «Пиксель», был отличен более чем на 4%. Однако, стоит отметить, что эти расхождения могли быть вызваны погрешностями на разных этапах. Для определения площадей была использована фотография из сервиса Google Карты, полученная со спутника. Стоит учитывать, что камеры на спутниках не идеальны и могут искажать снимок, возможны искажения, получаемые из-за формы Земли, а также погрешности в вычислениях самих программ.

Таб. 5. Сравнительный анализ методов измерения

	Точность	Преимущества	Недостатки
Тахеометр Pentax W-825NX	-	Высокая точность	Дороговизна и высокая чувствительность к окружающей среде
Навигатор Garmin Etrex 30	0,02%	Достаточно высокая точность, простота в эксплуатации, меньшая чувствительность к погодным условиям, возможность использования в плохо просматриваемой местности, небольшие размеры	Возможное искажение сигнала, необходимость обходить объект строго по контуру, что не всегда возможно
Навигатор Garmin 78S	0,6%		
AutoCAD 2015	0,4%	Простота в использовании	Зависимость точности от качества используемого изображения
Пиксель	4,3%.	Простота в использовании	Зависимость точности от качества используемого изображения
Планиметр электронный PLANIX 5	1,64%	Простота в использовании	Зависимость результата от многих факторов (точность определения постоянной планиметра, цены деления, конфигурации участка, состояния прибора, деформации бумаги и т. д.)
Планиметр полярный ПП-М УХЛ42	2,33%		

Литература

- [1]. Шумаев К.Н. Геодезия и картография как правовой гарант государственного кадастра недвижимости // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы XIV международной научно-практической конференции, 2015. С. 20-24.
- [2]. Лисицкий Д.В. , Тимофеев В.Ю. Геодезия для информационного общества // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, № 2/1, 2012. С. 35-39
- [3]. Karpik, I. A. MusikhinResearch and practical trends in geospatial sciences // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B6, 2016 XXIII ISPRS Congress (12–19 July 2016). Prague, Czech Republic. 2016. С. 177-184.
- [4]. Лисицкий Д. В. От геодезии для экономики к геодезии для информационного общества. // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, 2010, S, С. 26-32.

References

- [1]. Shumayev K.N. Geodeziya i kartografiya kak pravovoy garant gosudarstvennogo kadastra nedvizhimosti // Nauka i obrazovaniye: opyt, problemy, perspektivy razvitiya. Materialy XIV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 2015. S. 20-24.
- [2]. Lisitskiy D.V. , Timofeyev V.Yu. Geodeziya dlya informatsionnogo obshchestva // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotosyemka, № 2/1, 2012. S. 35-39
- [3]. Karpik, I. A. MusikhinResearch and practical trends in geospatial sciences // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B6, 2016 XXIII ISPRS Congress (12–19 July 2016). Prague, Czech Republic. 2016. S. 177-184.

- [5]. Карпик А.П., Лисицкий Д.В. Современная геодезия в эпоху глобализации. ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ, 2010, С. С. 4-6.
- [6]. Васильева Е.Е. Разработка методики оценки реальной площади физической поверхности земельных участков и территорий.: Дисс. канд. тех. наук. Новосибирск. 2012.
- [7]. Маркузе М.Ю. Оценка точности определения площадей земельных участков застроенных территорий.: Дисс. канд. тех. наук. Москва. 2000.
- [8]. Sandi Berk Accurate area determination in the cadaster: case study of Slovenia // Cartography and Geographic Information Science, 2016. P.1-17
- [9]. Agnieszka Bieda, Paweł Hanus, Elżbieta Jasińska, Edward Preweda Accuracy of determination of real estate area // The 9th International Conference "Environmental Engineering", 22–23 May 2014, Vilnius, Lithuania. P. 1-7.
- [10]. Гайрабеков И.Г., Кирильчик Ю.В. Определение фактических площадей земельных участков // Труды Грозненского государственного нефтяного института.
- [11]. Побединская О.В. Проблемы определения фактических площадей земельных участков //Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. С. 183-186.
- [12]. Гарагуль А.С., Купреева Е.Н., Штеер Р.В. Применение современных геодезических технологий при межевании городских территорий // Науки о Земле. С. 22-25.
- [13]. Асташенков Г.Г., Никулина Н.Д., Чулкевич О.А. К вопросу о точности измерения площадей аналитическим способом // Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 2000. С. 8-14.
- [14]. Виноградов В.А. Определение площади физической поверхности участка по способу итераций // ОмГАУ, Омск, 2009.
- [15]. Peter Šurda , Ivan Šimonides, Jaroslav Antal A determination of area of potential erosion by geographic information systems// Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010. P. 143-152.
- [16]. Панченко П.А., Сыромятникова Е.В. Современное оборудование для инженерно - геодезических изысканий: сравнение отечественных и зарубежных тахеометров // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
- [17]. Мельник С.В. Современные приборы для геодезических измерений и методы инженерно-геодезических изысканий // Технические науки, Материалы XIII международной научно-практической конференции. С. 100-101.
- [18]. Серебров Д.А., Михаленко Е.Б., Олехнович Я.А. Эффективное использование геодезического оборудования в дорожном строительстве. // Политехническая неделя в Санкт-Петербурге. Материалы научного форума с международным участием. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С. 136-138.
- [19]. Levent Tasci Dams deformation measurements with GPS // Department of Geodesy and Photogrammetry (Geomatic) Engineering, Firat University, Turkey, 2012. P.116-121
- [20]. Антонович К.М., Струков А.А. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2010. Т. 1. № 3. С. 38-42.
- [21]. Jennifer A. Millington , Colin A. Booth , Michael A. Fullen , Glenis M. Moore, Ian C. Trueman , Annie T. Worsley , Nigel Richardson & Edita Baltreinaite The role of long-term landscape photography as a tool in dune management // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010.
- [22]. Шпаков А.А., Грик А.Р. Особенности применения спутниковых навигационных систем в
- [4]. Lisitskiy D. V. Ot geodezii dlya ekonomiki k geodezii dlya informatsionnogo obshchestva. // INTEREKSP0 GEO-SIBIR, 2010, S, S. 26-32.
- [5]. Karpik A.P., Lisitskiy D.V. Sovremennaya geodeziya v epokhu globalizatsii. INTEREKSP0 GEO-SIBIR, 2010, S, S. 4-6.
- [6]. Vasilyeva Ye..Ye. Razrabotka metodiki otsenki realnoy ploshchadi fizicheskoy poverkhnosti zemelnykh uchastkov i territoriy.: Diss. kand. tekh. nauk. Novosibirsk. 2012.
- [7]. Markuze M.Yu. Otsenka tochnosti opredeleniya ploshchadey zemelnykh uchastkov zastroyennykh territoriy.: Diss. kand. tekh. nauk. Moskva. 2000.
- [8]. Sandi Berk Accurate area determination in the cadaster: case study of Slovenia // Cartography and Geographic Information Science, 2016. P.1-17
- [9]. Agnieszka Bieda, Paweł Hanus, Elżbieta Jasińska, Edward Preweda Accuracy of determination of real estate area // The 9th International Conference "Environmental Engineering", 22–23 May 2014, Vilnius, Lithuania. P. 1-7.
- [10]. Gayrabekov I.G., Kirilchik Yu.V. Opredeleniye fakticheskikh ploshchadey zemelnykh uchastkov // Trudy Groznenskogo gosudarstvennogo neftyanogo instituta.
- [11]. Pobedinskaya O.V. Problemy opredeleniya fakticheskikh ploshchadey zemelnykh uchastkov //Nizhegorodskaya gosudarstvennaya selskokhozyaystvennaya akademiya. S. 183-186.
- [12]. Garagul A.S., Kupreyeva Ye.N., Shteyer R.V. Primeneniye sovremennykh geodezicheskikh tekhnologiy pri mezhevanii gorodskikh territoriy // Nauki o Zemle. S. 22-25.
- [13]. Astashenkov G.G., Nikulina N.D., Chulkevich O.A. K voprosu o tochnosti izmereniya ploshchadey analiticheskim sposobom // Novosibirskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet, 2000. S. 8-14.
- [14]. Vinogradov V.A. Opredeleniye ploshchadi fizicheskoy poverkhnosti uchastka po sposobu iteratsiy // OmGAU, Omsk, 2009.
- [15]. Peter Šurda , Ivan Šimonides, Jaroslav Antal A determination of area of potential erosion by geographic information systems // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010. P. 143-152.
- [16]. Panchenko P.A., Syromyatnikova Ye.V. Sovremennoye oborudovaniye dlya inzhenerno - geodezicheskikh izyskaniy: sravneniye otechestvennykh i zarubezhnykh takheometrov // Belgorodskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet im. V.G. Shukhova.
- [17]. Melnik S.V. Sovremennyye pribory dlya geodezicheskikh izmereniy i metody inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniy // Tekhnicheskiye nauki, Materialy XIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. S. 100-101.
- [18]. Serebrov D.A., Mikhalenko Ye.B., Olekhovich Ya.A. Effektivnoye ispolzovaniye geodezicheskogo oborudovaniya v dorozhnom stroitelstve. // Politekhnicheskaya nedelya v Sankt-Peterburge. Materialy nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiyem. SPb: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2016. – S. 136-138.
- [19]. Levent Tasci Dams deformation measurements with GPS // Department of Geodesy and Photogrammetry (Geomatic) Engineering, Firat University, Turkey, 2012. P.116-121
- [20]. Antonovich K.M., Strukov A.A. Interekspo Geo-Sibir. 2010. T. 1. № 3. С. 38-42.
- [21]. Jennifer A. Millington , Colin A. Booth , Michael A. Fullen , Glenis M. Moore, Ian C. Trueman , Annie T. Worsley , Nigel Richardson & Edita Baltreinaite The role of long-term landscape photography as a tool in dune management // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010.
- [22]. Shpakov A.A., Griks A.P. Osobennosti primeneniya sputnikovykh navigatsionnykh sistem v

- землеустроительных и кадастровых работах. // Политехническая неделя в Санкт-Петербурге. Материалы научного форума с международным участием. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С. 361-363.
- [23]. Jurgita Milieskaite The application of covariance method while analysing the digital images of land surface // The 8th International Conference May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. P. 1389–1393.
- [24]. Михаленко Е.Б. Инженерная геодезия. Использование современного оборудования для решения геодезических задач: учеб. пособие. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2013. – 98 с.
- Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 2010.
- [22]. Shpakov A.A., Grik A.R. Osobennosti primeneniya sputnikovykh navigatsionnykh sistem v zemleustroitelnykh i kadastrykh rabotakh. // Politekhnikeskaya nedelya v Sankt-Peterburge. Materialy nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiyem. SPb: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2016. – S. 361-363.
- [23]. Jurgita Milieskaite The application of covariance method while analysing the digital images of land surface // The 8th International Conference May 19–20, 2011, Vilnius, Lithuania. P. 1389–1393.
- [24]. Mikhalenko Ye.B. Inzhenernaya geodeziya. Ispolzovaniye sovremennogo oborudovaniya dlya resheniya geodezicheskikh zadach: ucheb. posobiye. – SPb: Izd-vo Politekhnikeskogo universiteta, 2013. – 98 s.
- Клещевникова В.И., Школьников А.А., Дмитриева Е.Д., Иванова А.П. Сопоставление различных методов измерения площадей. // Alfabuild. 2018. №4(6). С. 7-14*
- Kleshchevnikova V.I., Shkol'nikova A.A., Dmitrieva E.D., Ivanova I.V. Comparison of various methods of measurement of areas. Alfabuild, 2018, 4(6), Pp. 7-14(rus)*

Comparison of various methods of measurement of area

V.I. Kleshchevnikova ^{1*}, A.A. Shkol'nikova ², E.D. Dmitireva ³, I.V. Ivanova ⁴

¹⁻⁴ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info scientific article

Abstract

This article submits known and less common methods of measuring the actual areas of land plots, based on the use of various geodetic instruments and applications of computer programs. The main goal of this work is to conduct the benchmarking study of these methods. There were considered ways of measuring the actual area of land plots used directly in-situ, as well as ways based on the processing of satellite images and maps. The article contains a brief description of each method, taking into account their main features, and also revealed the advantages and disadvantages of using these methods. The estimation of precision was made by determining the percentage divergence of the area value obtained by a particular method with the value taken for the standard. Summary tabulation was made based on the results of the study.

Keywords: geodesy, cadastral geodesy, actual area of land, methods of determination of actual area of land, measuring of land's area, property line, tachymeter, GPS-navigator

Corresponding author:

- 1*. +7 (911) 784-03-98, varyakl@mail.ru (Varvara Kleshchevnikova, Student);
2. +7(964) 327-27-53; annashkolnikova@inbox.ru (Anna Shkol'nikova, Student);
3. +7(911) 980-66-56; gen.97@yandex.ru (Evgenia Dmitireva, Student);
4. +7 (921) 413-01-29; i.nastya96@mail.ru (Anastasiia Ivanova, Student).