

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ФОТОГРАММЕТРИЯ

УДК 349.4 (571.14):629.7
DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-5-33-40

Использование материалов БВС для выявления фактов нарушения земельного законодательства на территории г. Новосибирска

Т. А. Хлебникова^{1}, А. С. Арбузов¹, Д. В. Лисицкий¹, О. А. Опритова¹*

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: t.a.hlebnikova51@gmail.com

Аннотация. Земельный кодекс Российской Федерации предусматривает плату за любое использование земли. Исключения составляют случаи, установленные федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации. Работы по инвентаризации земель и земельных участков в г. Новосибирске не проводили за период его современной истории. В рамках принятой Программы по инвентаризации НСО и на основании муниципального контракта СГУГиТ в период с 2018 по 2022 г. выполнял комплекс работ по уточнению (установлению) местоположения и характеристик земель и земельных участков, расположенных в границах г. Новосибирска. В статье рассмотрены отдельные этапы выполненного комплекса работ по Программе, предусматривающие экспериментальные исследования по оценке возможностей определения границ земельных участков и выявления фактов нарушения. Исследования выполнялись с использованием материалов аэрофотосъемки, полученных с применением беспилотных воздушных судов. В результате проведенных исследований сделан вывод о том, что ортофотопланы, полученные по материалам аэрофотосъемки с БВС дают возможность с минимальной сложностью и себестоимостью выявлять факты нарушения путем сопоставления фактических и «учетных» границ.

Ключевые слова: аэрофотосъемка, беспилотное воздушное судно, фотограмметрическая обработка снимков, фотограмметрическая модель, плотная цифровая модель, ортофотоплан, цифровая фотограмметрическая система, оценка точности

Введение

Земельные ресурсы являются важным источником налоговых поступлений для местного бюджета, особенно для крупных муниципальных образований. Управление и распределение этих ресурсов может иметь значительные экологические, экономические и социальные последствия для региона и его жителей.

Согласно Земельному кодексу Российской Федерации, любое использование земли осуществляется за плату, за исключением случаев, установленных федеральными законами и законами субъектов Российской Федера-

ции. В связи с этим выявление нарушений земельного законодательства в части использования земель и вовлечения их в гражданский оборот является эффективным способом увеличения доходной части бюджета [1].

Кроме того, использование земель и земельных участков является важнейшим инструментом для сбалансированной организации территорий муниципального образования с точки зрения градостроительной политики и их равномерного социально-экономического развития [2].

На момент утверждения Муниципальной программы «Создание условий для повышения эффективности использования земель и земельных участков, расположенных в гра-

ницах города Новосибирска» из всей площади территории города Новосибирска площадь сформированных и переданных правообладателям земельных участков составляла 45 %. Таким образом, у органов местного самоуправления отсутствовали достоверные, актуальные данные об использовании земель и земельных участков, расположенных в границах города Новосибирска [2].

Учитывая значительную площадь города (50 266 га), мэрией города Новосибирска принято решение о проведении работ по уточнению (установлению) местоположения и характеристик земель и земельных участков, расположенных в границах города. Решение предусматривало выполнение работ с использованием материалов аэрофотосъемки, в том числе полученных с применением беспилотных воздушных судов (БВС).

В рамках реализации Муниципальной программы [2] (далее – Программа) и на основании муниципального контракта СГУГиТ, в период с 2018 по 2022 г., выполнил комплекс работ по уточнению (установлению) местоположения и характеристик земель и земельных участков, расположенных в границах г. Новосибирска. В рамках Программы в том числе уточнялись границы и площади, зарегистрированных вещных прав и ограничений (обременений), выявлялись неиспользуемые, используемые без правоустанавливающих документов, используемые не по целевому назначению и не в соответствии с разрешенным использованием земельные участки.

В настоящее время в научной литературе встречается мало источников, посвященных опыту применения БВС при осуществлении инвентаризации земель и земельных участков [3].

Цель исследования, постановка задач

В статье рассмотрены отдельные этапы выполненного комплекса работ по Программе, предусматривающие экспериментальные исследования по оценке возможностей определения границ земельных участков и выявления фактов нарушения. Исследования выполнялись с использованием материалов аэрофотосъемки, в том числе полученных

с применением беспилотных воздушных судов.

Задачи исследований:

– разработка схемы методики на основе экспериментальных исследований по материалам полученным при выполнении комплекса работ по Программе;

– определение границ земельных участков и выявление фактов нарушения земельного законодательства путем сравнения с границами, полученными из государственных и муниципальных систем учета землепользований в условиях городской застройки в Новосибирске.

Необходимо отметить, что аэрофотосъемочные работы для целей инвентаризации были начаты в 2018 г., т. е. до официального утверждения нормативно-технических документов [4–8].

Для применения в условиях городской застройки (отсутствие открытых площадок для взлета и посадки) СГУГиТ располагает двумя БВС мультироторного типа: Phantom 4Pro V2 и Geodrone.

Беспилотные авиационные системы самолетного типа наилучшим образом подходят для съемки площадных и линейных протяженных объектов, а мультироторные – для оперативной съемки локальных участков местности.

Методы и материалы

Методика выполнения работ включала следующие этапы:

- подготовительные работы;
- создание наземного планово-высотного геодезического обоснования;
- аэрофотосъемка с БВС;
- фотограмметрическая обработки материалов БВС;
- определение границ и контуров по ортофотоплану масштаба 1 : 500, или по стереофотограмметрической модели местности;
- сопоставление границ фактических землепользований со сведениями систем учета недвижимого имущества;
- выявление земель и земельных участков, используемых без оформления правоустанавливающих документов (сопоставление фак-

тических границ земельных участков и «учетных» (юридических) границ).

Этапы выполнения аэрофотосъемки, фотограмметрической обработки известны и приводятся в литературных источниках [9–15].

Аэрофотосъемка выполнялась с использованием БВС: Supercam S350, Phantom 4 Pro V2, FIXAR 007, Геоскан Gemini. Большая часть территории снята при помощи Supercam S350, являющимся наиболее производительным из используемых БВС в комплексе работ. Применение мультироторных систем (например, при помощи Phantom 4 Pro V2 в 2022 г. было выполнено более 80 полетов), прежде всего, обусловлено особенностями режима использования

воздушного пространства города Новосибирска. Расположение глиссад аэропорта «Аэропорт Толмачево» над городом вносит ограничения на максимальные высоты применения БВС. Для соблюдения минимального интервала вертикального эшелонирования над некоторыми участками города Новосибирска съемка выполнялась с высот от 100 до 200 м, что является небезопасным для выполнения полетов беспилотных судов самолетного типа над территорией с высокоэтажной застройкой. В статье рассмотрена обработка материалов одного из аэрофотосъемочных залетов БВС самолетного типа Supercam S350 (технические характеристики приведены в табл. 1).

Таблица 1

Технические характеристики БВС самолетного типа Supercam S350

Наименование характеристики	Значение характеристики
Размах крыльев	3,2 м
Система взлета	Эластичная катапульта
Система посадки	Парашют
Взлетный вес	10 кг
Продолжительность полета	До 4 часов
Силовая установка	Бесколлекторный электродвигатель с тянущим винтом

Вопросы согласования использования воздушного пространства здесь не рассматриваются. Характеристики материалов и данных приведены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики исходных материалов

Наименование характеристики	Значение характеристики
БВС	SUPERCAM S350
Аэрокамера	Sony ILCE-6000 (20 мм)
Тип камеры	Кадровая
Фокусное расстояние	20 мм
Размер кадра	4 000 × 6 000
Высота полета	233 м
Всего снимков	3 708
Площадь АФС	13 км ²

Обработка полученных материалов аэрофотосъемки осуществлялась в программном комплексе Agisoft Metashape Professional, разработанном Группой Компаний Геоскан (далее – Agisoft Metashape) [16, 17].

Фотограмметрическая обработка материалов БВС выполнялась в двух вариантах использования опорных данных:

- центров проектирования фотоснимков;
- наземных опорных точек.

AgisoftMetashape позволяет получать [16]:

- плотное облако точек;
- полигональную модель объекта;
- ортофотоплан;
- ЦМР и текстурированную модель поверхности.

Результаты оценки фотограмметрической модели, полученной по двум вариантам использования опорных данных, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты оценки точности фотограмметрической модели

Значения средних ошибок на центрах фотографирования					
Число снимков	X (м)	Y (м)	Z (м)	XY (м)	Общая ошибка (м)
3708	0,48	0,50	0,81	0,69	1,06
Значения СКП на опорных точках					
Число точек	X (см)	Y (см)	Z (см)	XY (см)	Общая ошибка (см)
20	1,12	1,44	0,15	1,82	1,83
Значения СКП на контрольных точках					
2	13,11	12,31	55,07	17,99	57,93

Согласно требованиям нормативного документа (Приказ Росреестра от 23.10.2020 г., № П/0393) СКП определения местоположения точек не должна превышать 0,1 м. Результаты оценки точности превышают эту величину. Поэтому полученные материалы использовались только для выявления фактов нарушения путем сопоставления границ.

Определение координат характерных точек границ земельных участков выполнялось по ортофотоплану. В случаях невозможности определения границ участков по ортофотоплану необходимо прибегать к определению по стереоскопическим моделям на ЦФС, например РНОТОМОД. Результаты определения границ сохранялись в виде слоя в векторном формате.

Результаты и обсуждение

Для сопоставления границ участков используемые материалы и сведения должны быть «интегрированы» в единую систему плановых координат и высот.

Преобразование координат выполнялось с целью приведения имеющихся пространственных данных в единую систему координат СК НСО, установленную в отношении Новосибирской области Постановлением Администрации Новосибирской области от 25.12.2009

№ 471-па «О местной системе координат, устанавливаемой в отношении Новосибирской области» и введенную в действие Постановлением Правительства Новосибирской области от 28.12.2011 № 608-п «О введении в действие местной системы координат Новосибирской области», и возможности последующего преобразования в ГСК–2011.

Преобразованию подлежали переданные Заказчиком пространственные данные муниципальных геоинформационных систем (ИСОГД, SAUMITM и др.), представленные в местной системе координат г. Новосибирска.

Преобразование координат выполнялось с использованием параметров перехода (ключей) от МСК г. Новосибирска к государственной системе координат 1942 г. и от СК НСО к государственной системе координат 1995 г., а также с учетом локальных деформаций пунктов государственной геодезической сети в государственной системе координат 1942 г. относительно государственной системы координат 1995 г. на территории Новосибирской области.

Точность преобразования пространственных данных составила 0,001 м. Результаты преобразования представлены с точностью 0,01 м.

В рамках комплекса работ по Программе выполнена классификация и группировка выявленных нарушений. Примеры нарушений приведены на рис. 1, 2.



Рис. 1. Примеры выявленных нарушений (самовольное занятие земель)



Рис. 2. Примеры выявленных нарушений (самовольное строительство)

Заключение

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы.

Ортофотопланы, полученные по материалам аэрофотосъемки с БВС, дают возможность с минимальной сложностью и себестоимостью выявлять факты нарушения путем сопоставления фактических и «учетных» границ. При этом существует необходимость повторного определения координат поворотных точек границ наземными геодезическими методами в рамках муниципального земельного контроля.

Определение границ и контуров по стереофотограмметрической модели местности позволяет выполнять высокоточные стереоскопические измерения, обеспечивает воз-

можность последующего выполнения кадастровых работ с камеральным определением координат с соответствующей снижением их себестоимости. Однако использование модели требует наличия профессиональных компетенций, оборудования и программного обеспечения.

Достоинства использования БВС для выявления фактов нарушения – возможность обследования труднодоступных земельных участков, ограниченными высокими ограждениями.

Недостатки использования БВС:

- погодные ограничения при эксплуатации БВС, зависящие от технических характеристик модели;
- сложность в получении разрешения на эксплуатацию БВС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земельный кодекс РФ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Приложение. Муниципальная программа «Создание условий для повышения эффективности использования земель и земельных участков, расположенных в границах города Новосибирска на 2018–2022 гг.» [Электронный ресурс] : постановление мэрии города Новосибирска от 19.10.2017 г. № 4749. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/7221966/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/>.
3. Гура Д. А., Марковский И. Г., Ряскин А. А. Использование беспилотных летательных аппаратов при осуществлении государственного земельного надзора // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 5. – С. 138–146. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-5-138-146.

4. 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 Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393. – Режим доступа: <https://pravo.gov.ru/> (дата обращения 08.06.2023).

5. ГОСТ Р 58854–2020. Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий. – М. : Стандартинформ, 2020. – 20 с.

6. ГОСТ Р 59328–2021. Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования. – М. : Стандартинформ, 2021. – 49 с.

7. ГОСТ Р 59562–2021. Съемка аэрофототопографическая. Технические требования. – М. : Стандартинформ, 2021. – 60 с.

8. ГОСТ Р 70078–2022. Программно-аппаратный комплекс аэрофототопографической съемки с использованием беспилотного воздушного судна. Технические требования. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 15 с.

9. Ламков И. М., Чермошенцев А. Ю., Арбузов С. А., Гук А. П. Исследование возможностей применения квадрокоптера для съемки береговой линии обводненного карьера с целью государственного кадастрового учета // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 200–209.

10. Хлебникова Т. А., Оприцова О. А. Экспериментальные исследования точности построения плотной цифровой модели по материалам беспилотной авиационной системы // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 119–129.

11. Оприцова О. А. Исследование возможностей применения беспилотных авиационных систем для моделирования объектов недвижимости // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 3. – С. 248–258.

12. Хлебникова Т. А., Горилько А. С., Астапов А. М. Разработка методики создания цифровых инженерно-топографических планов с использованием материалов съемки беспилотной авиационной системы на малых высотах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр. : «Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 8 т. (Новосибирск, 19–21 мая 2021 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. Т. 1. – С. 57–63.

13. Хлебникова Т. А., Ямбаев Х. К., Оприцова О. А. Разработка технологической схемы сбора и обработки данных аэрофотосъемки с использованием беспилотных летательных систем для моделирования геопространства // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 106–118.

14. Оприцова О. А. Разработка требований к сбору и обработке данных аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов для моделирования геопространства : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2018. – 24 с.

15. Юрченко В. И. Особенности проектирования аэрофотосъемочных работ с беспилотного воздушного судна // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 65–81.

16. Agisoft Metashape [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.agisoft.com/> (accessed 20.05.2023).

17. Группа компаний Геоскан. Градостроительство и землеустройство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.geoscan.aero/ru/application/urban_planning.

Об авторах

Татьяна Александровна Хлебникова – доктор технических наук, профессор кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Станислав Андреевич Арбузов – кандидат технических наук, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования.

Дмитрий Витальевич Лисицкий – доктор технических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института стратегического развития.

Ольга Анатольевна Оприцова – кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии, руководитель научно-производственного картографического центра.

Получено 12.07.2023

© Т. А. Хлебникова, С. А. Арбузов, Д. В. Лисицкий, О. А. Оприцова, 2023

The use of UAS materials to identify facts of land legislation violation in the territory of Novosibirsk

T. A. Khlebnikova^{1*}, S. A. Arbuzov¹, D. V. Lisitsky¹, O. A. Opritova¹

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
*e-mail: t.a.hlebnikova51@gmail.com

Abstract. The Land Code of the Russian Federation provides for payment for any use of land. The exception is cases established by federal laws and laws of the constituent entities of the Russian Federation. The inventory works on land and land plots in the Novosibirsk city were not carried out during the period of its modern history. As part of the adopted inventory program for VAT and on the basis of the municipal contract SSUGiT in the period from 2018 to 2022 performed a set of works to clarify (determine) the location and characteristics of lands and land plots located within the boundaries of the city of Novosibirsk. The article discusses the individual stages of the completed set of works under the Program, which provide for experimental studies to assess the possibilities of determining the boundaries of land plots and identifying violations. The studies were carried out using aerial photography materials obtained by using unmanned aerial vehicles. As a result of the research, it was concluded that orthophotomaps obtained from UAV aerial photography make it possible to identify violations with minimal complexity and cost by comparing the actual and “accounting” boundaries.

Keywords: aerial photography, unmanned aerial vehicle, photogrammetric image processing, photogrammetric model, dense digital model, orthomosaic, digital photogrammetric system, accuracy assessment

REFERENCES

1. Land code of the Russian Federation (1992–2014). Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
2. Resolution of the City Hall of Novosibirsk of October 19, 2017 No. 4749. Application. Municipal program "Creating conditions for increasing the efficiency of use of lands and land plots located within the boundaries of the city of Novosibirsk for 2018–2022". Retrieved from <https://base.garant.ru/7221966/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> [in Russian].
3. Gura, D. A., Markovskii, I. G., & Ryaskin, A. A. (2022). Use of unmanned aerial vehicles in the implementation of state land supervision. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(5), 138–146 [in Russian].
4. Order of the Ministry of Economic Development RF of March 01, 2016 № 90. Approval accuracy requirements and methods for determining the coordinates of characteristic points land boundaries, accuracy requirements and methods for determining the coordinates of characteristic points of the contour of the building, structure or object under construction on the land, and the requirements for defining the area of the building, construction and space. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
5. Standards Russian Federation. (2020). GOST R 58854-2020. Photogrammetry. Requirements for creating oriented aerial images for building stereo models of built-up areas. Moscow: Standartinform Publ, 20 p. [in Russian].
6. Standards Russian Federation. (2021). GOST R 59328-2021. Aerial photography for mapping. Technical requirements. Moscow: Standartinform Publ, 49 p. [in Russian].
7. Standards Russian Federation. (2021). GOST R 59562-2021. Aerial mapping. Technical requirements. Moscow: Standartinform Publ, 60 p. [in Russian].
8. Standards Russian Federation. (2022). GOST R 70078-2022. Software and hardware complex for aerial mapping using an unmanned aerial vehicle. Technical requirements. Moscow: Standartinform Publ, 15 p. [in Russian].
9. Lamkov, I. M., Chermoshentsev, A. Yu, Arbuzov, S. A., & Guk, A. P. (2016). The study of the possible application of quadcopter for shooting the coastline of the flooded quarry with the purpose of state cadastral registration. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 36(4), 200–209 [in Russian].
10. Khlebnikova, T. A., & Opritova, O. A. (2018). Experimental studies of the dense digital model accuracy by using UAV. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(2), 119–129 [in Russian].
11. Opritova, O. A. (2018). Studies of possibilities on using UAS for real estate modeling. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(3), 248–258 [in Russian].

12. Khlebnikova, T. A., Gorilko, A. S., & Astapov, A. M. (2021). Development of a technique for creating digital engineering and topographic plans using low-altitude survey data from an unmanned aerial system. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2021: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 1. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interexpo GEOSiberia-2021: International Scientific Conference: Vol. 1 Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying]* (pp. 57–63). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].

13. Khlebnikova, T. A., Yambaev, Kh. K., & Opritova, O. A. (2020). Development of a technological scheme for collecting and processing aerial photography data using unmanned aerial systems for geospatial modeling. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(1), 106–118 [in Russian].

14. Opritova, O. A. (2018). Development of requirements for the collection and processing of aerial photography data from unmanned aerial vehicles for geospatial modeling. *Extended abstract of candidate's thesis*. Novosibirsk, 24 p. (in Russian).

15. Yurchenko, V. I. (2021). Features of designing aerial photography from an unmanned aerial vehicle. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(2), 65–81 [in Russian].

16. Agisoft Metashape. (n. d.). Retrieved from <https://www.agisoft.com/> (accessed May 20, 2023).

17. Geoscan group of companies. Urban development and land planning. (n. d.). Retrieved from https://www.geoscan.aero/ru/application/urban_planning (accessed May 20, 2023).

Authors details

Tatiana. A. Khlebnikova – D. Sc., Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Dmitry V. Lisitsky – D. Sc., Professor, Director of Scientific Research Institute of Strategic Development.

Stanislav A. Arbuzov – Ph. D., Associate Professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing.

Olga A. Opritova – Ph. D., Senior Lecturer, Department of Space and Physical Geodesy.

Received 12.07.2023

© T. A. Khlebnikova, S. A. Arbuzov, D. V. Lisitsky, O. A. Opritova, 2023